

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP J34J23000040001

U.O. CCORDINAMENTO DI SISTEMA E PFTE

DOCUMENTO DI FATTIBILITA' DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI

POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1° FASE

NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D'ADDA

SCALA:

-

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

N B 3 P 0 1 T 1 4 R G M D 0 0 0 1 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	MD	Luglio 2023	P.Di Gennaro	Luglio 2023	L. Martinelli	Luglio 2023	G. Ingresso Luglio 2023

ITALFERR S.p.A.
COORDINAMENTO SISTEMA
Dott. Ing. GIULIANO INGLESE
Cofine degli Ingegneri di Roma n. 10902

File:

n. Elab.:

Sommario

1	SCOPO DEL DOCUMENTO	4
2	INTRODUZIONE	5
3	SINTESI QUADRO ESIGENZIALE	7
4	ANALISI DEL TERRITORIO	11
4.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO	11
4.1.1	<i>Inquadramento geologico e geomorfologico regionale</i>	11
4.1.2	<i>Assetto stratigrafico</i>	13
4.1.3	<i>Assetto tettonico-strutturale</i>	15
4.1.4	<i>Inquadramento geomorfologico</i>	15
4.1.5	<i>Inquadramento idrogeologico</i>	18
4.1.6	<i>Rilevamento geologico e campagna indagine</i>	19
4.1.7	<i>Sismicità dell’area</i>	22
4.1.8	<i>Stralcio della carta geologica</i>	23
4.2	ARCHEOLOGIA	25
4.3	SOTTOSERVIZI	26
4.4	INQUADRAMENTO DELLA PERICOLOSITA’ IDRAULICA DELL’AREA	27
5	SCENARI DI PROGETTO	28
5.1	NOTA TECNICA GEOLOGIA – GEOTECNICA “ SCENARIO 0”	29
5.2	ALTERNATIVE ESPLORATE	36
5.3	SCENARIO 1	42
5.3.1	<i>Viabilità</i>	44
5.3.2	<i>Interferenze con le viabilità esistenti - Soppressione PL</i>	44
5.3.3	<i>Inquadramento geologico, geomorfologico</i>	53
5.3.4	<i>Analisi dei vincoli e delle interferenze idrauliche</i>	54
5.3.5	<i>Analisi dei vincoli archeologici</i>	56
5.3.6	<i>Analisi dei vincoli ambientali</i>	57
5.3.7	<i>Vincoli urbanistici</i>	66
5.3.8	<i>Cantierizzazione, tempistiche e stima intervento</i>	73
5.4	SCENARIO 2	75
5.4.1	<i>Viabilità</i>	78
5.4.2	<i>Interferenze con le viabilità esistenti</i>	79

5.4.3	<i>Inquadramento geologico, geomorfologico, geotecnico e sismico in asse</i>	83
5.4.4	<i>Analisi dei vincoli e delle interferenze idrauliche</i>	86
5.4.5	<i>Analisi dei vincoli archeologici</i>	89
5.4.6	<i>Analisi dei vincoli ambientali</i>	90
5.4.7	<i>Vincoli urbanistici</i>	100
5.4.8	<i>Cantierizzazione, tempistiche e stima intervento</i>	122
5.5	SCENARIO 3	125
5.5.1	<i>Aspetti infrastrutturali e funzionali (ferrovia + strada)</i>	125
5.5.2	<i>Inquadramento geologico, geomorfologico, geotecnico e sismico in asse</i>	127
5.5.3	<i>Analisi dei vincoli e delle interferenze idrauliche</i>	128
5.5.4	<i>Analisi dei vincoli archeologici</i>	132
5.5.5	<i>Analisi dei vincoli ambientali</i>	133
5.5.6	<i>Vincoli urbanistici</i>	142
5.5.7	<i>Interferenze con le viabilità esistenti</i>	143
5.5.8	<i>Cantierizzazione, tempistiche e stima intervento</i>	151
5.6	IMPATTO ACUSTICO SUI RICETTORI E AREE NATURALISTICHE O PARCHI	153
6	STRUTTURE	155
6.1	IPOTESI STRUTTURALI DELL’ATTRAVERSAMENTO DEL FIUME ADDA	155
6.1.1	<i>SCENARIO 1 - Ponte in stretto affiancamento (stradale + ferroviario)</i>	157
6.1.2	<i>SCENARIO 2 - Ponte ferroviario a sud + ponte stradale a nord</i>	163
6.1.3	<i>SCENARIO 3 - Ponte ferroviario in stretto affiancamento + ponte stradale a nord</i>	170
6.2	IPOTESI STRUTTURALI DI RIFERIMENTO PER CIASCUNO SCENARIO	177
7	ESERCIZIO	183
7.1	SITUAZIONE INFRASTRUTTURALE	183
7.1.1	<i>MODELLO DI ESERCIZIO DI PROGETTO ALLA RIATTIVAZIONE DELLA TRATTA PADERNO-CALUSCO</i>	186
7.1.2	<i>CARATTERISTICHE FUNZIONALI DEI CORRIDOI</i>	188
7.1.3	<i>SIMULAZIONI DI MARCIA</i>	191
7.1.4	<i>VERIFICA DI CAPACITÀ</i>	199
7.1.5	<i>ANALISI DELLA CAPACITÀ STAZIONE PADERNO-ROBBIATE DURANTE LA FASE INERZIALE</i>	203
7.1.6	<i>PRIME VALUTAZIONI SULLE SOGGEZIONI ALL’ESERCIZIO FERROVIARIO</i>	206
8	SINTESI DELL’ANALISI DI SOSTENIBILITA’	211
9	SINTESI DELLO STUDIO DI TRASPORTO	215
10	SINTESI DELL’ANALISI COSTI BENEFICI (ACB)	219



**DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE
PROGETTUALI**
**POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1
FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO
D’ADDA**

DOCFAP

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	3 DI 222

	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA					
DOCFAP	COMMESSA NB3P	LOTTO 01	CODIFICA T 14	DOCUMENTO RGMD0000001	REV. A	FOGLIO 4 DI 222

1 SCOPO DEL DOCUMENTO

Il presente documento individua e analizza le soluzioni progettuali che sono state esplorate sulla base di quanto riportato nel Quadro Esigenziale, redatto da RFI per il “Nuovo Ponte di Paderno”.

Il DOCFAP, sulla base gli obiettivi generali da perseguire attraverso la realizzazione dell’intervento, i fabbisogni, le esigenze qualitative e quantitative individuate nel Quadro Esigenziale, individua e analizza le possibili soluzioni progettuali inclusa l’ipotesi di non realizzare l’intervento.

Il documento illustra le principali incidenze delle alternative analizzate sul contesto territoriale, ambientale, paesaggistico, culturale e archeologico e sulla base del confronto comparato tra le alternative prese in considerazione fornisce un supporto decisionale individuando la soluzione che presenta il miglior rapporto tra costi e benefici per la collettività e per l’ambiente, in relazione alle specifiche esigenze da soddisfare e alle prestazioni da fornire.

Nell’ambito dello studio sono stati individuati diversi n. 3 possibili scenari infrastrutturali, la cui fattibilità è stata valutata tenendo in considerazione i vincoli di natura archeologica, ambientale nonché il rischio idrogeologico. Inoltre, sono state individuate le principali caratteristiche delle opere al fine di individuare i tempi di costruzione e i costi parametrici dell’intervento.

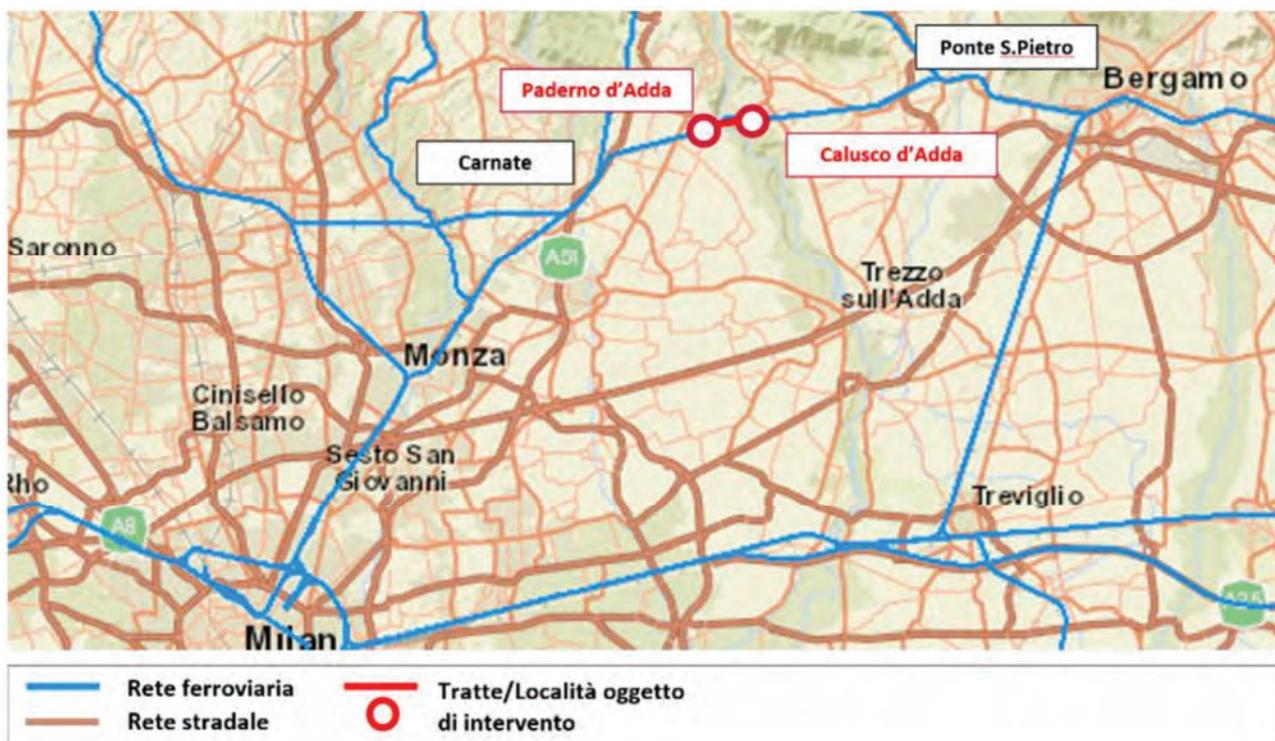
È parte integrante del DOCFAP lo studio di trasporto, che ha l’obiettivo di calcolare degli indicatori di prestazione funzionali a supporto dell’individuazione dell’alternativa preferibile ed economicamente vantaggiosa attraverso lo strumento dell’Analisi Costi Benefici.

Sono parte integrante del DOCFAP i seguenti documenti:

- Planoprofilo delle alternative
- Carta geologica con elementi di geomorfologia
- Studio di Trasporto
- Analisi Costi benefici
- Analisi Sostenibilità

2 INTRODUZIONE

L'intervento si inserisce nel progetto di potenziamento della tratta Carnate – Ponte San Pietro, interessata dalle relazioni Milano-Monza-Bergamo e Como-Bergamo, e consiste nella realizzazione del nuovo ponte ferroviario, in sostituzione dell'esistente ponte ferrostradale in ferro realizzato nel 1917.



Il ponte esistente, denominato ponte San Michele ma noto anche come ponte di Calusco, ponte di Paderno o ponte Röthlisberger, è un ponte ad arco in ferro, a traffico misto ferroviario-stradale, che collega i comuni di Paderno d'Adda e Calusco d'Adda attraversando una gola del fiume Adda. Rappresenta uno dei simboli dell'archeologia industriale italiana e nel 2017 è stato candidato per essere inserito nella lista UNESCO dei patrimoni dell'umanità.



Nel 2022 Negli scorsi mesi RFI S.p.A., in collaborazione con Regione Lombardia, le Province di Lecco e Bergamo e coinvolgendo i Comuni interessati, ha definito le prime ipotesi delle alternative di tracciato per la creazione di due nuovi attraversamenti del fiume Adda, uno per il traffico stradale ed uno per quello ferroviario, opere in sostituzione dell’esistente ponte San Michele tra Paderno e Calusco d’Adda.

Nell’ambito dei confronti, è stata individuata la soluzione denominata SUD la quale, in merito al traffico stradale, si sposa sinergicamente con il Progetto Definitivo della strada di collegamento tra via Rivalotto e via Vittorio Emanuele prodotto dalla Provincia di Bergamo e, in merito al traffico ferroviario, prevede la realizzazione di una nuova linea di tracciato generata da uno sficcio di quella esistente, per un’estesa totale di 2 km circa di doppio binario.

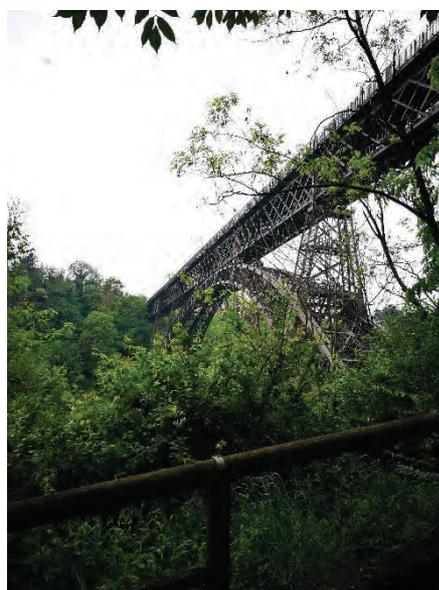
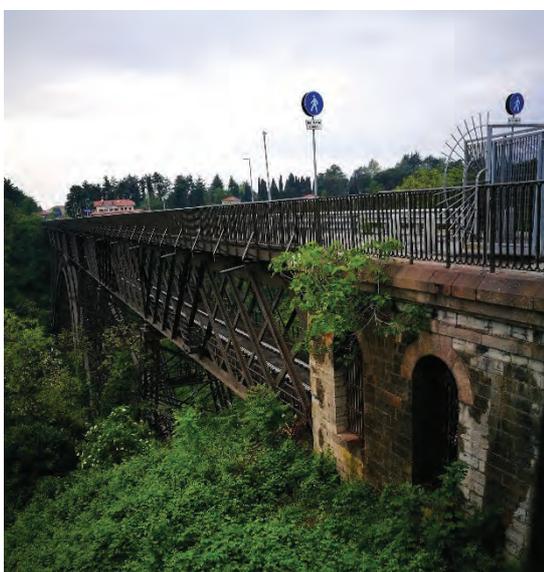
Questa configurazione infrastrutturale nell’ambito del DOCFAP è indicata come “ **Scenario 0**”



A Gennaio 2023 RFI ha incaricato ITF si sviluppare il PFTE del “Nuovo Ponte Ferroviario Paderno D’Adda” e relativo DOCFAP

3 SINTESI QUADRO ESIGENZIALE

Il Ponte San Michele è un’opera che ospita nella parte superiore la viabilità e nella parte inferiore la ferrovia e realizza il collegamento tra l’abitato di Paderno d’Adda e Calusco d’Adda.



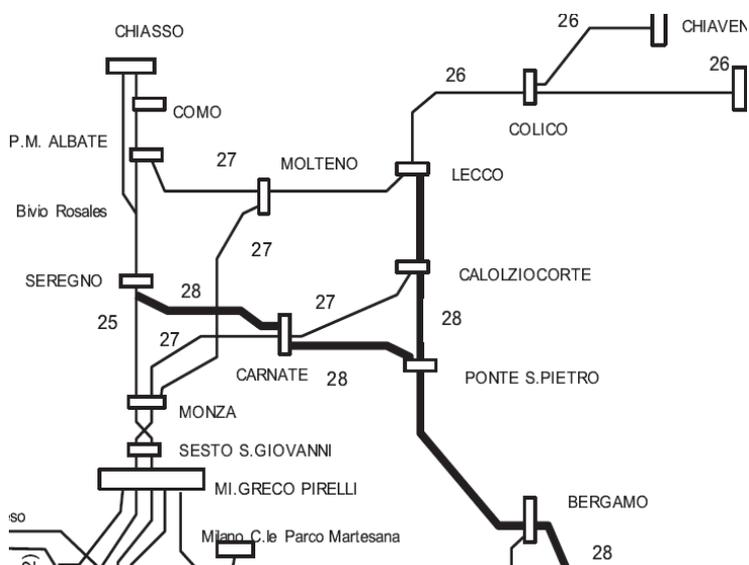
La viabilità è composta da un’unica corsia con due camminamenti pedonali laterali (di cui uno adibito anche a pista ciclabile). Il senso unico alternato della circolazione stradale è regolato mediante semaforo e produce di fatto code che spesso arrivano nei centri abitati. Sul ponte vige il divieto permanente di transito a tutti i veicoli di massa complessiva superiore ai 35 quintali. Queste limitazioni sono finalizzate a ridurre le sollecitazioni alla struttura; prima del 2018 il limite di velocità per gli autoveicoli era di 30 km/h, mentre dal settembre 2020, al termine dei lavori di manutenzione straordinaria, è stato ridotto a 20 km/h, ed è attivo un sistema automatico di rilevazione delle infrazioni a tale limite.

La linea ferroviaria è a semplice binario ed elettrificata; il ponte viene attraversato dai treni con riduzione di velocità a 15 km/h, questa limitazione era presente già da prima dei lavori iniziati nel 2018. L’attraversamento del ponte da parte dei treni impone la sospensione della circolazione viaria.

L’esigenza di realizzare un nuovo ponte è oggi sostanzialmente motivata dallo stato dell’opera d’arte che richiede costi di manutenzione elevati nonché significativi condizionamenti sia al transito stradale che ferroviario.

La linea Seregno – Carnate – Ponte San Pietro, di cui fa parte la tratta oggetto di intervento, è costituita da un semplice binario elettrificato a 3 kV. Essa risulta inserita all’interno della rete TEN-T come tratta globale (Comprehensive).

La stazione di Seregno è in comune con la linea Milano – Chiasso nonché con la linea di Ferrovie Nord verso Saronno/Malpensa/Novara. La stazione di Carnate è in comune con la Monza – Lecco, mentre la stazione di Ponte San Pietro è in comune con la linea verso Lecco e verso Bergamo/Rovato.



La linea attualmente ha solo traffico di tipo regionale, in particolare quello disciplinato dal vigente Accordo Quadro con la Regione Lombardia.

La linea è attualmente interessata da traffici delle relazioni Milano Porta Garibaldi – Carnate – Bergamo, il cosiddetto R14 con una frequenza di un treno/h per direzione con rinforzi, per un totale di 40 treni al giorno.

Nello scenario di Sviluppo dei servizi Allegato D è previsto il raddoppio della frequenza di tale servizio con la trasformazione nel suburbano S18 con origine dalla futura stazione prevista nel collegamento di Orio al Serio e termine a Milano Porta Garibaldi/Milano Bovisa (Rete Ferrovie Nord Milano).

Negli ulteriori scenari di sviluppo post Accordo Quadro della Regione Lombardia è prevista l’istituzione di un servizio orario che dovrebbe collegare l’Aeroporto di Orio con l’aeroporto di Malpensa, tramite rete RFI e rete di Ferrovie Nord.

La linea non è attualmente percorsa da traffico merci, a causa delle limitazioni dell’attuale ponte, in termini di categoria di massa assiale.

Nella programmazione di RFI sono già presenti una serie di interventi sulle linee afferenti alla Seregno - Carnate - Ponte San Pietro. Nello specifico:

	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA					
DOCFAP	COMMESSA NB3P	LOTTO 01	CODIFICA T 14	DOCUMENTO RGMD0000001	REV. A	FOGLIO 9 DI 222

- è prevista la realizzazione di interventi di realizzazione sottopassi con contestuale adeguamento dei marciapiedi (innalzamento e allungamento) nelle stazioni di Paderno, Calusco e Terno d’Isola;
- è previsto il rinnovo del sistema di distanziamento con blocco conta assi e degli apparati centrali computerizzati ambito progetto di internalizzazione tecnologica nelle stazioni di Paderno, Calusco e Terno con successivo inserimento in ACCM;
- sono in corso interventi di potenziamento sulla tratta Ponte San Pietro – Bergamo, che prevedono un raddoppio parziale della linea da Curno a Bergamo, con il potenziamento infrastrutturale delle stazioni di Ponte San Pietro e di Bergamo;
- come prosecuzione del raddoppio lato Ponte San Pietro è previsto il raddoppio Bergamo – Montello;
- sulla linea Monza – Carnate è previsto un intervento di potenziamento tecnologico con la realizzazione di un nuovo sistema di distanziamento con sezioni ricomprese tra 900 e 1060 m funzionale ad incrementare la capacità a 12 treni/h per direzione;

Inoltre, sono stati da poco avviati i lavori di realizzazione del nuovo collegamento ferroviario tra la stazione di Bergamo e l’aeroporto di Orio al Serio. Ulteriormente sono previsti in avvio nel 2023 due studi di fattibilità del potenziamento dell’itinerario Seregno – Carnate – Ponte San Pietro – Bergamo e del raddoppio della linea Montello - Rovato.

Dall’analisi del quadro degli investimenti in corso e degli studi pianificati attualmente l’intervento ha carattere esclusivamente per il traffico regionale afferente ai bacini di Bergamo e Milano ma che in prospettiva serve per servizi di connessione tra Ovest ed Est Lombardia come il futuro Servizio Orio – Malpensa. L’intervento ha benefici soprattutto in fase di gestione (puntualità) nonché in programmazione mentre il pieno beneficio della capacità si potrà avere a valle del completamento del raddoppio fino a Bergamo.

L’intervento consente di eliminare il rallentamento attualmente presente a 15 km/h nonché procedere alla riclassificazione della tratta in D4. La presenza del **doppio binario**, a struttura orario invariata, garantisce inoltre margini ulteriori per puntualità e anche potenzialmente agevola la programmazione di servizi aggiuntivi. Il traffico totale sulla tratta, infatti, potrà raggiungere il valore giornaliero complessivo di 108 treni regionali e 36 treni merci, a completamento di tutti gli interventi correlati.

Per quanto riguarda gli obiettivi specifici si farà riferimento ad un set di indicatori di prestazione, *Key Performance Indexes* (KPIs), che si riferiscono a:

- Incremento di Puntualità della Linea
- Eliminazione limitazioni dell’attuale ponte (categoria peso assiale e velocità)

In generale, il progetto dovrà perseguire il conseguimento di obiettivi di sostenibilità, volti a:

- Garantire operatività ed efficienza dell'infrastruttura ferroviaria per promuovere trasporti e mobilità sostenibili
- Ridurre le situazioni di congestione stradale e connessi carichi ambientali, dovuti alle restrizioni attuali della circolazione lungo il ponte
- Incrementare l'attrattività delle relazioni di collegamento con alcuni poli in particolare (ad esempio, Aeroporto di Bergamo)
- Preservare il capitale naturale e valorizzare il contesto paesaggistico e i caratteri identitari dei luoghi
- Limitare le emissioni climalteranti in fase di realizzazione dell'opera e in fase di esercizio, in coerenza con le strategie europee di mitigazione dei cambiamenti climatici

Il ponte attuale, secondo le indicazioni date dai manutentori, che indicano una rimanente vita utile non elevata, dovrà trovare un'alternativa in uno scenario di medio termine. Quindi non è pensabile valutare alternative ulteriori di manutenzione o sostituzione del ponte nell'attuale sede. Tra l'altro il ponte stesso, essendo stato candidato alla tutela UNESCO, è soggetto a vincolo da parte delle autorità competenti di tutela dei beni architettonici, quindi non è pensabile prevederne la demolizione e ricostruzione in sede.

Le soluzioni da esplorare prevedono necessariamente un ponte con una variante di tracciato a doppio binario.

	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA					
DOCFAP	COMMESSA NB3P	LOTTO 01	CODIFICA T 14	DOCUMENTO RGMD0000001	REV. A	FOGLIO 11 DI 222

4 ANALISI DEL TERRITORIO

Di seguito si riporta una descrizione relativa agli aspetti di natura geologica ed idrogeologica sia a scala regionale che locale, oltre agli aspetti sismici relativi all’area di intervento. Inoltre, vengono riportati gli aspetti riguardanti i vincoli idraulici e archeologici.

4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

4.1.1 *Inquadramento geologico e geomorfologico regionale*

Il settore in esame interessa, dal punto di vista geologico, una successione sedimentaria di depositi tardo - terziari e quaternari post – orogenetici, continentali, formatisi tra il Pliocene e l’Olocene che hanno colmato un bacino con un substrato costituito da litotipi carbonatici riferibili a successioni pre-orogenesi mesozoiche di ambiente di piattaforma carbonatica, scarpata e bacino. Il substrato è caratterizzato dalla convergenza di strutture profonde che rappresentano i *thrust* frontali alpini sud-vergenti e le faglie ad essi associate. La genesi dei depositi di copertura è legata alla presenza in passato di ghiacciai e al conseguente trasporto di detriti che questi, ed i torrenti a loro associati, hanno avuto lungo le valli alpine. Allo sbocco in pianura i detriti sono stati in parte depositati e in parte presi in carico dagli scaricatori glaciali a formare la piana fluvioglaciale (Figura.1).

La morfologia dell’area è in stretta relazione con la natura dei terreni e con l’assetto tettonico; nei luoghi in cui affiorano litologie a comportamento rigido (conglomerati) si hanno versanti ripidi caratterizzati da sommità con superfici pianeggianti. L’uniformità del paesaggio è interrotta dalle valli dei fiumi principali, generalmente con direzione da WNW-ESE a NW-SE, formando rilievi collinari allungati parallelamente alle valli. Il modellamento del paesaggio è legato principalmente ai processi di erosione lineare e areale, con lo sviluppo di scarpate morfologiche e di movimenti lenti di versante; quest’ultimi sono generalmente innescati dall’approfondimento delle incisioni vallive laddove affiorano formazioni argillose, come verrà descritto successivamente.



Stralcio non in scala del foglio CARG 97 – Vimercate, i poligoni rossi indicano le principali unità dell'area in esame.

	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA					
DOCFAP	COMMESSA NB3P	LOTTO 01	CODIFICA T 14	DOCUMENTO RGMD0000001	REV. A	FOGLIO 13 DI 222

4.1.2 **Assetto stratigrafico**

Nell’area di studio affiorano terreni appartenenti alla successione neogenico-quadernaria depositatisi sulle rocce del substrato appartenente alla Successione Sedimentaria delle Alpi Meridionali (Figura.2). Rispetto a queste ultime, nell’area di progetto sono state incontrate litologie appartenenti alle formazioni: Flysch di Bergamo, Formazione di Brenno e Formazione di Tabiago. A seguire si riporta una breve descrizione delle unità citate.

Flysch di Bergamo

Alternanze di peliti e arenarie in strati da sottili a spessi, affioranti più frequentemente nelle associazioni delle seguenti facies litologiche: alternanze di peliti ed arenarie fini e medie, in strati da sottili a spessi con superfici di stratificazione piano parallele; alternanze di arenarie fini e laminate in strati sottili e peliti con concrezioni calcaree; arenarie medie e grossolane, massive o in strati spessi, con intercalati sottili livelli pelitici; calcari a tessitura fine, da giallastri a biancastri, in strati piano-paralleli da sottili a spessi a base calcarenitica talora microconglomeratica. Età: Campaniano.

Formazione di Brenno

La formazione è caratterizzata da una litozona inferiore grigia e da una superiore rossa. Quella grigia è costituita da calcisiltiti/calculutiti da grigie a nocciola in strati piano-paralleli normalmente inferiori a 10 cm; regolarmente alternate a peliti argillose grigiastre, fogliettate, in strati di spessore massimo 5cm. La litozona rossa è rappresentata da peliti marnoso-argillose, talora in banchi metrici, comunemente alternate a calculutiti in giunti e in orizzonti decimetrici. Età: Maastrichtiano.

Formazione di Tabiago

Calcareniti/calcisiltiti, a grandi foraminiferi nella frazione più grossolana, in genere separati da giunti o straterelli marnoso-argillosi. Nella parte inferiore si intercalano brecciole a bioclasti in orizzonti lenticolari e un pebbly mudstone di circa 25 m con blocchi calcarei in matrice marnoso-argillosa grigia e rossastra. In genere le parti basale e sommitale della successione sono marcate rispettivamente da un livello di marne argillose rosse (“Scaglia marnosa rossa” di Venzo 1954) e da un livello di calculutiti ben stratificate con noduli di selce. Età: Paleocene inferiore - Eocene medio.

Tra le unità appartenenti alla successione neogenico-quadernaria, depositatisi in appoggio sulle rocce del substrato, nell’area di progetto affiorano: le Argille di Conche; Conglomerati cementati del “Ceppo” (Ceppo del Brembo, Ceppo del Naviglio di Paderno, Ceppo dell’Adda); ghiaie e sabbie sciolte derivanti da depositi glaciali e fluvioglaciali del Pleistocene medio –superiore, ai quali si aggiungono i depositi olocenici. Di seguito si riporta una descrizione sintetica delle unità.

Argille di conche

Limi, limi argillosi e sabbie, con tonalità di colore variegato da grigio-scuro a giallo ocra, con presenza di resti vegetali in alcuni orizzonti. Localmente si osservano livelli o lenti di conglomerato ben addensato. Età: Pliocene?.

Ceppo indistinto

Conglomerato cementato costituito da ghiaia a prevalente supporto clastico, con ciottoli da subarrotondati a subangolosi e matrice arenacea. La cementazione è generalmente buona, localmente irregolare. Clasti poligenici (calcari, micascisti, gneiss, graniti). Nell’area, durante le attività di rilevamento, si sono osservati principalmente due tipologie di Ceppo: Ceppo dell’Adda e Ceppo del Naviglio. La differenza principale consiste nell’aumento dei ciottoli di flysch nel Ceppo del Naviglio. Età: Pleistocene medio-inferiore.

Ghiaie e sabbie fluvioglaciali

Depositi poco o nulla alterati, costituiti da ghiaie a supporto di matrice, a ghiaia fine con sabbia grossolana a supporto di clasti, (ma con matrice abbondante), a sabbia grossolana; i clasti sono da subarrotondati a spigolosi, generalmente poligenici. Tale unità comprende i depositi dell'ultimo evento sedimentario iniziato subito dopo il ritiro del ghiacciaio e tuttora in corso di evoluzione. Età: Pleistocene medio-superiore.



Figura 2. Colonna stratigrafica semplificata (non in scala) dell’area.

Infine, lungo la forra dell’Adda sono presenti depositi di versante olocenici attribuiti al sistema del Po. L’elevata acclività delle pareti e il diffuso affioramento delle unità conglomeratiche e ghiaiose hanno alimentato i depositi che si sono accumulati alla base delle pareti, lungo i versanti stessi e lungo le rive del F. Adda, diffusamente rivestite da un *talus* formato da grossi blocchi.

	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA					
DOCFAP	COMMESSA NB3P	LOTTO 01	CODIFICA T 14	DOCUMENTO RGMD0000001	REV. A	FOGLIO 15 DI 222

Per la cartografia geologica di progetto si rimanda all’elaborato “Carta geologica con elementi di geomorfologia” alla scala 1:10.000 (codifica elab. NB3P01T69G4GE0001001A).

4.1.3 **Assetto tettonico-strutturale**

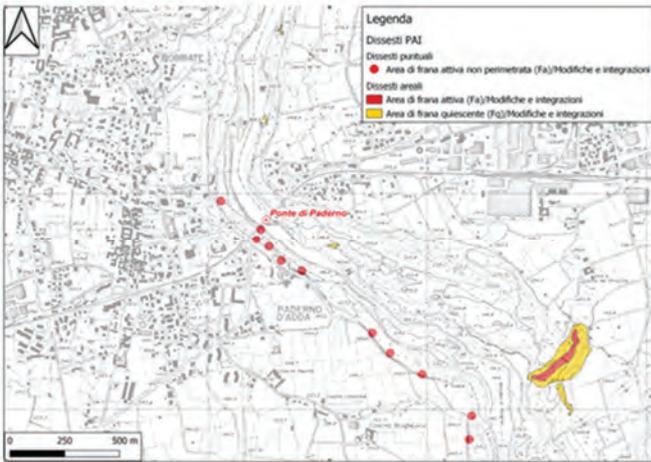
Nell’area in esame si riporta la presenza di una piega sinclinale a sud del Monte Robbio il cui asse passa all’incirca tra la diga Nuova e la diga vecchia. Il suo fianco settentrionale, rovesciato, affiora lungo l’alzaia fino alla diga Nuova. Ad essa segue verso nord l’anticlinale di M. Robbio il cui nucleo, fagliato, si trova subito a nord della diga Nuova (Giussani 1993). Tali elementi plicativi presentano assi NE-immersenti con direzione NO-SE. Si riporta inoltre la presenza di dislocazioni dirette NNO-SSE che hanno interessato tanto il substrato quanto i depositi pleistocenici più antichi. Tali dislocazioni hanno verosimilmente provocato una traslazione verso nord della zona orientale rispetto a quella occidentale (Giussani 1993).

Nell’area di progetto il substrato affiora con giaciture in direzione NO-SE, solitamente NE-immersenti e con un alto angolo di immersione (>50°).

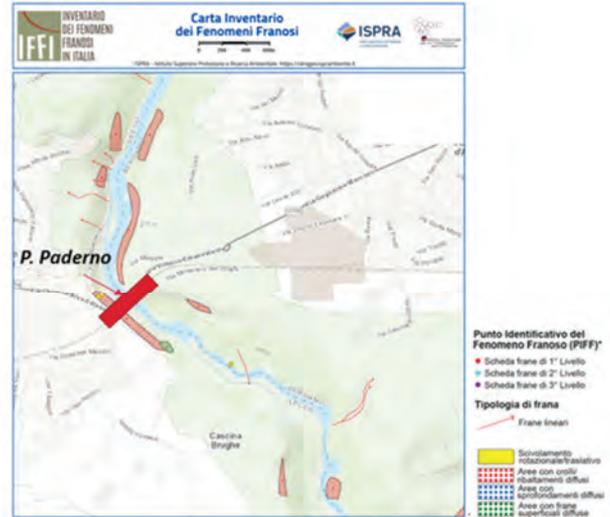
4.1.4 **Inquadramento geomorfologico**

Da un punto di vista geomorfologico, l’area in esame si estende a cavallo del fiume d’Adda, in corrispondenza di un tratto in cui lo stesso incide una valle profonda fino a 80m ca e larga circa 300m. Le forme che caratterizzano l’area di studio sono essenzialmente: forme strutturali, forme di versante dovute alla gravità, forme legate alle acque correnti superficiali e forme antropiche. I versanti vallivi si presentano dunque con pareti scoscese alla cui sommità si rinvengono superfici sommitali sub-pianeggianti di tipo *mesa* e *plateau*, orlate da scarpate di degradazione e/o di frana ad influenza strutturale, prevalentemente legate alle disomogeneità litologiche, a causa della presenza di litotipi competenti (conglomerati) sopra altri facilmente erodibili (argille e limi). Su queste superfici sommitali sorgono gli abitati di Paderno e Calusco d’Adda, rispettivamente situati in riva destra e in riva sinistra. Lungo le pareti scoscese dell’Adda possono svilupparsi locali ed isolati fenomeni gravitativi riconducibili a crolli, che interessano in particolar modo le litologie conglomeratiche. Inoltre, all’interno del canyon dell’Adda tra Paderno e Porto d’Adda, sono presenti grandi fenomeni di espansione laterale. Le trincee di grandi e, talvolta, enormi, dimensioni e le contropendenze sono state spesso interpretate dagli Autori precedenti come dovute all’erosione fluviale dei meandri dell’Adda; Caldara et alii (1988) e Giussani (1993) hanno invece messo in luce vistosi fenomeni di espansione laterale che si esplica con lo scorrimento del corpo esteso, compatto e ben cementato, del ceppo dell’Adda sui limi e le argille di Conche. Nei limitati affioramenti, le argille presenti nel canyon sono deformate per spremitura dal basso a causa dello spostamento dei blocchi (Note Illustrative del foglio 097 – Vimercate; Figura 4).

Analisi bibliografica: PAI e IFFI



Distribuzione dei fenomeni franosi sulla base del PAI (AdbPo, aggiornamento 2022).



Distribuzione dei fenomeni franosi sulla base IFFI.

Figura 3. Stralci di cartografie PAI ed IFFI nell'areale di progetto.

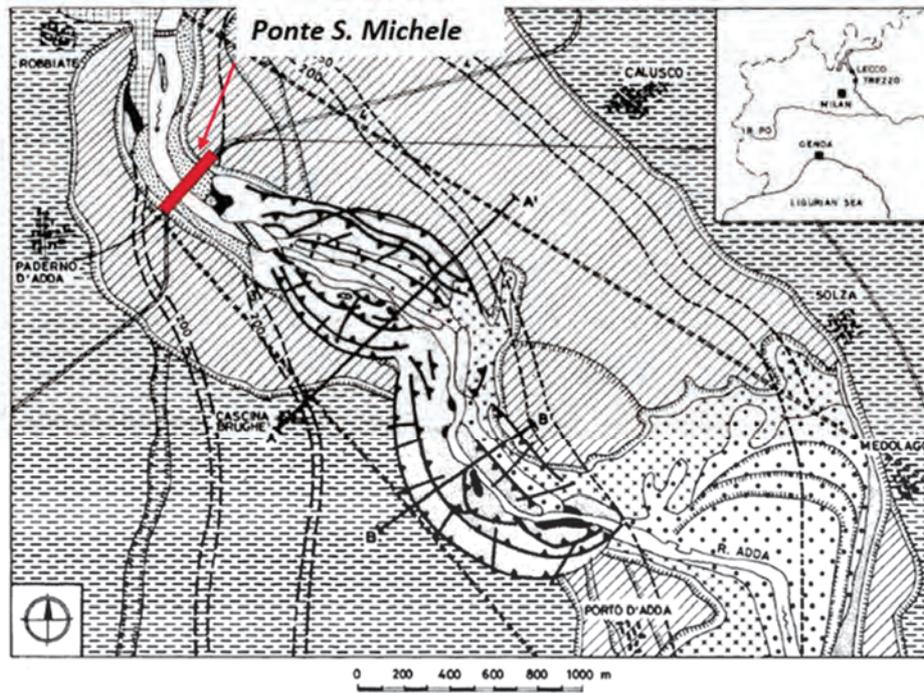


Fig. 1. The R. Adda valley south of Lecco: geology of the canyon between Robbiate and Porto d'Adda.
1) Morphological terraces. 2) Landslide scarps and cracks. 3,4) Contour lines of the Mindelian and Rissian buried canyons. 5) Recent alluvia. 6) Würmian alluvia. 7) Rissian alluvia. 8) "Ferretto" residual soil. 9) Mindelian alluvia. 10) "Ceppo dell'Adda" conglomerate. 11) Villafranchian clays. 12) Cretaceous-Paleogene bedrock. 13) Irrigation and hydropower tunnels. 14) Dams. 15) Traces of sections.

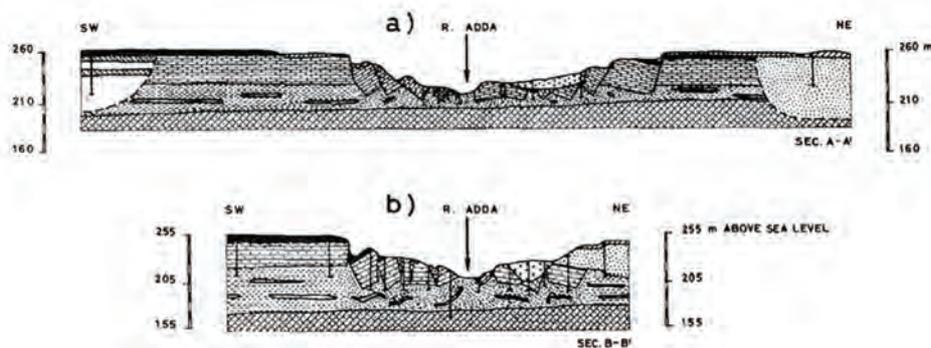


Fig. 2. a,b) Geological sections through the Adda canyon, showing the landslide induced morphology; c) Simplified model of landslide mechanism. 1) Recent alluvia. 2) Würmian alluvia. 3) Rissian alluvia. 4) "Ferretto". 5) Mindelian alluvia; a) gravels and sands; b) conglomerates. 6) "Ceppo dell'Adda" conglomerate. 7) Villafranchian sediments; a) clays; b) sands and gravels. 8) Cretaceous Paleogene bedrock. 9) Boreholes.

Figura 4. Schema dell'instabilità insistente lungo i versanti dell'Adda proposto dallo studio di CALDARA, M., CANCELLI, A., & GIUSSANI, A. (1988). *The Adda Canyon, south of Lecco: An example of landslide induced morphology. In International symposium on landslides. 5 (pp. 89-94).*

	<p>DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI</p> <p>POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA</p>												
<p>DOCFAP</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NB3P</td> <td>01</td> <td>T 14</td> <td>RGMD0000001</td> <td>A</td> <td>18 DI 222</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	18 DI 222
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	18 DI 222								

4.1.5 *Inquadramento idrogeologico*

Dal punto di vista idrogeologico, nell’area di progetto si possono distinguere almeno tre unità dal comportamento molto diverso in termini di permeabilità: un complesso Ghiaioso-Sabbioso, costituito da ghiaie e sabbie passanti a sabbie prevalenti, molto permeabile, il sottostante complesso del “Ceppo” conglomeratico permeabile in parte per porosità primaria ed in parte per fratturazione ed il più profondo complesso Argilloso di scarsa permeabilità.

Dalla banca dati della Regione Lombardia è possibile scaricare la carta delle isofreatiche dell’acquifero superficiale freatico e dell’acquifero profondo, confinato o semiconfinato, relative al maggio e settembre 2014. I dati sono scaricabili all’indirizzo:

https://www.geoportale.regione.lombardia.it/metadati?p_p_id=detailSheetMetadata_WAR_gptmetadataportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&detailSheetMetadata_WAR_gptmetadataportlet_uuid=%7B0C970C7B-C060-40FD-A629-724E68A2E821%7D

Dall’analisi dei dati disponibili su scala regionale è possibile ricavare una osservazione di carattere generale relativa alla morfologia dell’acquifero, che presenta linee di flusso con andamento NNW-SSE e con una soggiacenza media piuttosto elevata (30-40 m) nella porzione settentrionale del territorio, ma che tende a ridursi spostandosi verso sud. A scala regionale le falde hanno una tendenza a scendere dalle aree pedemontane verso il Fiume Po con un gradiente idraulico che decresce in modo piuttosto regolare. Nell’area di interesse i livelli dell’acquifero superficiale presentano una direzione di flusso da ovest verso est e i dati reperiti mostrano una quota della falda che varia da circa da 210 m s.l.m., nel settore occidentale, a 160 m s.l.m., nella zona prossima al F. Adda presso la località Porto D’Adda (Figura 5). Si sottolinea che sebbene le differenze tra Maggio e Settembre 2014 siano minimali non sono da escludere variazioni di falda potenzialmente occorse negli anni successivi. L’Acquifero profondo, sempre dai dati disponibili, potrebbe essere confinato o semiconfinato.

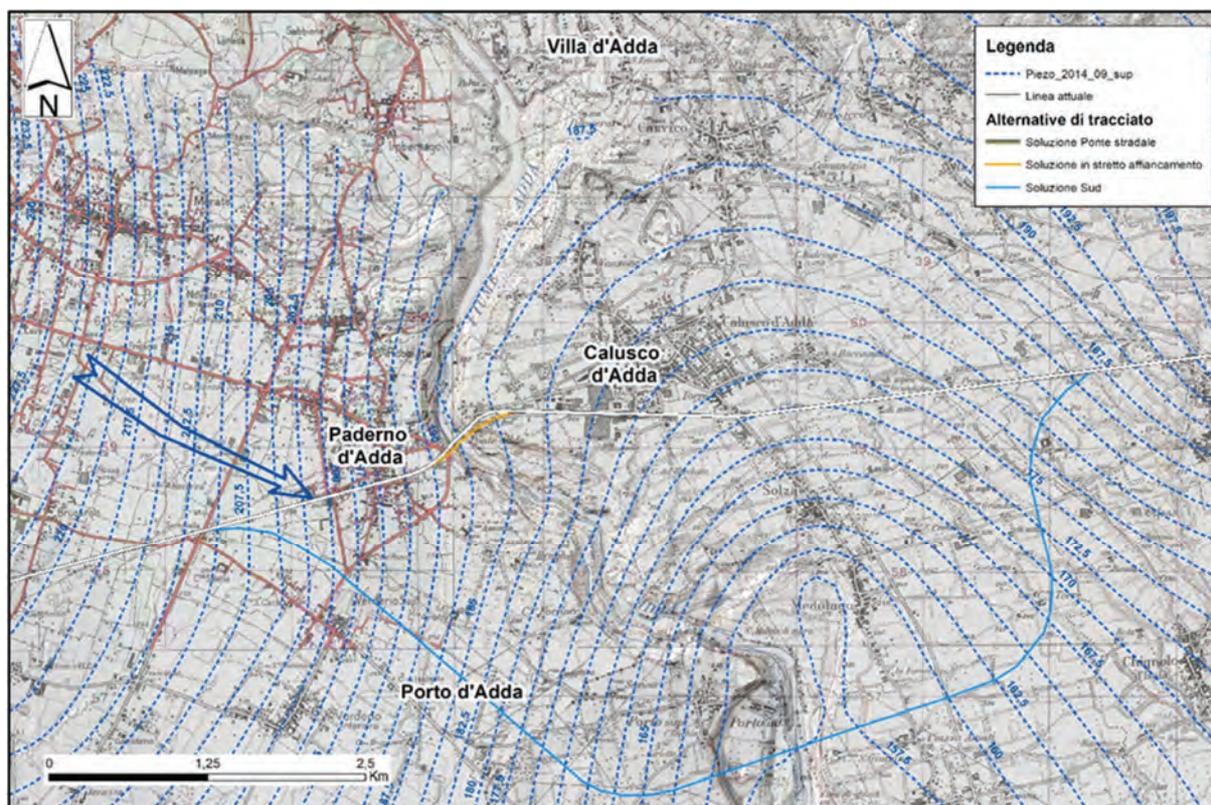


Figura 5. Piezometria dell’acquifero superficiale (Banca Dati Regione Lombardia, aggiornati al 2014).

4.1.6 Rilevamento geologico e campagna indagine

Per la definizione dell’assetto geologico di sottosuolo e geomorfologico sono state raccolte e analizzate le cartografie tematiche (geologiche e geomorfologiche) disponibili, articoli scientifici, immagini aeree e satellitari di monitoraggio del territorio e le indagini geognostiche disponibili già realizzate nell’area interessata dagli interventi in progetto.

Rilevamento geologico e geomorfologico

Le attività di rilevamento geologico e geomorfologico svolte a fine 2022 e nei primi quattro mesi del 2023 hanno avuto lo scopo di individuare eventuali criticità geologiche e geomorfologiche nell’area di studio, al fine di valutare la fattibilità delle opere di progetto. Durante le fasi di rilevamento si è posta particolare attenzione ai depositi continentali recenti e alla verifica dell’assetto geologico e geomorfologico lungo l’intera

tratta. Ai rilievi di terreno sono state affiancate valutazioni di tipo fotogeologico basate sulla consultazione di dati telerilevati, quali foto aeree e ortofoto, e sono state eseguite analisi di DTM da volo Lidar.

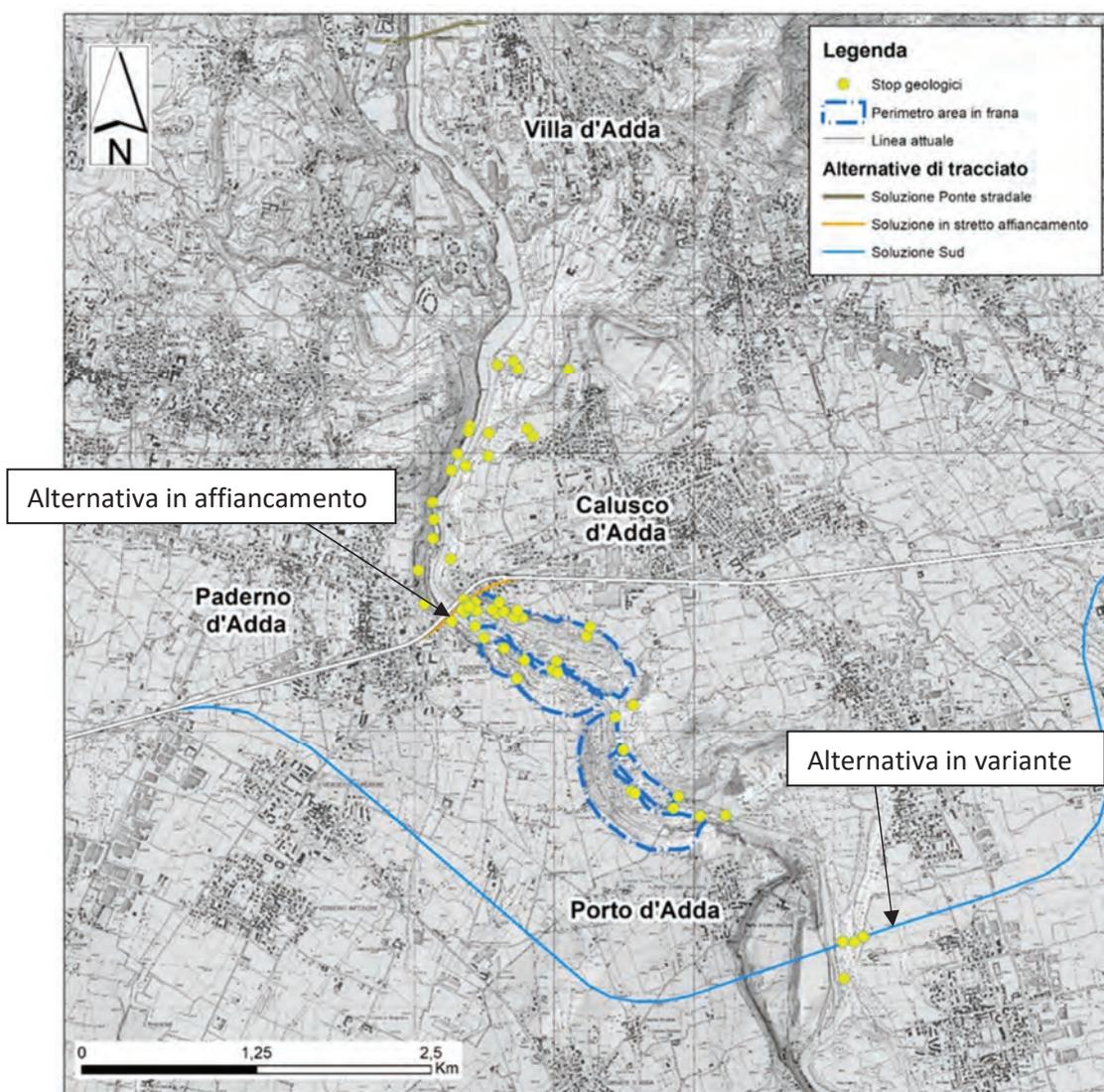


Figura 6. Carta degli stop geologici eseguiti nella fase di DOCFAP.

Campagna indagine

Nell'ambito della campagna geognostica Italferr 2023, da febbraio a maggio, sulla zona di Calusco, sono state realizzate le seguenti indagini geognostiche:

- n. **4 sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo**, spinti fino alla profondità massima di 145m con esecuzione di prove in foro (SPT, prove di permeabilità e pressiometriche/dilatometriche) e prelievo di campioni (allegato stratigrafie ITF23);

- n. **2 prove sismiche di tipo M.A.S.W.** denominate M1 e M2, finalizzate alla determinazione del parametro Vseq ed alla definizione della categoria sismica del suolo di fondazione, ai sensi delle N.T.C. 2018.;

- n. **12 prove sismiche di tipo H.V.S.R.** denominate da HV1 a HV12, finalizzate all'individuazione di eventuali contrasti d'impedenza sismica di natura stratigrafica;

- n. **3 profili sismici a rifrazione** con registrazione in onde P e S (stese SR1 e SR2) e in sole onde P (stesa SR3 eseguita in parete); tutti gli stendimenti sono stati finalizzati all'elaborazione di sezioni interpretative in termini di velocità sismiche;

- n. **2 profili tomografici elettrici 2D**, denominati EL1 ed EL2, finalizzati all'elaborazione di sezioni interpretative in termini di resistività elettrica e di supporto nella ricostruzione del modello geologico-stratigrafico dell'area.

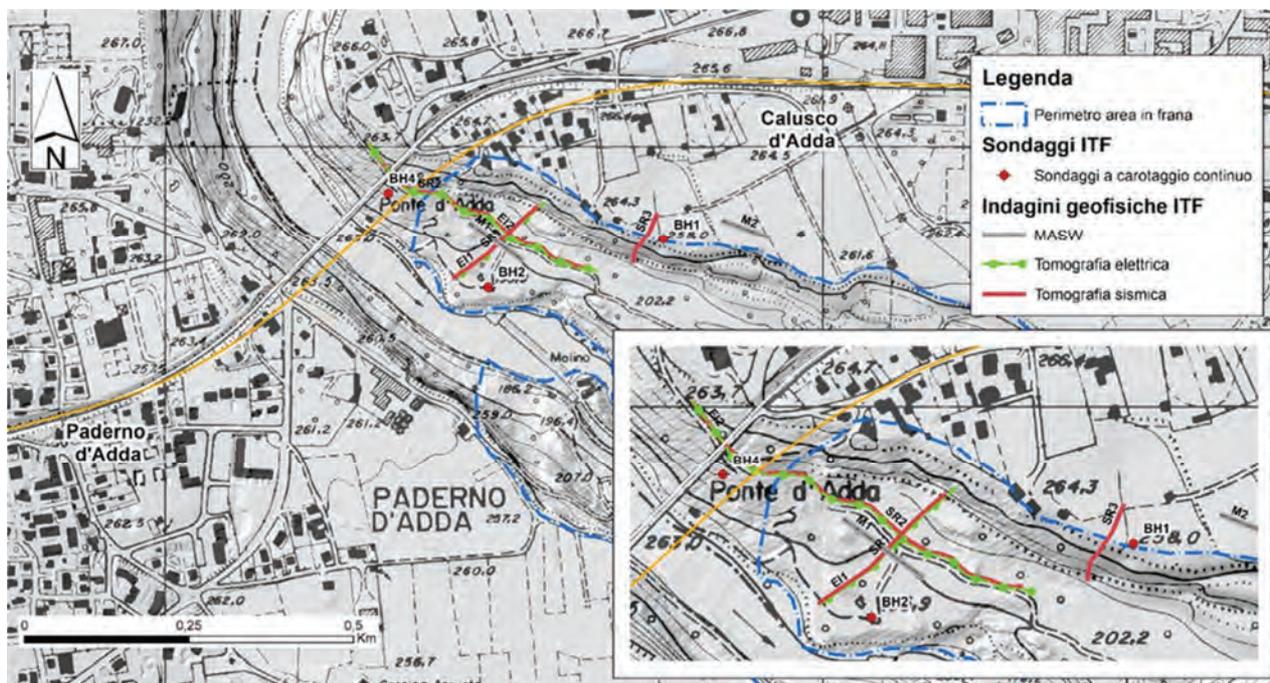


Figura 7. Planimetria indagini eseguita da Italferr nel 2023 in fase di DOCFAP.

La campagna indagine ha messo in luce un assetto geologico strutturale complesso. Per le stratigrafie dei sondaggi realizzati si rimanda la documentazione stratigrafica e fotografica all'appendice "Stratigrafie ITF23". Per quanto riguarda le indagini geofisiche (Figura 7) di seguito si riportano alcune considerazioni sintetiche. Le HVSR10 e 11 mettono un picco di frequenza ad 1.8hz probabilmente dovuto alla presenza del substrato

roccioso a profondità elevate (oltre 50m); tali risultati trovano conferma anche dalla restituzione della tomografia elettrica EL2. Nella porzione sommitale della sezione EL2 si individua con buona continuità l'unità superficiale a resistività medio-alta (>150 ohm.m), a cui si abbinano depositi prevalentemente medio-grossolani (sabbie -ghiaie con blocchi di conglomerato); al di sotto della precedente unità, specialmente nel settore centrale e sud-orientale della sezione si differenzia l'unità intermedia a resistività medio-bassa (<150 ohm.m), riferibile ai depositi prevalentemente a granulometria fine (argille e limi) riconducibili probabilmente alle "Argille di Conche" che tendono ad ispessirsi verso sud. Infine, particolarmente significativa è la tomografica sismica SR3 eseguita a sud dell'abitato di Calusco sulla scarpata e parete conglomeratica "falesia" (Figura 8) della valle incisa dal Fiume Adda. Dall'analisi dell'elaborato tomografico si segnala un elemento di debolezza all'interno dell'unità conglomeratica, rappresentato dall'introflessione delle velocità sismiche ($V_p < 2000$ m/s) sia a tergo della falesia che in scarpata, il quale non consente di escludere la presenza di una potenziale frattura in evoluzione.

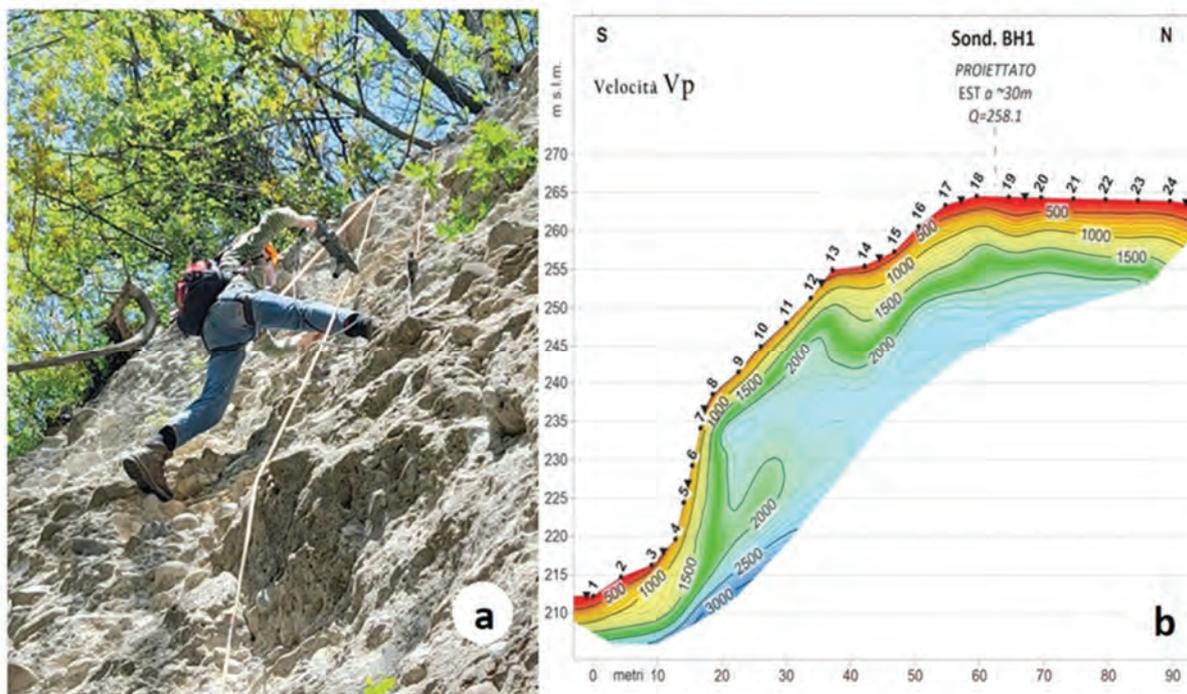


Figura 8. Indagini sismiche a rifrazione in parete: a) Fasi di allestimento layout ed inserimento dei geofoni sulla parete conglomeratica; b) Sezione sismica SR3 in onde P, eseguita quasi interamente su scarpata/parete rocciosa, in tratteggiato rosso l'ipotesi della potenziale frattura in parete.

4.1.7 Sismicità dell'area

I territori comunali dell'area in esame, appartenenti alle province di Lecco e Bergamo, sono classificati in Zona sismica 3 ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20.03.2003, aggiornata con la Deliberazione della Giunta Regionale n. 2129 del 11.07.2014 della regione Lombardia.

	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA					
DOCFAP	COMMESSA NB3P	LOTTO 01	CODIFICA T 14	DOCUMENTO RGMD0000001	REV. A	FOGLIO 23 DI 222

Il “Database of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy” (DISS Working Group 2021; <https://diss.ingv.it/>) inserisce l’area di progetto all’interno della sorgente sismogenetica ITCS010 - Western S-Alps internal thrust potenzialmente in grado di generare sismi con magnitudo Mw=6.9. Nei pressi del territorio in oggetto sono poi presenti altre sorgenti sismogenetiche composite: la sorgente sismogenetica ITCS002 “Western S-Alps external thrust deep” e la sorgente sismogenetica ITCS115 “Western S-Alps external thrust shallow-west”.

In base alla zonazione sismogenetica ZS9 del territorio nazionale, il sito in esame non ricade in nessuna delle 36 zone-sorgente in cui è suddiviso il territorio italiano, a ciascuna delle quali è associata una legge di ricorrenza della magnitudo espressa in termini di magnitudo momento Mw.

In particolare, l’area di progetto è ubicata a circa 10 km dalla zona sismogenetica 907 “Bergamasco” (Mw=6.14), a circa 48 km dalla zona sismogenetica 911 “Tortona-Bobbio” (Mw=6.14), a circa 61 km dalla zona sismogenetica 903 “Grigioni-Valtellina” (Mw=6.14) e a circa 65 km dalla zona sismogenetica 906 “Garda-Veronese” (Mw=6.60).

4.1.8 **Stralcio della carta geologica**

In fase di DOCFAP è stata prodotta una carta geologica con elementi di geomorfologia (scala 1:10.000) in cui vengono riportate le litologie caratterizzanti l’area di progetto, che includono i depositi quaternari e le formazioni della successione sedimentaria delle Alpi meridionali. Vengono, inoltre, indicati i principali elementi geomorfologici legati alle azioni antropiche, fluviali e glaciali nonché i principali elementi tettonico-strutturali. Maggiore attenzione è stata posta alla ripermimetrazione dei corpi di frana, cartografando le forme legate alla gravità. È stata, infine, riportata l’ubicazione delle indagini eseguite da ITALFERR nel 2023, oltre a tutte le terebrazioni pregresse (RFI e Banca Dati Regione Lombardia). Per i dettagli si rimanda al documento NB3P01T69G4GE0001001A.

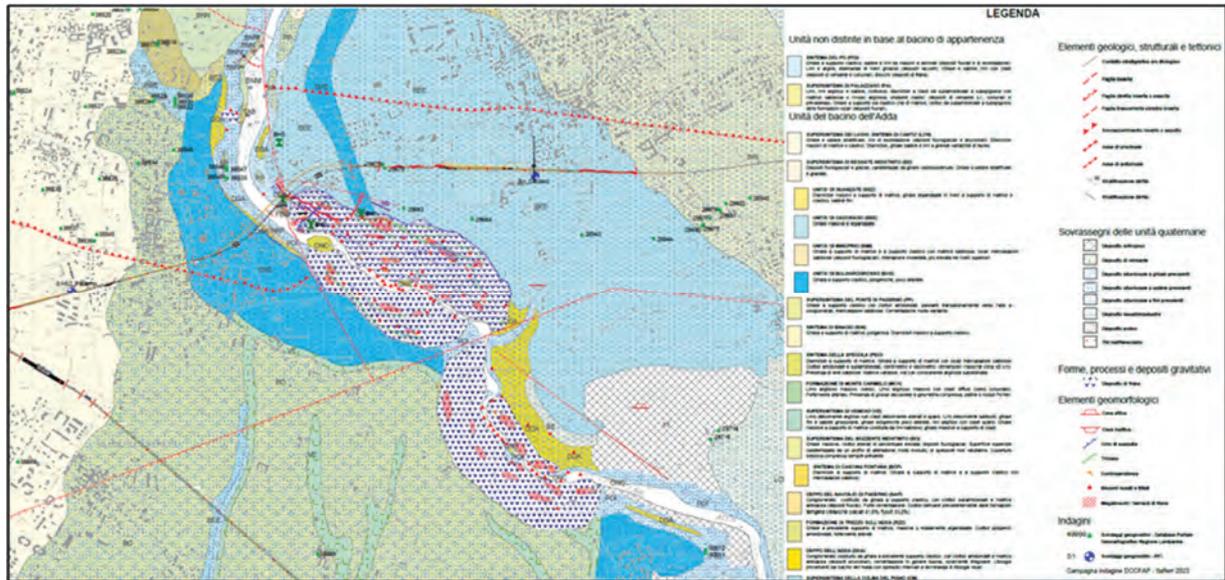


Figura 9. Stralcio della carta geologica con elementi di geomorfologia cod. doc. NB3P01T69G4GE0001001A.

	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA					
DOCFAP	COMMESSA NB3P	LOTTO 01	CODIFICA T 14	DOCUMENTO RGMD0000001	REV. A	FOGLIO 25 DI 222

4.2 ARCHEOLOGIA

Nell’ambito della redazione del presente documento, è stata effettuata un’analisi preliminare delle criticità archeologiche volta a valutare la fattibilità delle alternative progettuali rispetto ai vincoli archeologici presenti nell’ambito territoriale interessato. L’opera in progetto ricade nei territori dei comuni di Paderno d’Adda, Calusco d’Adda, Verderio, Cornate d’Adda, Suisio, Medolago, Terno d’Isola, Imbersago e Villa d’Adda. Il territorio analizzato, corrispondente, oltre ai comuni attraversati dal progetto, anche porzioni dei comuni di Chignolo d’Isola, Carvico e Robbiate.

La verifica ha previsto lo screening dei vincoli archeologici (ex art. 10 del D.Lgs. 42/2004 Codice dei Beni Culturali) e delle aree di ‘interesse archeologico’ (art. 142, lett. m D.Lgs. 42/2004 Codice dei Beni Culturali) in relazione alle soluzioni di tracciato proposte, ed è stata eseguita consultando le risorse disponibili nei portali web istituzionali di seguito elencate:

- Sito istituzionale del MiC Vincoli in Rete:

<http://vincoliinrete.beniculturali.it/vir/vir/vir.html>

- Sito istituzionale del MiC Ricerca Archivi e Pratiche per la Tutela Operativa Regionale

<https://raptor.cultura.gov.it/mappa.php#>

- Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) per la provincia di Bergamo

<https://www.provincia.bergamo.it/cnvpbgrm/zf/index.php/servizi-aggiuntivi/index/index/idtesto/2056>

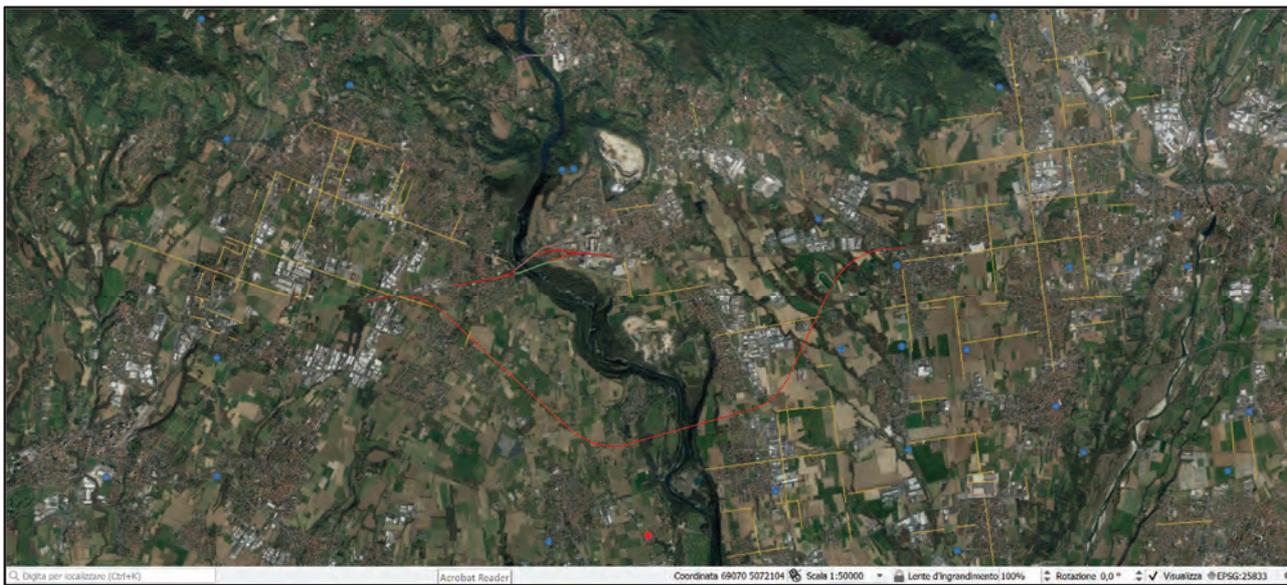
- Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) per la provincia di Lecco

<https://www.geoportale.regione.lombardia.it/>

- Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) per la provincia di Monza e della Brianza

<https://www.geoportale.regione.lombardia.it/>

Si evidenzia che soltanto lo Studio Archeologico - che verrà eseguito sulle soluzioni progettuali scelte e che prevederà l’attività di consultazione degli archivi della Soprintendenza - consentirà di avere il quadro archeologico completo e aggiornato della vincolistica, comprensivo delle presenze archeologiche di dettaglio, in relazione al quale la Soprintendenza territorialmente competente, in base a quanto previsto dall’art. 25 del D.Lgs 50/2016, potrebbe valutare di “interesse archeologico”, e quindi richiedere l’esecuzione di indagini archeologiche preventive. Per l’analisi sinora condotta si rimanda ai singoli scenari.



Le soluzioni progettuali calate sulla ricostruzione del reticolo centuriale di età romana (in arancione), sulle presenze archeologiche segnalate (in blu) e sui vincoli archeologici (in rosso).

4.3 SOTTOSERVIZI

In merito alla presenza di sottoservizi potenzialmente interferenti è stata inviata una PEC agli enti gestori in data 03/05/2023.

Dalle risposte ricevute e da un censimento effettuato tramite google earth sono emerse diverse potenziali interferenze con le reti elettriche aeree di E-distribuzione e Terna e 1 gasdotto, posti in attraversamento agli scenari di progetto 1 e 2.

4.4 INQUADRAMENTO DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA DELL'AREA

Dal punto di vista idrologico – idraulico, gli interventi in progetto si collocano all'interno del bacino del Fiume Adda.

Il quadro conoscitivo di riferimento per la caratterizzazione idrologico-idraulica del bacino del Fiume Adda e la definizione delle relative aree di pericolosità idraulica è attualmente riportato nel Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni (PGRA, 2022) dell'Autorità di bacino distrettuale del Fiume Po.

In particolare, sono individuate 3 classi di pericolosità idraulica (L - bassa, M - media, H - elevata).

La classe di pericolosità elevata (H – alluvioni frequenti) fa riferimento ad un evento caratterizzato da una probabilità di accadimento $Tr = 20 \div 50$ anni.

La classe di pericolosità media (M – alluvioni poco frequenti) fa riferimento ad un evento caratterizzato da una probabilità di accadimento $Tr = 100 \div 200$ anni.

La classe di pericolosità bassa (L – alluvioni rare) fa riferimento ad un evento di piena raro, caratterizzato da un tempo di ritorno Tr fino a 500 anni.

Di seguito, una tabella riepilogativa delle classi di pericolosità adottate nel PGRA dell'Autorità di bacino del Fiume Po (AdB Po).

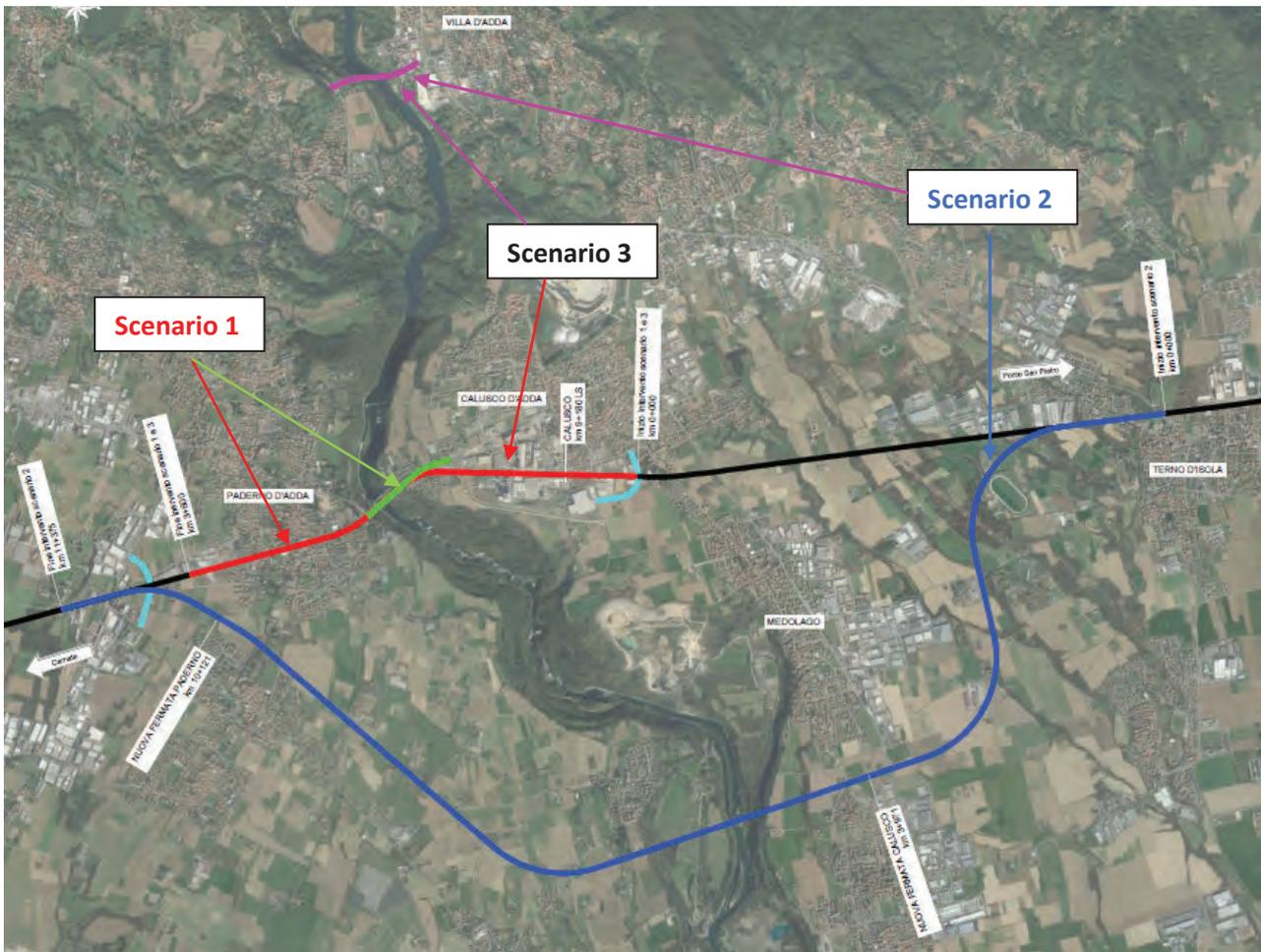
TR (anni)	Pericolosità
50	<i>H</i>
200	<i>M</i>
500	<i>L</i>

Nei capitoli/paragrafi successivi è riportata in dettaglio l'analisi delle principali interferenze con il reticolo idrografico e le relative aree di pericolosità idrauliche per ognuno degli scenari di progetto o alternative progettuali proposte; sono indicate anche le opere idrauliche ipotizzate per la risoluzione di alcune interferenze, definite sulla base di studi idrologici/idraulici preliminari.

5 SCENARI DI PROGETTO

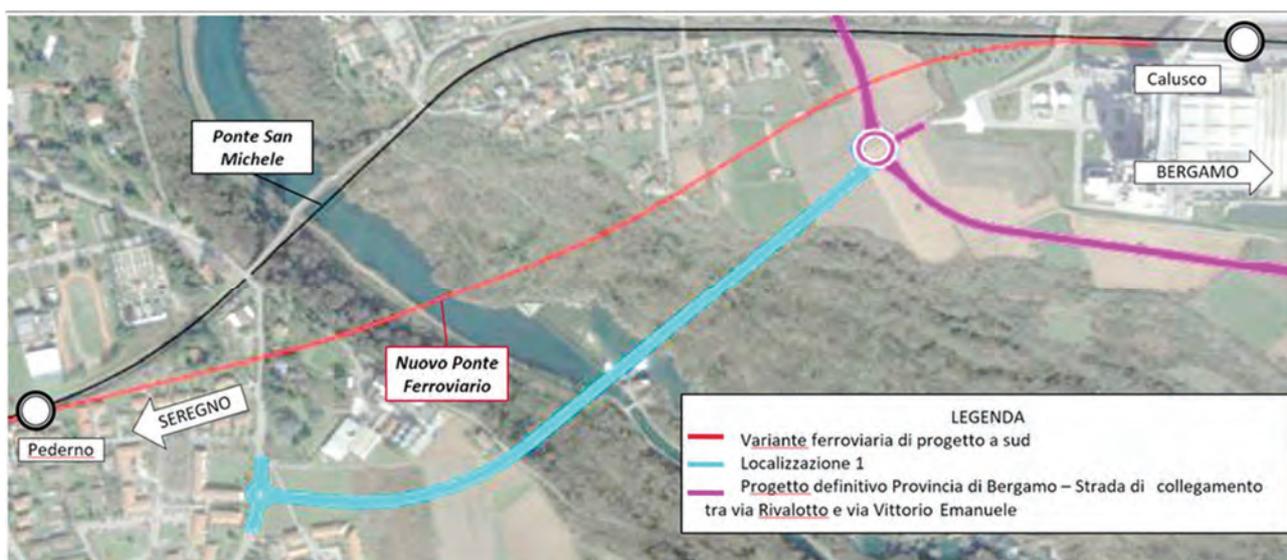
Lo studio delle alternative del collegamento sia ferroviario che viario ha mirato ad esplorare diverse soluzioni, alcune sono state scartate per evidenti problematiche geologiche, ambientali o territoriali, mentre altre hanno permesso di individuare una serie di combinazioni possibili che hanno portato alla creazione di n. 3 Scenari di Progetto.

- Scenario 1 : Nuovo ponte in stretto affiancamento all'esistente con ferrovia sotto e strada sopra (stessa configurazione dell'attuale)
- Scenario 2 : Ferrovia in variante con realizzazione di n.2 nuove fermate e variante stradale a Nord
- Scenario 3 : Nuovo ponte ferroviario in stretto affiancamento (come scenario 1) e variante stradale a Nord



	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA					
	DOCFAP	COMMESSA NB3P	LOTTO 01	CODIFICA T 14	DOCUMENTO RGMD0000001	REV. A

Con la dicitura “Scenario 0” è stata indicata la configurazione individuata nel 2022 da RFI in collaborazione con Regione Lombardia, le Province di Lecco e Bergamo e coinvolgendo i Comuni interessati.



“Scenario 0”

5.1 NOTA TECNICA GEOLOGIA – GEOTECNICA “ SCENARIO 0”

L’attività propedeutica allo sviluppo dei tracciati di progetto consiste nell’esplorazione degli aspetti inerenti il territorio, ossia assetto geomorfologico, idrologico e vincolistico in generale. Questo tipo di analisi è stata sviluppata anche per l’ipotesi infrastrutturale indicata come Scenario 0 al fine di verificarne la fattibilità. L’aspetto più rilevante, su cui si è quindi concentrata l’analisi, è quello geomorfologico.

Sulla base delle attività svolte è stato possibile ricostruire un modello geologico che vede, a partire da 50 m a sud del ponte esistente, in corrispondenza dell’area con morfologia a blocchi e trincee, la presenza di una instabilità di versante che si sviluppa all’interfaccia tra le Argille di Conche e i sovrastanti conglomerati cementati del Ceppo.

Da un punto di vista geomorfologico, il fenomeno di instabilità appare riconducibile ad un meccanismo di espansione laterale dell’ordine di circa 1 kmq di estensione areale e caratterizzato dalla presenza di trincee trattive di lunghezza fino a 500m, altezza >20m e larghezza fino a 10m, che interessa entrambi i versanti della valle dell’Adda, nell’area compresa tra Calusco-Paderno e Porto d’Adda.

Il movimento è probabilmente innescato dall’erosione al piede del versante operata dal corso d’acqua che ha esposto il contatto tra argille e conglomerato (localmente affiorante a circa 190m slm) lasciando i

	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA					
DOCFAP	COMMESSA NB3P	LOTTO 01	CODIFICA T 14	DOCUMENTO RGMD0000001	REV. A	FOGLIO 30 DI 222

conglomerati liberi di scivolare sulle argille, verso valle. Nel movimento, i conglomerati, nella parte alta del versante, tendono a fratturarsi e i vari blocchi, traslando, generano trincee e pianori con direzione NNW-SSE.

I blocchi conglomeratici disarticolati, nella porzione mediana e bassa del versante, tendono a ribaltarsi e ad accumularsi al piede del versante stesso nonché in alveo, obliterando gli affioramenti limoso-argillosi.

Poiché il contatto argille-conglomerati è ormai esposto per centinaia di metri di lunghezza lungo la valle, il fenomeno di instabilità, che sarebbe stato inizialmente innescato dall’erosione del fiume, attualmente si muove indipendentemente dall’azione erosiva del corso d’acqua.

A riconferma del modello geologico, nel sondaggio BH2, dopo una coltre eluvio colluviale con blocchi di conglomerati, a quota 188 m slm è stato intercettato uno spessore di argilla di circa 10m. Al di sotto, a partire da 177 m slm (profondità 20m da bocca foro) si rinviene il substrato roccioso costituito da marne calcaree fino a fine sondaggio (60m), riconducibile in letteratura al membro rosso della “Formazione di Brenno”. Questo assetto appare confermato anche dalla sezione EL2 dove, al di sotto di una unità superficiale, si individua una unità a resistività medio-bassa (<150 ohm.m) riferibile a depositi prevalentemente fini associabili alle “Argille di Conche”, che tendono ad ispessirsi verso sud.

Le evidenze di deformazione lungo orlo e scarpata del terrazzo fluvioglaciale di Calusco, nonché in alcuni manufatti, indicherebbero inoltre che il fenomeno sia ancora in atto e stia coinvolgendo, attraverso evoluzione retrogressiva, porzioni di territorio ancora non manifestatamente interessate dalle instabilità. Anche in questa zona, il contatto tra argille di Conche e conglomerati viene rinvenuto in sondaggio (BH1) a quote favorevoli allo sviluppo di un movimento di scivolamento del terreno (210 m slm ca.).

Questa circostanza appare confermata dalla stesa sismica SR3, come già riportato in precedenza, eseguita sulla parete conglomeratica a sud dell’abitato di Calusco, dove si segnala un elemento di debolezza all’interno dell’unità conglomeratica, rappresentato dall’introflessione delle velocità sismiche ($V_p < 2000$ m/s) sia a tergo della falesia che in scarpata, il quale non consente di escludere la presenza di una potenziale frattura in evoluzione.

Nell’area in esame, sulla scorta delle risultanze derivanti dal rilevamento geologico e dall’analisi dei dati desunti dalle indagini eseguite, i movimenti franosi sarebbero vincolati a nord, circa 50m a sud del ponte S. Michele, dalla drastica riduzione dello spessore delle argille tra il conglomerato e le rocce del substrato (come riscontrato nel sondaggio BH4). Circa 2.3 km a sud del ponte, si localizza il limite meridionale delle aree in frana, verosimilmente dovuto all’approfondimento del contatto tra argille e conglomerato.



Figura 10. a) e b) Lesioni sub-verticali su manufatti disposti lungo l'orlo del terrazzo fluvio-glaciale di Calusco; c) e d) Scarpate e terrazzi ribassati lungo l'orlo del terrazzo fluvio-glaciale di Calusco; e) Trincea principale, di $h > 20\text{m}$ e direzione WNW-ESE, ripresa da ovest.

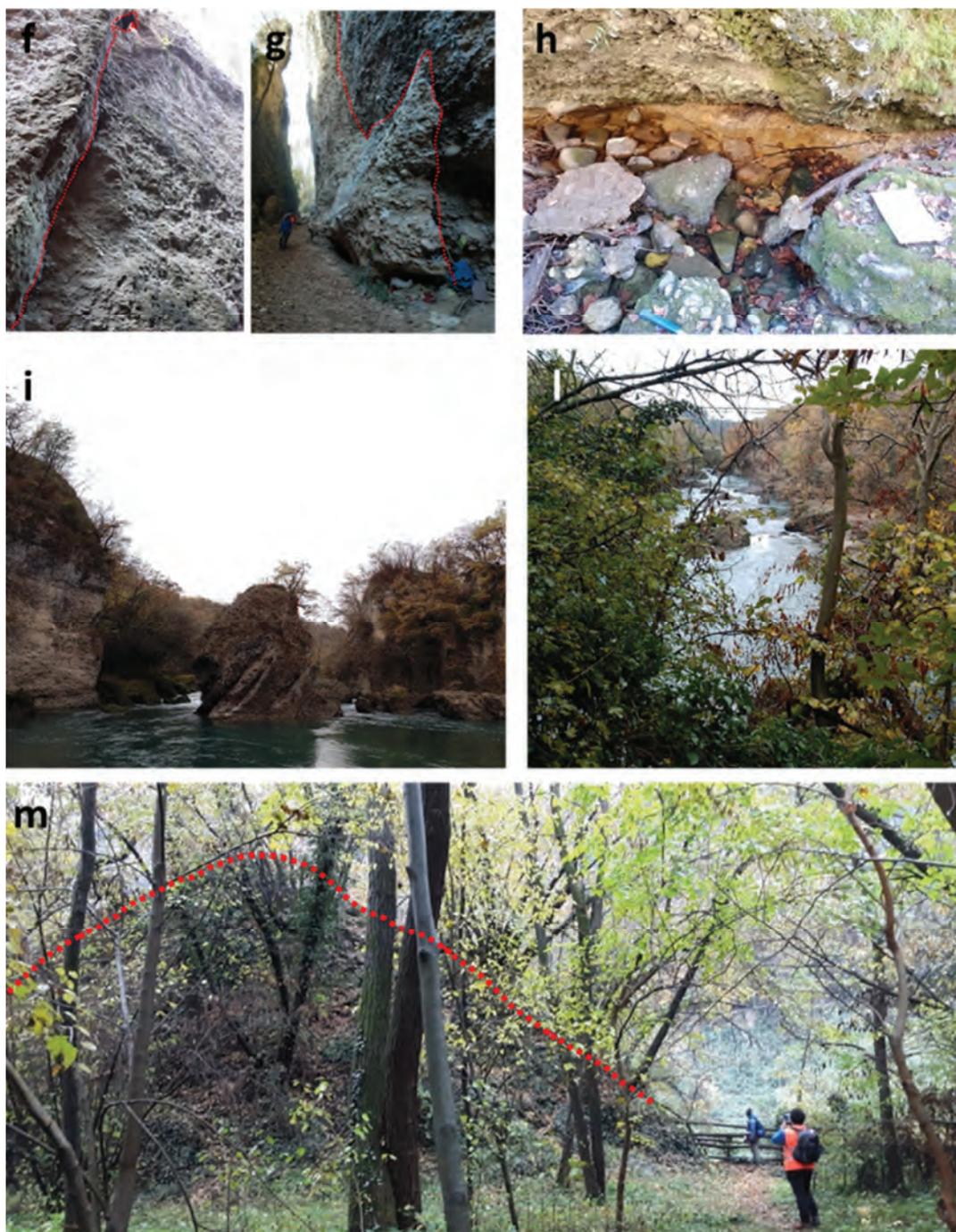


Figura 11. f) Frattura NS su lato monte della trincea maggiore e cavità nella parte alta della parete conglomeratica di $h > 20\text{m}$; g) Frattura EW ca. su lato monte della trincea maggiore che isola a tergo una «fetta» di conglomerato; h) Affioramento delle argille di Conche al di sotto di un blocco conglomeratico crollato; i) e l) Blocchi conglomeratici; m)

Blocco conglomeratico di dimensioni plurimetriche tiltato di 90° verso monte affiorante in riva sinistra appena a monte della diga vecchia.

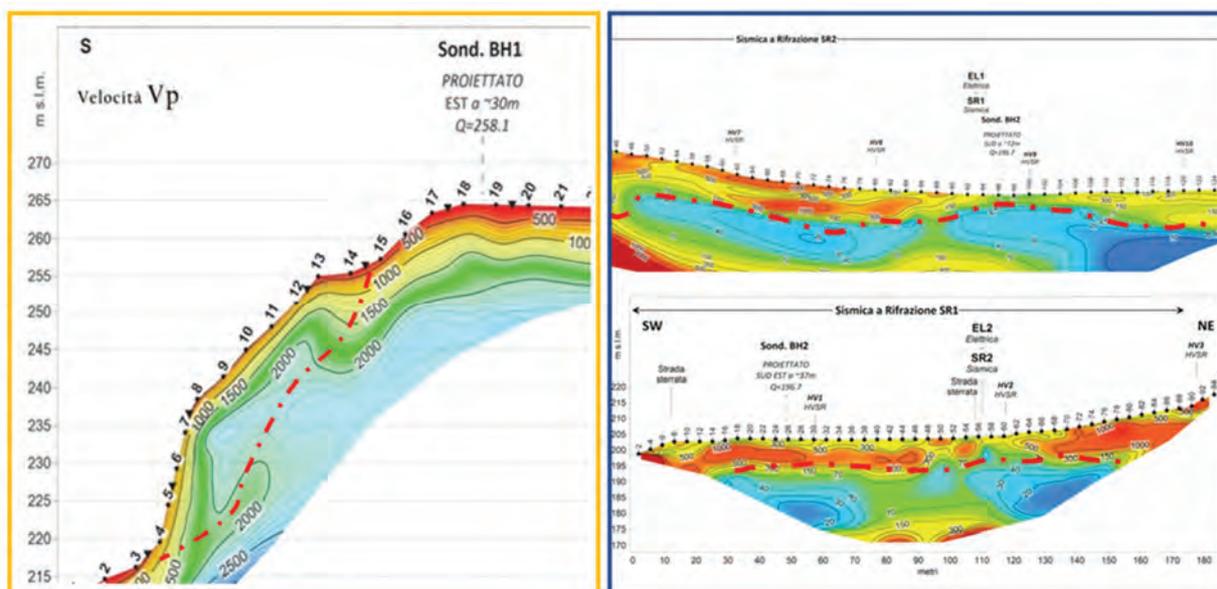


Figura 12. Nel riquadro in arancio si riporta la sezione sismica a rifrazione in onde P in parete (SR3); nei riquadri blu si riportano stralci delle risultanze delle tomografie elettriche eseguite in prossimità della chiesetta.

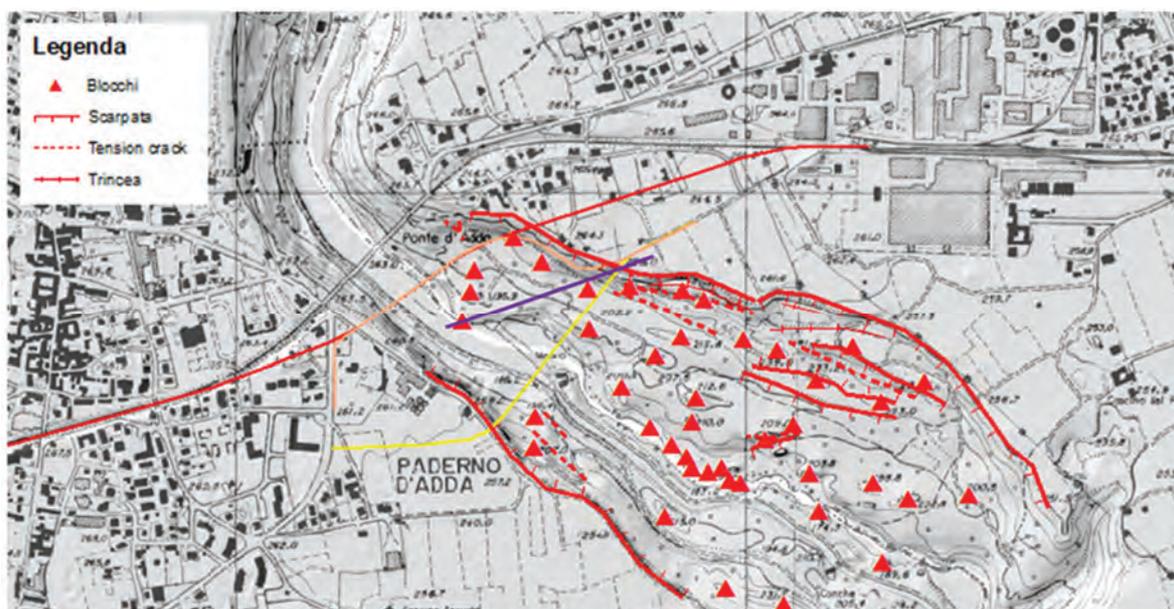


Figura 13. Stralcio della carta con elementi geomorfologici, in cui vengono riportate le vecchie soluzioni ferroviarie e stradali; in viola viene riportata la traccia della sezione.

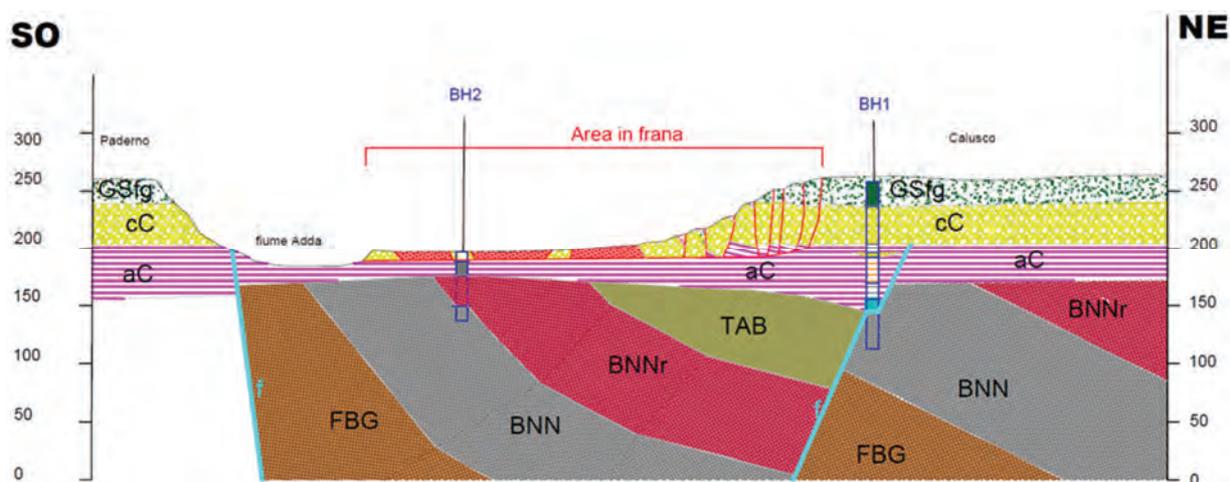


Figura 14. Sezione geologica riassuntiva dell'area in frana: GSfg=ghiaie e sabbia fluvioglaciali; cC=conglomerati cementati del Ceppo; aC=Argille di Conche; TAB=calcareniti della formazione di Tabiago; BNN=marne calcaree rosse (BNNr) e grigie della formazione di Brenno; FBG=arenarie e marne del Flysch di Bergamo.

Un ipotetico intervento di stabilizzazione dei versanti richiederebbe:

1. il consolidamento del terreno costituente l'unità delle Argille di Conche, la cui superficie sommitale costituisce il livello di slittamento principale del fenomeno di deformazione/espansione laterale.
2. il ripristino del confinamento laterale alla base del conglomerato;
3. il disgiungimento di blocchi potenzialmente instabili presenti sulle scarpate prospicienti l'incisione e/o il consolidamento degli stessi fronti rocciosi.

Relativamente ai punti 1 e 2, ogni tipologia di intervento teoricamente possibile, dovendo interessare l'unità delle Argille di Conche che costituisce il "motore" del fenomeno non appare di fatto praticabile in relazione alle profondità che si dovrebbero raggiungere nonché al volume di terreno che dovrebbe essere oggetto di intervento. Infatti un eventuale intervento di consolidamento dall'alto con tecniche di iniezione di sostanze leganti (malte cementizie, resine, etc.), oltre a non essere particolarmente adatto alla natura coesiva dei terreni interessati, richiederebbe di eseguire perforazioni a vuoto di diverse decine di metri in ambito conglomeratico, risultando ai limiti di applicabilità delle tecnologie usualmente impiegate e rendendo incerta e non controllabile la effettiva riuscita dell'intervento. Per contro, un ipotetico intervento di consolidamento o di rinforzo dal basso non appare praticabile per la presenza dei blocchi conglomeratici che schermano l'affioramento delle argille (la cui rimozione non è ipotizzabile né dal punto di vista tecnico né dell'impatto ambientale).

	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA												
DOCFAP	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NB3P</td> <td>01</td> <td>T 14</td> <td>RGMD0000001</td> <td>A</td> <td>35 DI 222</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	35 DI 222
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	35 DI 222								

Ogni tipologia di intervento richiederebbe inoltre l’acquisizione di maggiori informazioni sull’evoluzione del fenomeno di instabilità rispetto ai dati ad oggi disponibili, allungando sensibilmente i tempi di progettazione. Oltre ad integrare le informazioni di natura geognostica e geomeccanica, andrebbe infatti previsto un monitoraggio dei versanti instabili al fine di definire con la necessaria confidenza la dinamica evolutiva/temporale del fenomeno, sia localmente che globalmente, e l’area minima da considerare interagente con l’ipotetica presenza del ponte; data l’estensione areale e in profondità del fenomeno deformativo in atto, si deve ipotizzare che la porzione instabile dell’ammasso interagente con le fondazioni del ponte sia tale che ogni ipotetico intervento non possa essere limitato ad una ristretta fascia nell’intorno dell’opera.

Interventi così estesi, oltre a risultare tecnicamente non praticabili, comporterebbero costi verosimilmente non sostenibili e tempi di esecuzione estremamente lunghi preliminarmente alla costruzione del ponte. Tale ipotetico scenario richiederebbe in ogni caso di assoggettare l’opera ferroviaria e i versanti a monitoraggio durante l’intera vita di esercizio dell’infrastruttura.

Poiché il tracciato ferroviario e stradale dello Scenario 0 ricadono nell’area instabile descritta, questa alternativa progettuale è stata ritenuta non perseguibile

5.2 ALTERNATIVE ESPLORATE

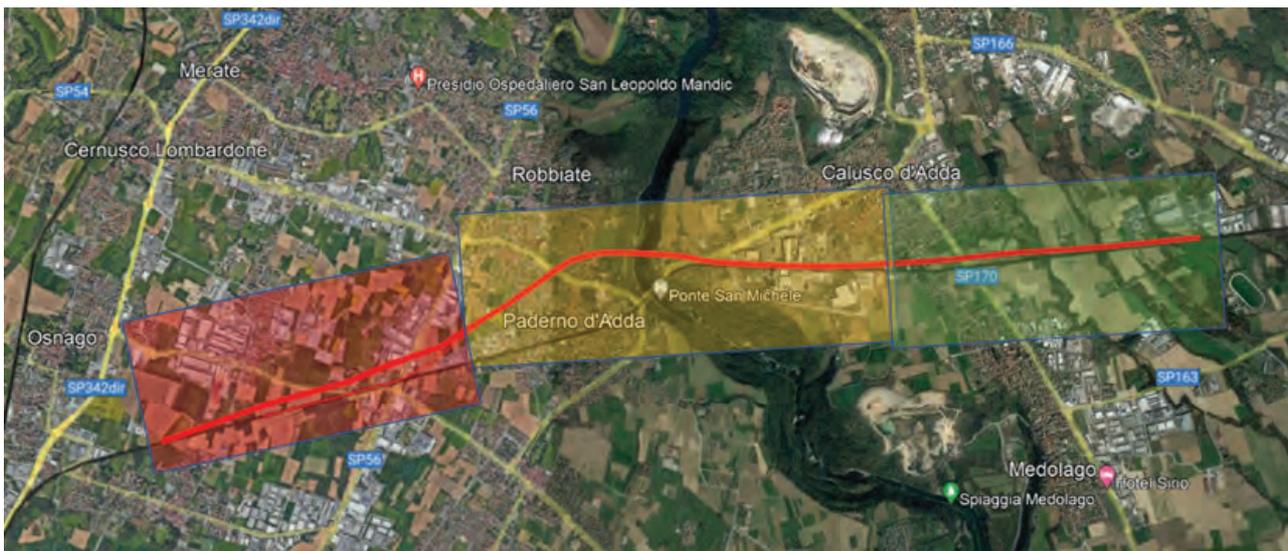
Gli scenari individuati sono costituiti dalle alternative di tracciato risultate migliori tra tutte le varie soluzioni esplorate. In particolare, per quanto riguarda la ferrovia, erano state ipotizzate 2 alternative a Nord del ponte esistente e una in variante a Sud.

- Tracciato in affiancamento lato Nord



La soluzione in affiancamento a Nord interferisce con il cimitero di Paderno, pertanto per ragioni legate essenzialmente al vincolo esistente e alla difficoltà nell'intraprendere un eventuale processo per lo spostamento seguito poi da probabili bonifiche, è stata ritenuta non preferibile rispetto a quella in affiancamento a Sud (sviluppata nello Scenario 1).

- Tracciato in variante lato Nord



Questa soluzione interferisce con l'edificato di Paderno e di Calusco. Per non impattare con gli edifici esistenti, in questi tratti dovrebbe svilupparsi in galleria naturale (- 30 m circa dal pc).

Il tracciato si comporrebbe di 3 parti:

-Tratto di trincea\galleria artificiale prima di sottoattraversare Paderno per passare dalla quota piano ferro esistente a quota – 30 m prima dell'imbocco della galleria naturale.

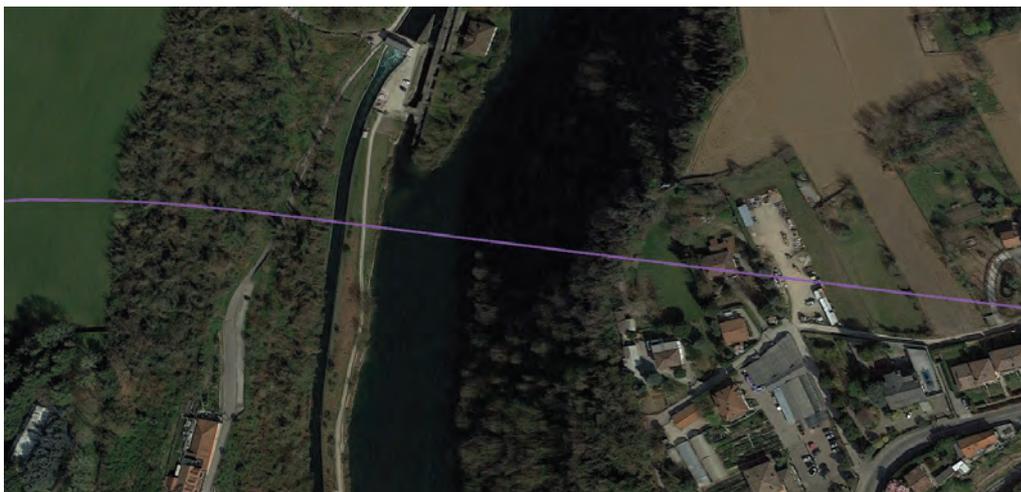
-Tratto galleria naturale di Paderno + ponte sull'Adda + galleria naturale di Calusco (circa 3,5 km).

-Tratto di galleria artificiale\trincea lato Calusco per raccordarsi alla linea esistente.

Lo sviluppo del tratto in galleria richiede la realizzazione di quanto richiesto dalla normativa sulla sicurezza (uscite di emergenza.....) che aumenterebbe l'impatto sul territorio e i costi realizzativi e manutentivi.

Le due stazioni esistenti di Paderno e Calusco non sono compatibili con l'andamento altimetrico di progetto pertanto andrebbero realizzate nei tratti di galleria o eliminate.

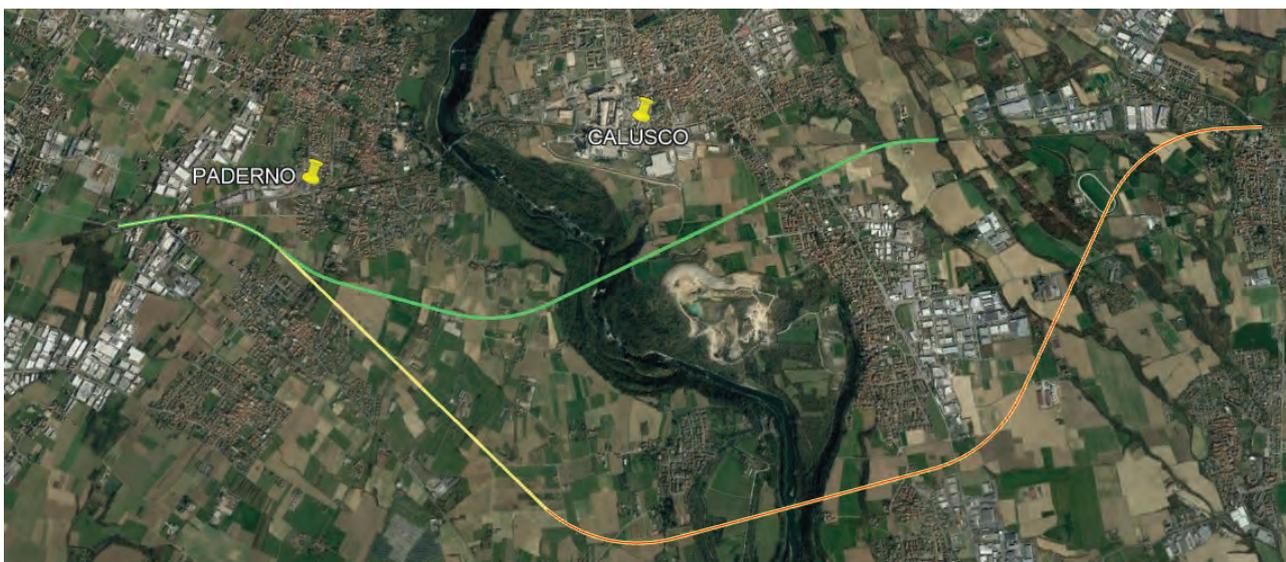
L'attraversamento dell'Adda impatterebbe in modo significativo sul versante non solo per la costruzione dei due imbocchi ma anche per l'interferenza con la strada esistente e il canale della diga/Centrale Edison



Per le criticità rilevate tale soluzione è stata ritenuta non preferibile rispetto alle altre studiate.

- Tracciato in Variante a Sud (verde)

Nel valutare le varianti a Sud del ponte esistente si è proceduto valutando inizialmente quella di sviluppo più contenuto, rappresentata in verde nell’immagine sottostante.



	<p>DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI</p> <p>POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA</p>												
<p>DOCFAP</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NB3P</td> <td>01</td> <td>T 14</td> <td>RGMD0000001</td> <td>A</td> <td>39 DI 222</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	39 DI 222
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	39 DI 222								

Alla luce delle considerazioni geomorfologiche preliminari già illustrate per lo Scenario 0, questa alternativa di tracciato, poiché ricade nell’area instabile descritta, è stato ritenuto non percorribile a causa delle seguenti ragioni:

- incertezza sulla reale estensione dell’area di retrogressione del fenomeno interagente con l’infrastruttura e quindi sul volume dell’ammasso oggetto di ipotetici interventi di stabilizzazione;
- incertezza sulla reale efficacia degli interventi teoricamente ipotizzabili e limiti tecnologici degli stessi in relazione ad estensione e profondità interessate;
- tempi di progettazione estremamente lunghi, derivanti dalla necessità di integrare le indagini geognostiche e geomeccaniche e di effettuare un monitoraggio dei versanti per un periodo sufficiente ad inquadrare e definire nel tempo la dinamica del fenomeno di instabilità e la sua interazione con la futura opera infrastrutturale;
- costi e tempi di esecuzione di ipotetici interventi non sostenibili;
- notevoli impatti ambientali;
- soggezione dell’opera ferroviaria e dei versanti a monitoraggio durante l’intera vita utile.

Per quanto riguarda le alternative per l’individuazione **dell’attraversamento stradale** del fiume Adda disgiunto da quello ferroviario, la selezione, a parità di funzionalità, è stata fatta sulla base di criteri relativi all’impatto ambientale.

Dal punto di vista ambientale è stata individuata come preferibile la soluzione NV_N3, scartando NV_N1 e NV_N2 utilizzando i seguenti criteri:



NV_N1: interferenza con l’area ZPS “Il Toffo” afferente alla Rete Natura 2000.

La Rete Natura 2000 è il principale strumento della politica dell’Unione Europea per la conservazione della biodiversità. Si tratta di una rete ecologica diffusa su tutto il territorio dell’Unione, istituita ai sensi della

Direttiva 92/43/CEE "Habitat" per garantire il mantenimento a lungo termine degli habitat naturali e delle specie di flora e fauna minacciati o rari a livello comunitario. E' costituita dai Siti di Interesse Comunitario (SIC), identificati dagli Stati Membri secondo quanto stabilito dalla Direttiva Habitat, che vengono successivamente designati quali Zone Speciali di Conservazione (ZSC), e comprende anche le Zone di Protezione Speciale (ZPS), istituite ai sensi della Direttiva 2009/147/CE "Uccelli" concernente la conservazione degli uccelli selvatici.

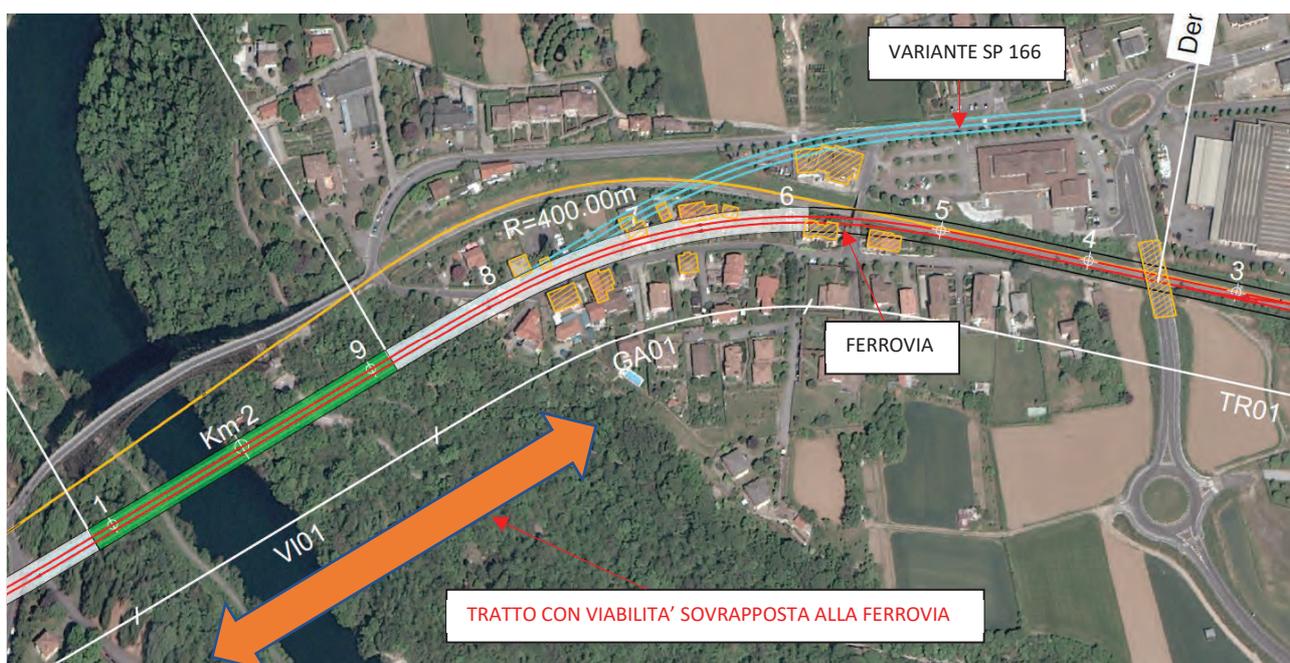
In considerazione di ciò, tali aree costituiscono dei vincoli ambientali piuttosto importanti, e l'interferenza con esse avrebbe comportato intraprendere iter autorizzatori ulteriori rispetto a quelli necessari per aree sottoposte ad altro tipo di vincolo paesaggistico.

NV_N2: E' stata scartata in favore di NV_N3 per la maggiore interferenza in termini di estensione con i vincoli paesaggistici presenti. NV_N3 infatti, pur interferendo con gli stessi vincoli, comporta un impatto minore sul territorio per la sua estensione inferiore.

5.3 SCENARIO 1

Lo scenario 1 prevede la realizzazione di un’unica opera di scavalco del Fiume Adda in affiancamento a quello esistente che ospita la viabilità alla quota superiore e la ferrovia a quella inferiore (assetto come l’attuale).

Al fine di impattare il meno possibile sull’esistente, per la viabilità si è scelto di mantenere l’attuale quota lato Paderno, dove viene ripristinato il collegamento con via Festini, e di andare a ricollegarsi alla SP16 lato Calusco appena possibile. La ferrovia, nei tratti in corrispondenza del nuovo tracciato stradale, è stata posizionata a – 10 m (delta quota piano strada- piano ferro) in coerenza con la tipologia di struttura prevista per l’opera di scavalco dell’Adda.

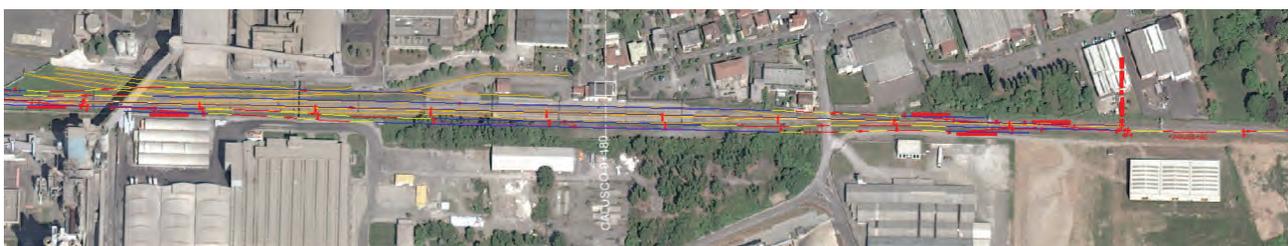


Fino al Km 1+500 circa, la nuova coppia di binari si sviluppa sull’attuale sedime ferroviario, poi però deve spostarsi per andare a posizionarsi alla giusta distanza dai binari esistenti in corrispondenza del nuovo ponte. Il territorio compreso tra la l’attuale sede ferroviaria e via del Monastero dei Verghi risulta fortemente impattato dal progetto che prevede in quest’area anche la variante della SP166.

Per quanto concerne la Stazione di Calusco l’intervento tiene conto di quanto riportato nel Progetto Definitivo trasmesso da RFI, che prevede la realizzazione di due nuove banchine e relativo sottopasso a servizio dell’attuale binario 1 e binario 2 e che costituisce lo stato inerziale per lo studio del raddoppio oggetto del presente documento.

L’introduzione del binario di precedenza da 750 m di modulo in corrispondenza del binario I, del III binario, che viene a trovarsi a circa 9,5 m dal II per la presenza della nuova banchina da 6.5 m, e poi anche del IV

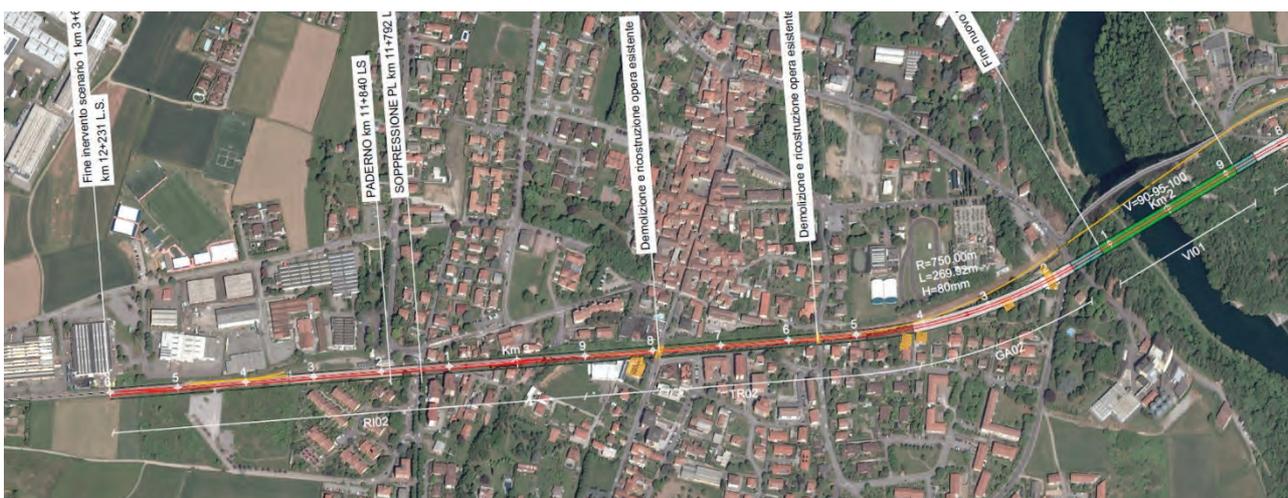
binario richiesto, comporta un ampliamento dell’impronta della stazione che si trova ad interferire a Sud con la proprietà CVP Heidelberg Cement e un’altra area industriale in prossimità del PL, dove è localizzato anche un edificio.



Dal Km 0+900 inizia la variante altimetrica al fine di raggiungere la corretta quota di progetto in corrispondenza del nuovo ponte sull’Adda (quota pf = - 10 m da quota piano strada).

Dopo aver superato il fiume il tracciato si richiude sull’attuale sedime per poi sovrapporsi ai due binari esistenti nella Stazione di Paderno.

Il tracciato presenta una velocità pari a 90 Km/h (Vt) e una pendenza massima pari al 11%. In approccio al nuovo ponte è prevista la realizzazione di due gallerie artificiali, funzionali anche al posizionamento della variante stradale di progetto.

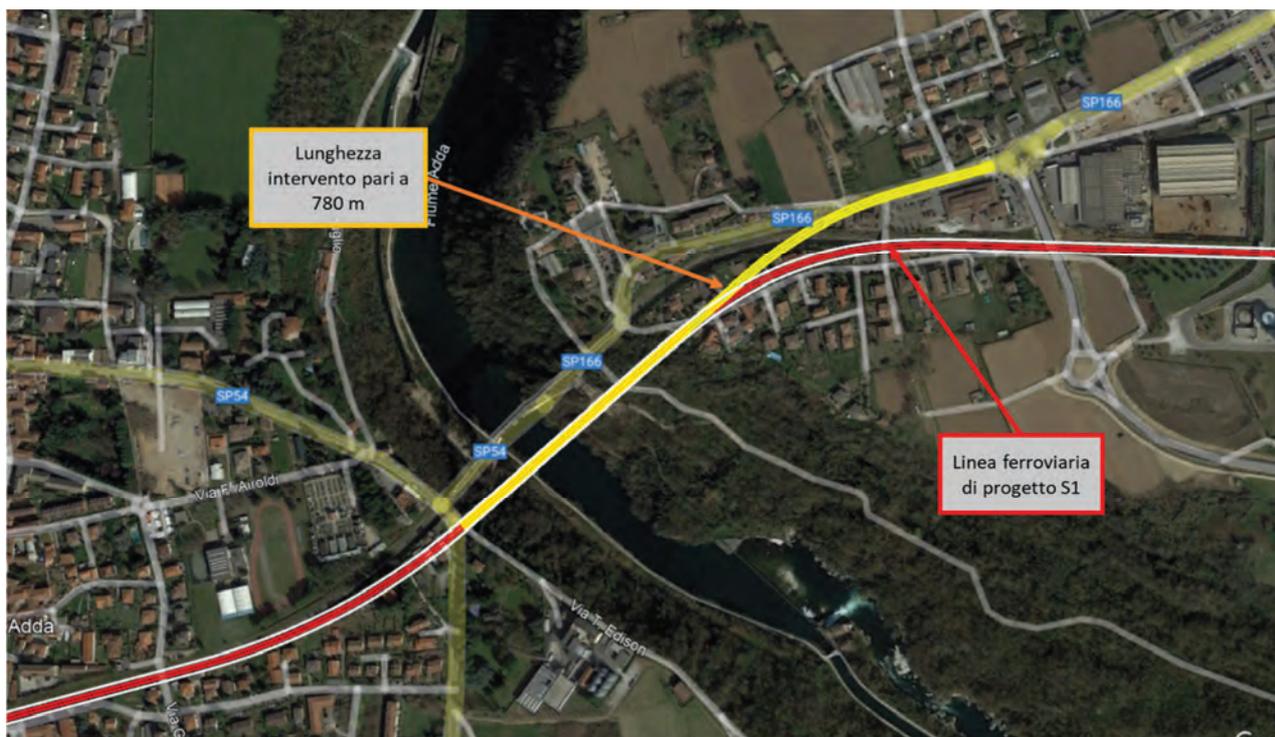


L’introduzione di un nuovo binario di linea richiede un ampliamento della sede che potrebbe interferire significativamente con le n. 4 opere di scavalco stradale interessate. In questa fase ne è stata prevista la demolizione e ricostruzione; nelle successive fasi progettuali, a valle di idonee verifiche, saranno compiutamente definiti gli interventi necessari.

5.3.1 Viabilità

Relativamente al ripristino del collegamento viario tra Calusco e Paderno, si prevede una soluzione di scavalco del fiume Adda mista ferroviario e stradale. La soluzione è stata individuata poco più a sud dell’opera esistente e prevede la realizzazione di una viabilità di categoria F-extraurbana con marciapiedi con corsie da 3,50 m che permettono la circolazione di tutte le tipologie di mezzi definiti dal paragrafo 3.4.2 del D.M. 5/11/2001. La viabilità parte dall’attuale intersezione sulla SP166 per poi deviare verso Sud per portarsi in testa alla galleria ferroviaria e poi proseguire sul nuovo viadotto. Nella parte finale si atterra su via Festini Ugo su cui sarà ripristinata l’intersezione esistente.

Sulla base degli strumenti istituzionali disponibili e previsti per tale livello progettuale non si riscontrano vincoli che insistono sul sedime della viabilità di progetto.



5.3.2 Interferenze con le viabilità esistenti - Soppressione PL

In questo paragrafo vengono analizzate le interferenze con le viabilità intercettate e la loro possibile risoluzione, nonché gli interventi relativi all’eliminazione dei 4 PL individuati da RFI.

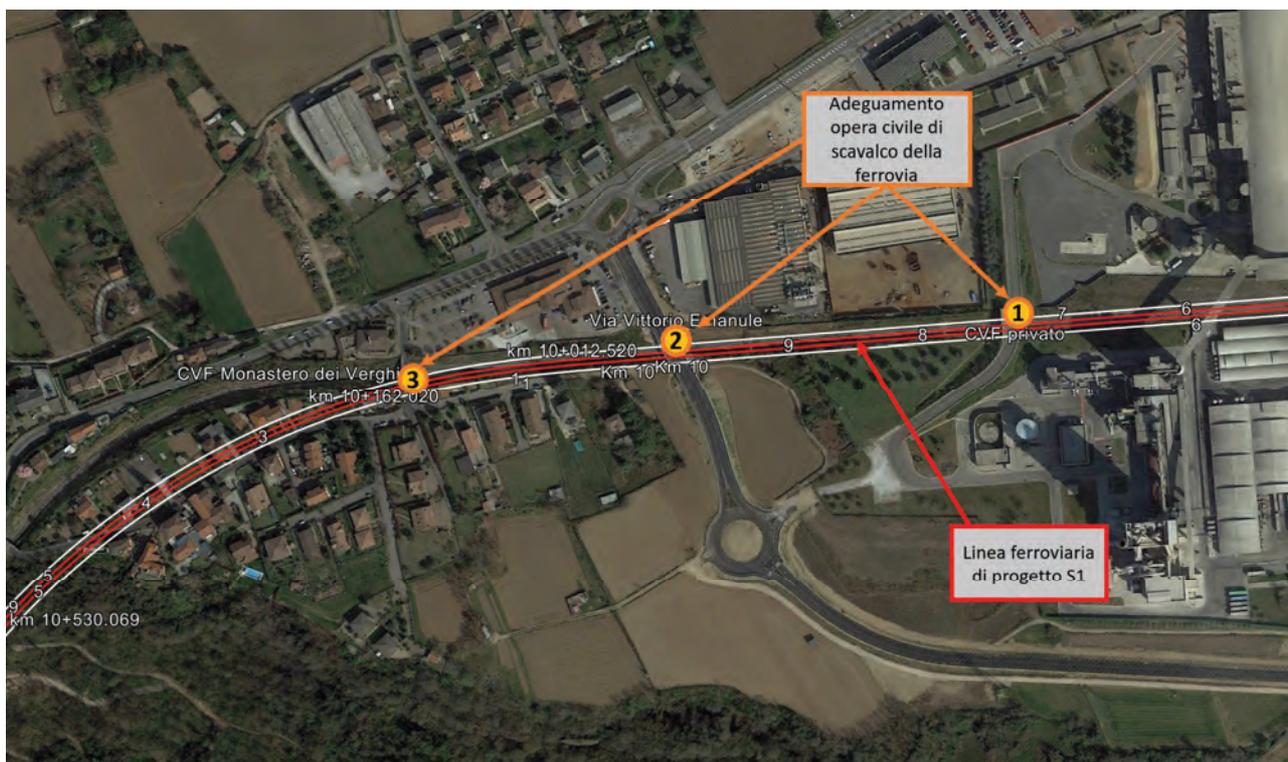
Di seguito sono riportate le interferenze tra la linea ferroviaria e le viabilità:

N° Interferenza	PK	Linea ferroviaria	Viabilità	Tipo di Interferenza
1	1+102	Bergamo Seregno	CVF Viabilità privata Italcementi	Adeguamento opera civile di scavalco della ferrovia.
2	1+352	Bergamo Seregno	CVF Via Vittorio Emanuele	Adeguamento opera civile di scavalco della ferrovia.
3	1+554	Bergamo Seregno	CVF Via Monastero dei Verghi	Adeguamento opera civile di scavalco della ferrovia.
5	2+156	Bergamo Seregno	Via T.Edison	Ferrovia in GA, da valutare a valle dei necessari approfondimenti cartografici
6	2+177	Bergamo Seregno	SP54 Via Festini Ugo	Nessuna interferenza, la ferrovia è in GA
7	2+556	Bergamo Seregno	CVF Via Marconi	Adeguamento opera civile di scavalco della ferrovia.
8	2+790	Bergamo Seregno	CVF via L. Da Vinci	Adeguamento opera civile di scavalco della ferrovia.

Alla progressiva **1+102** della linea viene interferito un cavalcaferrovia dello stabilimento industriale localizzato a monte e valle della ferrovia. A seguito del raddoppio della linea ferroviaria di progetto in quel punto sarà necessario intervenire sull'opera civile esistente, riadeguando, se necessario, la geometria piano altimetrica della viabilità coerentemente a quanto richiesto dal D.M. 5/11/2001.

Alla progressiva **1+352** della linea viene interferito il cavalcaferrovia di Via Vittorio Emanuele di recente realizzazione. A seguito del raddoppio della linea ferroviaria di progetto in quel punto sarà necessario intervenire sull'opera civile esistente, riadeguando, se necessario, la geometria piano altimetrica della viabilità coerentemente a quanto richiesto dal D.M. 5/11/2001.

Alla progressiva **1+554** della linea viene interferita un cavalcaferrovia che collega l'abitato di Calusco, adiacente al fiume Adda, a monte e valle della ferrovia. A seguito del raddoppio della linea ferroviaria di progetto in quel punto sarà necessario intervenire sull'opera civile esistente, riadeguando, se necessario, la geometria piano altimetrica della viabilità coerentemente a quanto richiesto dal D.M. 5/11/2001.



La demolizione e realizzazione delle due opere, dovrà avvenire in tempi diversi così da garantire i collegamenti viari nord sud della linea ferroviaria.

Alla progressiva **2+556** della linea viene interferita un cavalcaferrovia di via Marconi che permette il collegamento monte valle della ferrovia dell’abitato di Paderno. A seguito del raddoppio della linea ferroviaria di progetto in quel punto sarà necessario intervenire sull’opera civile esistente, riadeguando, se necessario, la geometria piano altimetrica della viabilità coerentemente a quanto richiesto dal D.M. 5/11/2001.

Alla progressiva **2+790** della linea viene interferita un cavalcaferrovia di via Da Vinci che permette il collegamento monte valle della ferrovia dell’abitato di Paderno. A seguito del raddoppio della linea ferroviaria di progetto in quel punto sarà necessario intervenire sull’opera civile esistente, riadeguando, se necessario, la geometria piano altimetrica della viabilità coerentemente a quanto richiesto dal D.M. 5/11/2001.

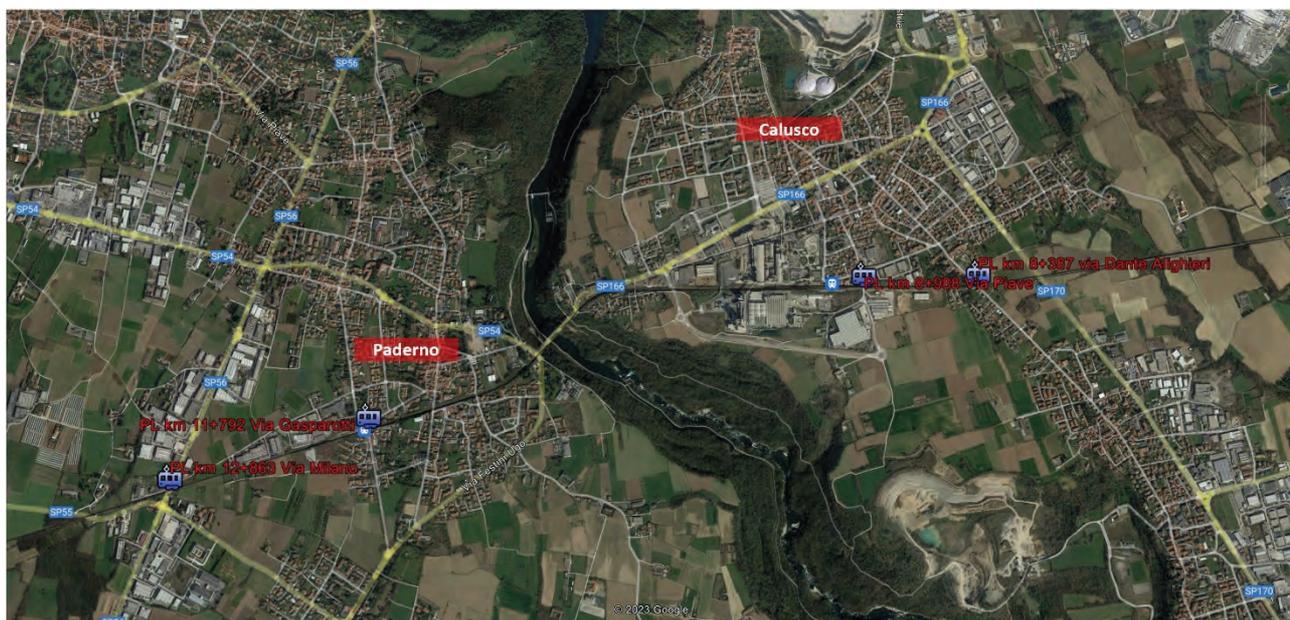
DOCFAP

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	47 DI 222



La demolizione e realizzazione delle due opere, dovrà avvenire in tempi diversi così da garantire i collegamenti viari nord sud della linea ferroviaria.

Come indicato dal Quadro Esigenziale al paragrafo 5, tra gli obiettivi specifici dell’intervento vi è anche l’incremento della puntualità della Linea grazie alla soppressione di quattro passaggi a livello con opportune opere sostitutive.



In particolare, i quattro passaggi a livello compresi tra gli abitati di Calusco e Paderno sono di seguito riportati:

1. Passaggio a livello **km 8+387**: Via Dante Alighieri
2. Passaggio a livello **km 8+988**: Via Piave
3. Passaggio a livello **km 11+792**: Via Gasparotti
4. Passaggio a livello **km 12+863**: SP 56 Via Milano

Per i **primi due passaggi a livello**, situati nel comune di Calusco, si propone una sola opera sostitutiva per Via Piave. Per nessuna delle due viabilità sarà possibile adeguare in sede il tracciato plano-altimetrico a causa delle numerose proprietà private con accesso sulle viabilità in esame a ridosso del passaggio a livello. L’opera sostitutiva proposta è un cavalferrovia che collega Via Trieste con Via Rivalotto, compatibile altimetricamente con la sede attuale della ferrovia.

L’intervento stradale, necessario per risolvere l’interferenza, sarà particolarmente impattante sul territorio. In particolare, l’intervento, di lunghezza di circa 650 metri parte da Via Trieste e scavalca l’infrastruttura ferroviaria per poi immettersi Via Rivalotto. La Viabilità è inoltre stata progettata per non essere interferente con la futura viabilità di collegamento tra la rotonda di Via Rivalotto e la SP170. La realizzazione della viabilità

riportata in PRG potrebbe rendere non necessario il nuovo cavalcaferrovia (opportunità da valutare nelle successive fasi progettuali)



La viabilità è una strada di tipo F-urbana con corsie da 3,50 m che permettono la circolazione di tutte le tipologie di mezzi definiti dal paragrafo 3.4.2 del D.M. 5/11/2001.

Sulla base degli strumenti istituzionali disponibili e previsti per tale livello progettuale non si riscontrano vincoli di tipo archeologico ed idraulico che insistono sul sedime della viabilità di progetto.

La soppressione di tali passaggi a livello, senza prevedere un altro intervento stradale nelle immediate vicinanze, comporterebbe l’allungamento del percorso nel passaggio nord sud della ferrovia rispettivamente di circa 4 chilometri e 3,5 chilometri. Tali percorsi permettono la circolazione di tutte le tipologie di mezzi.

DOCFAP

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	50 DI 222





Per **gli altri due passaggi a livello**, situati nel comune di Paderno, si propone un'unica opera sostitutiva. Per nessuna delle due viabilità sarà possibile adeguare in sede il tracciato plano-altimetrico a causa delle numerose proprietà private con accesso sulle viabilità in esame a ridosso del passaggio a livello in prossimità della stazione di Paderno, dove è già esistente un sottopasso pedonale. L'opera sostitutiva proposta è un cavalcaferrovia che collega SP56 Via Milano con SP55, compatibile altimetricamente con la sede attuale della ferrovia e la sede della ferrovia di progetto nello scenario 2.

L'intervento stradale, necessario per risolvere l'interferenza avrà uno sviluppo stimato di circa 650 metri, parte da Via Milano e sottopassa l'infrastruttura ferroviaria per poi immettersi sulla SP55.



La viabilità è una strada di tipo F-extraurbana con corsie da 3,50 m che permettono la circolazione di tutte le tipologie di mezzi definiti dal paragrafo 3.4.2 del D.M. 5/11/2001.

Sulla base degli strumenti istituzionali disponibili e previsti per tale livello progettuale non si riscontrano vincoli di tipo archeologico ed idraulico che insistono sul sedime della viabilità di progetto.

La soppressione di tali passaggi a livello, senza prevedere un altro intervento stradale nelle immediate vicinanze, comporterebbe l'allungamento del percorso nel passaggio nord sud della ferrovia rispettivamente di circa 4 chilometri e 5,7 chilometri. Tali percorsi permettono la circolazione di tutte le tipologie di mezzi.



5.3.3 *Inquadramento geologico, geomorfologico*

Nella soluzione in stretto affiancamento, i contesti geologici e geomorfologici sarebbero assimilabili a quelli su cui insiste l’opera esistente. In questo tratto la valle ha una larghezza di circa 300m e fianchi piuttosto scoscesi su cui localmente affiorano conglomerati cementati ascrivibili alle unità litologiche del “Ceppo”. Nelle aree pianeggianti, per quel che concerne la geologia, affiorano ghiaie da sciolte a poco cementate alternate a sabbie ascrivibili a depositi fluvioglaciali recenti, in appoggio erosivo sui sottostanti conglomerati cementati del Ceppo.

Suddetti depositi sono stati intercettati nei sondaggi realizzati da RFI nel 2019, nei pressi delle stazioni di Paderno e Calusco, e da ITALFERR nella campagna 2023. In particolare, l’S1 realizzato in prossimità della stazione di Paderno si intercettano sabbie e ghiaie in appoggio sui conglomerati cementati ad una profondità di 21.3 m da piana campagna. L’S1 realizzato presso la stazione di Calusco presenta per l’intera lunghezza di perforazione (35m) alternanze di ghiaie e sabbie ascrivibili alle unità fluvioglaciali. Tale assetto è stato riscontrato anche nei sondaggi BH1 e BH3 realizzati da ITALFERR nel 2023.

Nel BH4 (ITALFERR 2023), al di sotto dell’unità ghiaiosa-sabbiosa, è stato intercettato a profondità di 16m ca da piano campagna un livello di poco più di un metro di spessore di limo argilloso plastico ascrivibile alla formazione delle Argille di Conche. Al di sotto di questo è stato infine intercettato il substrato calcareo-marnoso fino ad una profondità di 60m.

	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA					
DOCFAP	COMMESSA NB3P	LOTTO 01	CODIFICA T 14	DOCUMENTO RGMD0000001	REV. A	FOGLIO 54 DI 222

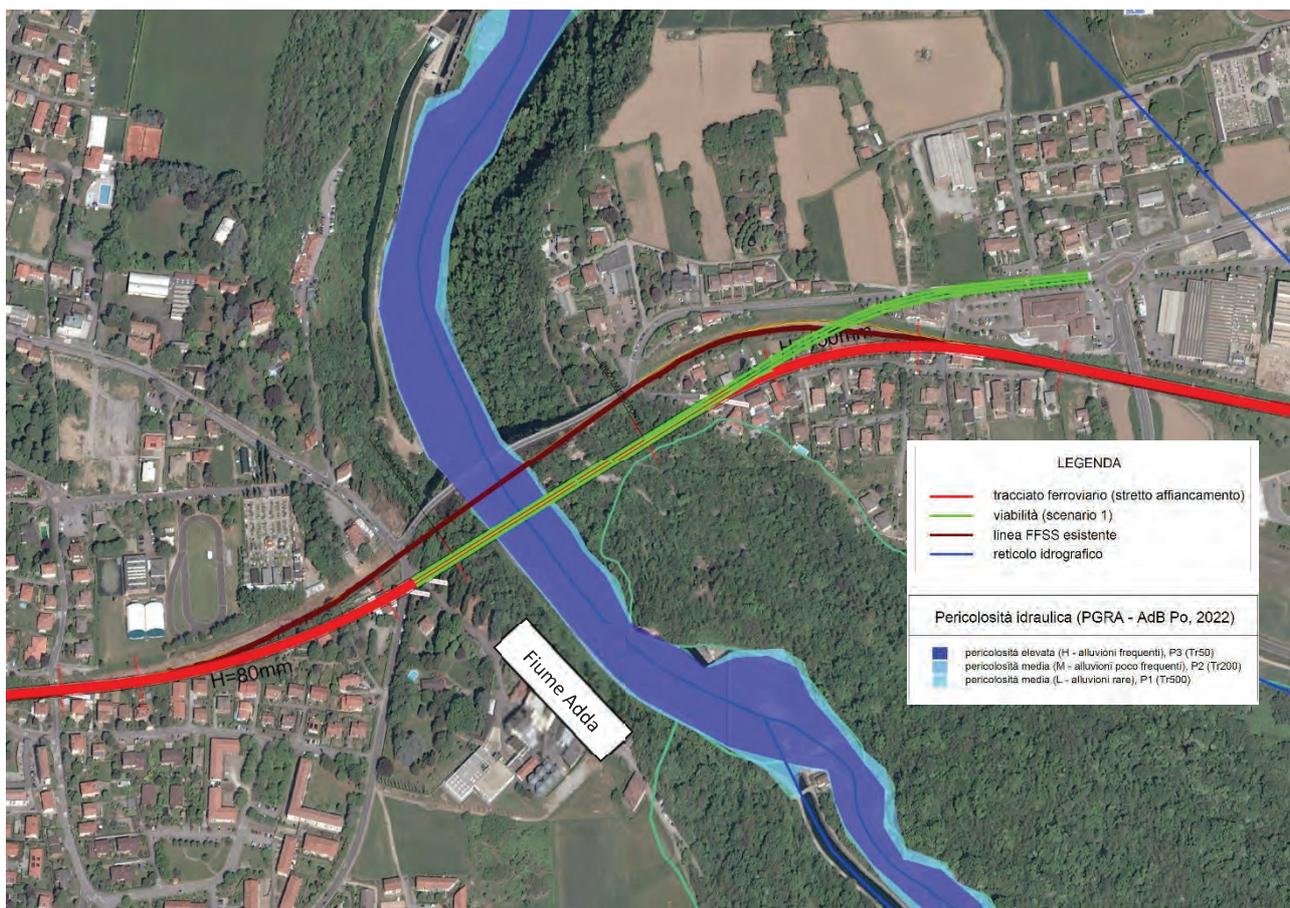
Da un punto di vista geomorfologico, la soluzione di scenario 1 si localizza ad una distanza <50m a nord del limite di un’area in frana che interessa un ampio settore dei fianchi della valle dell’Adda; evitando l’area di frana questa soluzione non è soggetta alla serie di significative problematiche evidenziate per lo Scenario 0.

Il fenomeno, come descritto in letteratura e come emerso da indagini e sopralluoghi preliminari, si manifesta attraverso lo slittamento dei conglomerati del Ceppo sulle argille plastiche di Conche, a causa dell’incisione di quest’ultime da parte dell’Adda e della conseguente esposizione del contatto con i sovrastanti conglomerati. Come conseguenza i conglomerati si fratturano e si disarticolano, restituendo in superficie una morfologia a blocchi e trincee. Per i dettagli e foto si rimanda al paragrafo della nota geologia-geotecnica.

Per quello che riguarda gli aspetti idrogeologici si fa presente che, nei pressi dell’abitato di Calusco, in fase di perforazione, la falda è stata intercettata all’interno del complesso del “Ceppo” conglomeratico. In particolare, nel BH1 e nel BH3 la piezometrica è stata misurata rispettivamente a 39,10m e 55,15m rispetto al piano campagna.

5.3.4 *Analisi dei vincoli e delle interferenze idrauliche*

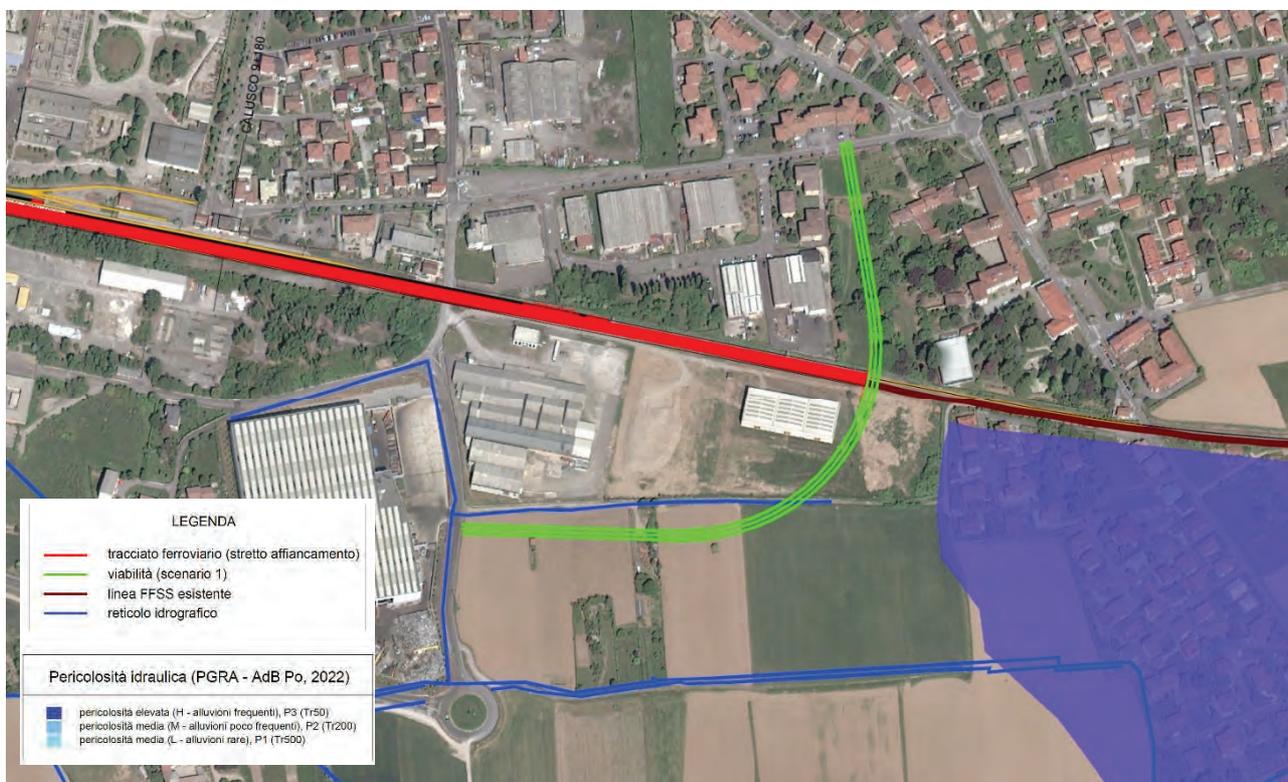
Per tale scenario, la principale interferenza idraulica è rappresentata dal Fiume Adda, attraversato dal tracciato ferroviario / stradale di progetto alla progr. 2+030.00 circa.



Vista l’elevazione dell’attraversamento in progetto, le prescrizioni in materia di franco idraulico, i.e. franco minimo di 1,50 m rispetto al livello idrico corrispondente alla piena duecentennale ($Tr = 200$ anni) e distanza minima di 6 - 7 m tra il fondo alveo e la quota di sotto-trave, in ragione di eventuali fenomeni di trasporto solido di fondo e/o di materiale galleggiante, riportate nelle NTC2018, sono già ampiamente rispettate e non risultano “dimensionanti” per il nuovo impalcato e la sua quota di intradosso.

Con riferimento al documento “*Profili di piena dei corsi d’acqua del reticolo principale*” a corredo del Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni – Autorità di bacino del Fiume Po (marzo 2016), l’attraversamento ferroviario esistente e in progetto, in stretto affiancamento ad esso, è collocato in corrispondenza della sezione denominata “188”, per la quale è indicato un livello idrico associato alla piena cinquantennale di +187.76 m slm, duecentennale di +188.47 m slm, cinquecentennale di +188.75 m slm, a fronte di una quota del piano ferro o del piano stradale (ponte/viadotto promiscuo) collocata ad una quota superiore a +250.00 m slm.

Per quanto concerne le viabilità alternative di soppressione dei passaggi a livello lungo la linea FS storica, si segnala che quella alternativa ai passaggi a livello di via Piave (progr. LS: 8+988) e di via D. Alighieri (progr. LS: 8+387) interferisce con un canale / fosso di scolo appartenente al reticolo idrografico regionale. Tuttavia, tale viabilità si configura come un cavalca-ferrovia; pertanto, non si ravvedono comunque particolari criticità idrauliche.



A meno degli attraversamenti sul Fiume Adda, non vi sono ulteriori interferenze “dirette” con le aree di pericolosità idraulica, così come definite nella pianificazione di bacino vigente (PGRA – AdB Po, 2022).

Infine, per la viabilità di soppressione dei passaggi a livello nel comune di Paderno non si evidenziano interferenze o criticità idrauliche.

5.3.5 *Analisi dei vincoli archeologici*

La verifica non ha evidenziato aree e beni sottoposti a vincolo archeologico diretto e/o indiretto, né zone di interesse archeologico ex lettera “m” art. 142 del Dlgs 42/2004 direttamente interferenti con

l’alternativa di tracciato in esame, tuttavia si segnala la prossimità al tracciato di presenze archeologiche di seguito elencate:

Sito archeologico	Comune	Provincia	Distanza dall’opera
Tombe gallo-romane (con corredo databile al I sec. a.C.)	Calusco d’Adda	Bergamo	Km 1.2 ca.
Rinvenimento di monete romane	Calusco d’Adda	Bergamo	Km 1.2 ca.
Assi centuriali di età romana	Paderno d’Adda, Calusco d’Adda	Lecco, Bergamo	Km 0.2 ca.



Le soluzioni progettuali dello ‘Scenario 1’ calate sulla ricostruzione del reticolo centuriale di età romana (in arancione) e sulle presenze archeologiche note (in blu).

5.3.6 Analisi dei vincoli ambientali

L’assetto ambientale e paesaggistico costituisce una parte determinante del sistema dei vincoli da considerare nella valutazione dell’alternativa di intervento, in quanto su di esso impatteranno direttamente

	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA					
DOCFAP	COMMESSA NB3P	LOTTO 01	CODIFICA T 14	DOCUMENTO RGMD0000001	REV. A	FOGLIO 58 DI 222

le azioni materiali e/o immateriali previste dal progetto. Nell’analisi del contesto vengono prese in considerazione le componenti ambientali, con particolare riferimento ai seguenti tematismi:

1. Analisi del contesto paesaggistico
 - a. Livello di pianificazione (Piani paesaggistici, PUMS, PRG)
 - b. Aree protette
 - c. Paesaggi locali interessati
 - d. Uso del suolo per le colture di pregio
2. Analisi di potenziali vincoli ambientali:
 - a. Anagrafe dei siti contaminati censiti a livello regionale
 - b. Cave e impianti di recupero e trattamento

Ogni tematismo viene descritto attraverso un inquadramento generale dell’area di studio che permette di definire gli elementi ambientali al fine di individuare le principali criticità esistenti con il tracciato.

Analisi dei beni paesaggistici (artt. 136 e 142 D.Lgs. 42/04)

Dal punto di vista ambientale, i vincoli sono normati dal D.Lgs. 42/04. L’ art. 134 del D.Lgs. identifica nel modo seguente i beni paesaggistici:

1. Sono beni paesaggistici:

- a) gli immobili e le aree di cui all’articolo 136, individuati ai sensi degli articoli da 138 a 141;*
- b) le aree di cui all’articolo 142;*
- c) gli ulteriori immobili ed aree specificamente individuati a termini dell'articolo 136 e sottoposti a tutela dai piani paesaggistici previsti dagli articoli 143 e 156.*

A. Il Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio, all'art. 136 – Immobili ed aree di notevole interesse pubblico, individua le seguenti categorie di beni paesaggistici:

1. Sono soggetti alle disposizioni di questo Titolo per il loro notevole interesse pubblico:

- a) le cose immobili che hanno cospicui caratteri di bellezza naturale, singolarità geologica o memoria storica, ivi compresi gli alberi monumentali;*
- b) le ville, i giardini e i parchi, non tutelati dalle disposizioni della Parte seconda del presente codice, che si distinguono per la loro non comune bellezza;*
- c) i complessi di cose immobili che compongono un caratteristico aspetto avente valore estetico e tradizionale, inclusi i centri ed i nuclei storici;*

	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA					
DOCFAP	COMMESSA NB3P	LOTTO 01	CODIFICA T 14	DOCUMENTO RGMD0000001	REV. A	FOGLIO 59 DI 222

d) le bellezze panoramiche e così pure quei punti di vista o di belvedere, accessibili al pubblico, dai quali si goda lo spettacolo di quelle bellezze.

B. Il Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio, all'art. 142, individua le seguenti categorie di beni paesaggistici:

1. Sono comunque di interesse paesaggistico e sono sottoposti alle disposizioni di questo Titolo:

a) i territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare;

b) i territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi;

c) i fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna;

d) le montagne per la parte eccedente 1.600 metri sul livello del mare per la catena alpina e 1.200 metri sul livello del mare per la catena appenninica e per le isole;

e) i ghiacciai e i circhi glaciali;

f) i parchi e le riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi;

g) i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento, come definiti dall'articolo 2, commi 2 e 6, del decreto legislativo 18 maggio 2001, n. 227 (norma abrogata, ora il riferimento è agli articoli 3 e 4 del decreto legislativo n. 34 del 2018);

h) le aree assegnate alle università agrarie e le zone gravate da usi civici;

i) le zone umide incluse nell'elenco previsto dal D.P.R. 13 marzo 1976, n. 448;

l) i vulcani;

m) le zone di interesse archeologico.

C. Immobili e aree tipizzati, individuati e sottoposti a tutela dai piani paesaggistici previsti dagli articoli 143 e 156.

Si tratta di beni paesaggistici tipizzati in base alle loro specifiche caratteristiche che il piano paesaggistico individua e sottopone a tutela mediante specifica disciplina di salvaguardia e utilizzazione (art. 143 c. 1 lettera i).

Fonti consultate:

- geoportale della lombardia - <https://www.geoportale.regione.lombardia.it/download-dati>



VINCOLI

Art.136 D.Lgs. 42/04

- Architetture_vincolate_e_di_particolare_interesse
- Perimetro_e_Aree_di_notevole_interesse_pubblico

Figura x– Beni paesaggistici disciplinati ai sensi dell’art.136 D.Lgs 42/04

Come mostrato nell’immagine sopra, dal punto di vista di vincoli normati da art. 136 del D.Lgs. 42/ 04 il progetto ricade in parte in :

- Aree di notevole interesse pubblico da Km 1+857 al Km 3 della ferrovia;
- Le soluzioni stradali sono coinvolte nelle stesse aree ove si affiancano a quelle ferroviarie;



VINCOLI

Art. 142 D.Lgs. 42/04

-  Parchi_locali_interesse_sovracomunale
-  Fiumi_torrenti_e_corsi_acqua_publici_e_relative_sponde
-  Aree_rispetto_corsi_d_acqua_tutelati
-  Territori_coperti_da_foreste_e_da_boschi
-  Alvei_fluviali_tutelati
-  Parchi_regionali_nazionali
-  EUAP

Figura x– Beni paesaggistici disciplinati ai sensi dell’art.142D.Lgs 42/04

	<p>DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI</p> <p>POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA</p>												
<p>DOCFAP</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NB3P</td> <td>01</td> <td>T 14</td> <td>RGMD0000001</td> <td>A</td> <td>62 DI 222</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	62 DI 222
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	62 DI 222								

Rispetto ai vincoli paesaggistici da art. 142 del D.L.gs 42/04, gli interventi previsti per lo scenario 1 ricadono nelle seguenti aree protette:

- Area EUAP0736 – Parco naturale dell’ Adda Nord – da pk 1+841 a pk 2+234;
- Parco regionale dell’ Adda Nord L.R. n° 35 del 16/09/1983 da pk 1+841 a pk 2+234;
- Aree di rispetto corsi d’acqua tutelati da pk 1+847 a 2+212;
- Alvei fluviali tutelati da pk 2,00 a 2+67;
- Fiumi torrenti e corsi d’acqua a pk 2+33;
- Territori coperti da foreste e da boschi da pk 1+845 a 2+624;
- Le soluzioni stradali ricadono nelle stesse aree vincolate ove si affiancano alle soluzioni ferroviarie;



PPR

— Tracciati guida paesaggistici art. 26

— Strade panoramiche art. 26

● Punti osserv. paesaggio lombardo art. 27c4 Unità tipologiche

PPR AMBITI TUTELA

● Luoghi identità regionale

▨ Ambiti di criticità

Figura x– Beni paesaggistici disciplinati dal PPR

Relativamente ai vincoli individuati dal Piano Paesaggistico regionale, il progetto ricade in:

- Tracciati guida paesaggistici (art. 26) alla pk 2+283;
- Ambiti di criticità dalle pk 2+197 a km 3;
- Le soluzioni stradali ricadono nelle stesse aree vincolate ove si affiancano a quelle ferroviarie.

Analisi di potenziali vincoli ambientali

L'analisi dei vincoli ambientali ha riguardato dapprima il censimento dei siti contaminati e attività produttive attraverso la consultazione delle banche dati regionali e successivamente la ricognizione territoriale attraverso i geoportali nazionali, anche per una valutazione storica delle aree.



Figura 5-1 in rosso lo Scenario 1 e in ciano i siti contaminati censiti da anagrafe regionale (aggiornamento 2021)

Nello specifico, il tracciato risulta interferente con il sito denominato BG046.0010, potenzialmente contaminato, che risulta essere collegato al sito BG46.0004, con avvenuta bonifica. Di seguito si riportano le informazioni circa i due siti che dovranno essere approfondite nella successiva fase progettuale.

CODICE SIT	Provincia	Comune	Attività	Stato procedimento ambientale	Superficie (mq)
BG046.0004	Bergamo	Calusco d'Adda	Industriale – Italcementi	Bonifica certificata	200
BG046.0010	Bergamo	Calusco d'Adda	Industriale – Italcementi	Piano di caratterizzazione approvato	350.000

Rete Natura 2000

Oltre ai vincoli normati da D.Lgs. 42/04, va verificata anche la presenza di aree afferenti alla Rete Natura 2000 (SIC/ZSC/ZPS). La Rete Natura 2000 è il principale strumento della politica dell'Unione Europea per la conservazione della biodiversità. Si tratta di una rete ecologica diffusa su tutto il territorio dell'Unione,

istituita ai sensi della Direttiva 92/43/CEE "Habitat" per garantire il mantenimento a lungo termine degli habitat naturali e delle specie di flora e fauna minacciati o rari a livello comunitario.

La rete Natura 2000 è costituita dai Siti di Interesse Comunitario (SIC), identificati dagli Stati Membri secondo quanto stabilito dalla Direttiva Habitat, che vengono successivamente designati quali Zone Speciali di Conservazione (ZSC), e comprende anche le Zone di Protezione Speciale (ZPS), istituite ai sensi della Direttiva 2009/147/CE "Uccelli" concernente la conservazione degli uccelli selvatici.



RETE NATURA 2000

- ZSC
- ZPS

Figura x– Rete Natura 2000

Per quanto riguarda la Rete Natura 2000, il progetto non interferisce direttamente con i siti presenti nell’areale.

	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA					
DOCFAP	COMMESSA NB3P	LOTTO 01	CODIFICA T 14	DOCUMENTO RGMD0000001	REV. A	FOGLIO 68 DI 222

Individua l'area di proprietà ferroviaria nella quale sono ammissibili unicamente interventi connessi all'attività ferroviaria. Mentre all'interno delle relative fasce di rispetto sono consentiti gli interventi con le modalità e secondo le procedure di autorizzazione in deroga dell'Ente.

Aree edificate nel verde di pregio ambientale

In tale zona sono ammesse le costruzioni residenziali, attività ricettive, commerciali, culturali e di svago, e attività artigianali, di servizio purché non controindicate con le funzioni essenzialmente residenziali della zona, nel massimo rispetto della piantumazione esistente.

4) - la distanza minima dai confini è fissata in m.5,00 è ammessa la contiguità di fatto o convenzionata sul confine.

Aree destinate alle culture agricole e boschive di interesse ambientale

Nella zona agricola definita di interesse ambientale sono ammesse le sole attività colturali legati al ciclo produttivo tipico della zona ed è vietato qualsiasi intervento edilizio di nuova costruzione anche se a diretto servizio dell'agricoltura.

Normativa paesistica - Classe 4° Fattibilità con gravi limitazioni

b) - Nella classe di sensibilità paesistica "4" considerata di incidenza paesistica alta dovuta alla naturalità dei luoghi sono vietate le attività industriali, direzionali, commerciali, tranne eventuali esercizi artigianali o di vicinato con sup. massima di mq.150 e sono inoltre vietati interventi edilizi per nuove costruzioni al di fuori dei Piani di Gestione Aziendale agricola ex LR n.12.

Vietata nelle zone cacuminali, la posa di antenne tralicci, pali, cavi ecc. in grado di alterare significativamente il profilo dello sky-line. Tali attrezzature quando indispensabili devono essere poste sui versanti, con leggibilità sullo sfondo degli stessi, senza visuali di emergenza a cielo libero.

Nei casi di servizi a raggio le attrezzature potranno esse replicate anche sui due versanti. Per tali opere obbligo di V.I.A. o applicazione della D.G.R. n.7/11045 ai fini della verifica della compatibilità paesistica. Obbligo di osservanza delle emissioni rumorose da contenere nei limiti più restrittivi fissati dal piano del rumore cittadino e assimilabili.

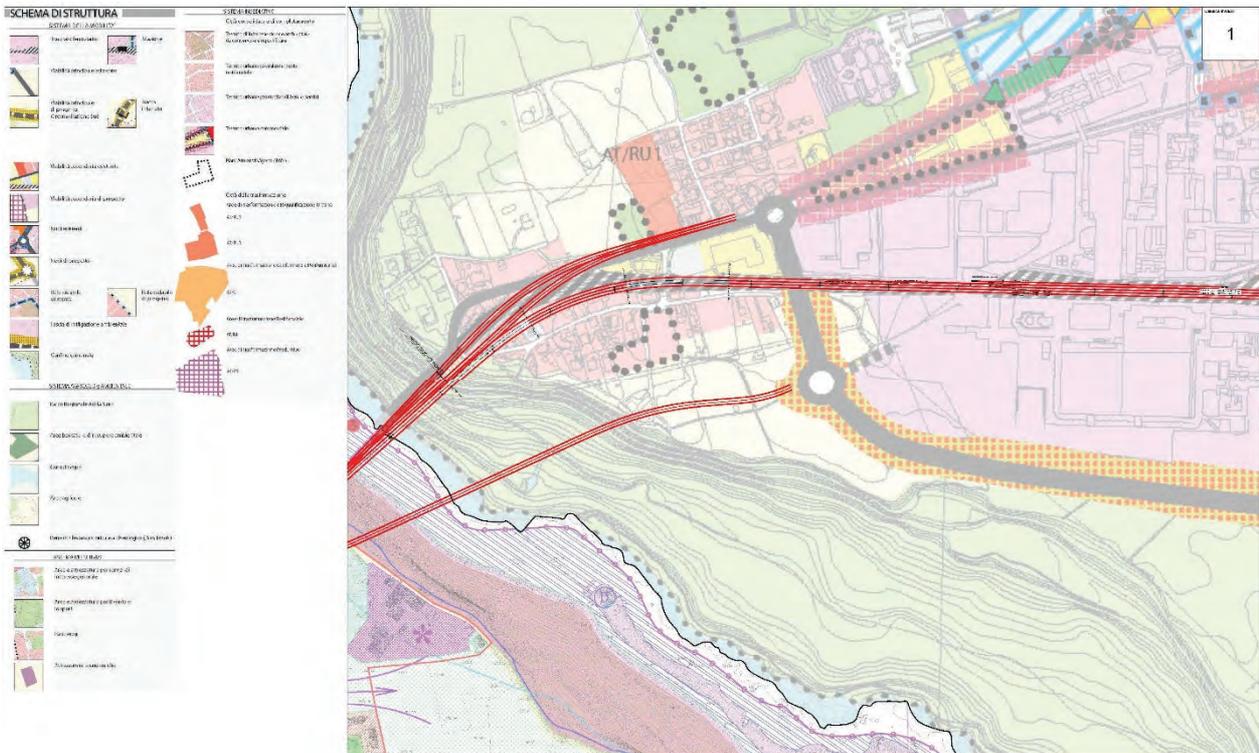
Art.36 Area di rispetto cimiteriale

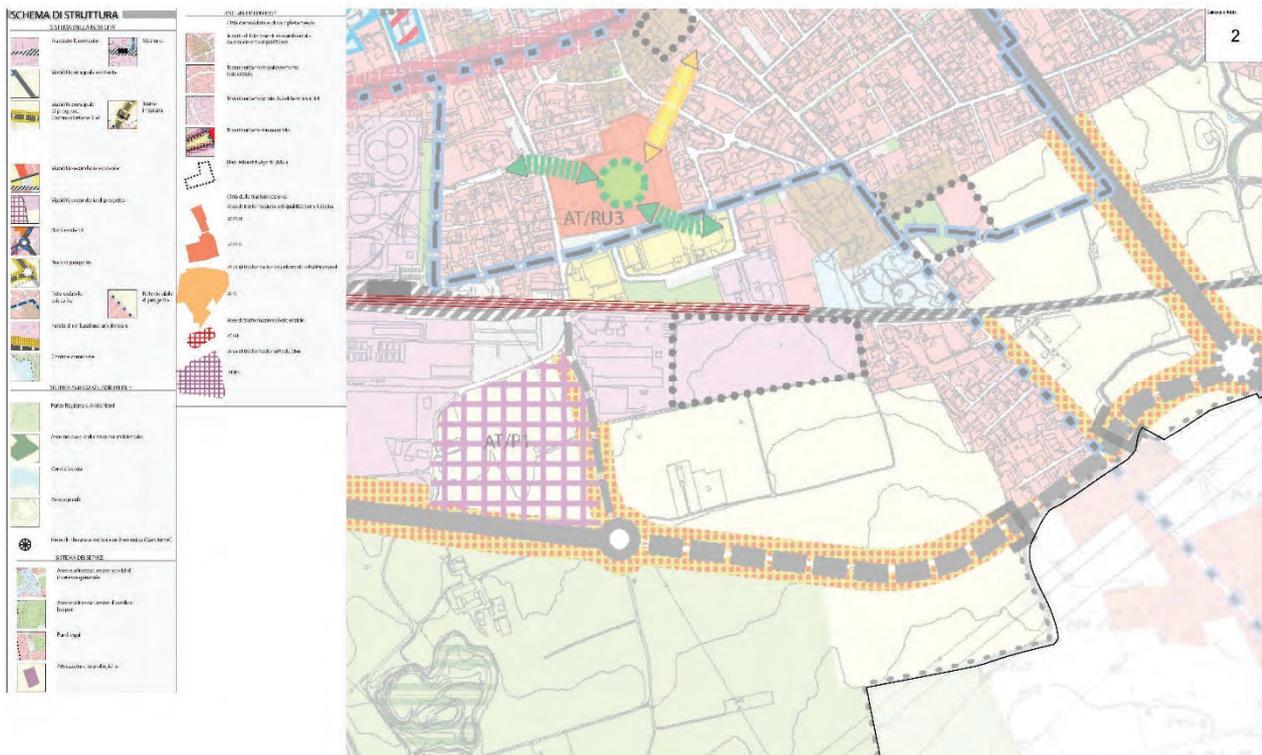
All'interno di tale perimetro non è ammessa alcuna costruzione, trasformazione o ampliamento dei fabbricati esistenti.

Sono consentite con autorizzazione annuale, piccole costruzioni per la vendita dei fiori e oggetti di culto e onoranze ai defunti, oltre ad attrezzature di carattere sportivo quali tribune, finiture e pavimentazioni pertinenti l'attività che si svolge nelle aree adiacenti.

La zona di rispetto del cimitero di Paderno d’Adda è stata ridefinita a seguito del progetto di ampliamento del cimitero (ml. 50,00 su tutti i lati) su cui è stato espresso parere favorevole dell’ASL di Lecco con comunicazione in data 29.10.2007 prot.n. 685668/07.

Comune di Calusco d’Adda





SISTEMA AGRICOLO AMBIENTALE

Art. 21 Parco Regionale Adda Nord

Per le aree comprese all'interno del perimetro di Parco Regionale Adda Nord vale in termini generali, fatte salve diverse ovvero più restrittive prescrizioni di cui ai commi successivi, la disciplina normativa del Piano Territoriale di Coordinamento del Parco Regionale Adda Nord, approvato con Del. G.R. n. VII/2869, in data 22.12.2000, e successive varianti. Le previsioni urbanistiche del PTC del Parco Adda Nord sono immediatamente vincolanti e sono recepite di diritto negli strumenti urbanistici generali comunali dei comuni interessati e sostituiscono, ai sensi dell'art.1 comma 7 del PTC, eventuali previsioni difformi che vi fossero contenute. Gli interventi di qualsiasi natura interni al territorio del Parco sono soggetti ad Autorizzazione paesaggistica, preventiva a qualsiasi atto autorizzativo o di inizio attività. I medesimi interventi dovranno essere commisurati, sia per ingombro dimensionale, sia per conformazione del fabbricato nonché nella definizione degli spazi di pertinenza e di relazione, ai caratteri topologici e morfologici del paesaggio agrario, storico e naturalistico del Parco e non produrre disturbo per altezze e lunghezze incompatibili con suddetti caratteri. [...]

	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA												
DOCFAP	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NB3P</td> <td>01</td> <td>T 14</td> <td>RGMD0000001</td> <td>A</td> <td>71 DI 222</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	71 DI 222
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	71 DI 222								



Art. 22.1 Aree boscate e di recupero ambientale

Negli ambiti identificati come “Boschi” sono vietati:

l’abbattimento, il taglio, la potatura o qualsiasi altro intervento che possa arrecare danno agli alberi;

- la riduzione delle superfici boscate e/o la sostituzione dei boschi con altre colture;
- l’introduzione di essenze non autoctone;
- opere edilizie e infrastrutturali, anche ad uso agricolo, in prossimità degli elementi vegetazionali, che comportino un’alterazione fisica o visiva;
- il tracciamento di linee elettriche che comportano ampi varchi nelle aree boscate;
- le recinzioni non riferibili alle immediate pertinenze di fabbricati ed impianti o a strutture di protezione e sicurezza per la pubblica utilità, nonché le recinzioni non temporanee a protezione di nuova piantagione.

SISTEMA INSEDIATIVO



Art.11 ed s.m.i. Tessuto urbano prevalentemente residenziale

Uso principale

Residenza

Usi non consentiti

Agricolo; Industria e artigianato; Terziario, nelle articolazioni d’uso: “centri di ricerca e parchi scientifici e tecnologici” e “centri congressuali”; Commercio, nelle articolazioni d’uso: “attività commerciali su superfici espositive all’aperto e non” (A5); “grandi strutture di vendita extralimentari” (A6); “grandi strutture di vendita – Centri commerciali” (A7); “medie strutture di vendita alimentari ed extralimentari” (A3 – A4), per una superficie di vendita o di esercizio superiore a 600 m²; Mobilità.

Usi regolati

Terziario, nelle articolazioni non escluse: max 25% Slp Commercio, nelle articolazioni non escluse: max 30% Slp.



Art. 15 e s.m.i. Tessuto urbano produttivo di beni e servizi

Disciplina delle destinazioni d’uso

Uso principale

Industria e artigianato

Usi non consentiti

- Agricolo; Residenza; Terziario, nelle articolazioni d’uso: “centri congressuali”;
- Commercio, nelle articolazioni d’uso: “esercizi di vendita di vicinato” (A1), per le sole attività alimentari; “medie strutture di vendita extralimentari” (A3), per una superficie di vendita o di esercizio superiore a 600 m²; “medie strutture di vendita alimentari”
- (A4); “attività commerciali su superfici espositive all’aperto e non” (A5); “grandi strutture di vendita extralimentari” (A6); “grandi strutture di vendita – Centri commerciali” (A7); Servizi, ad esclusione delle articolazioni d’uso: “servizi speciali”,
- “attrezzature tecnologiche e impianti per servizi tecnici urbani”, “parcheggi pubblici” e “aree a verde”; Mobilità.

SISTEMA DELLA MOBILITA’

- Viabilità principale esistente;
- Tracciato ferroviario;
- Viabilità principale di progetto – Circonvallazione Sud

	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA					
DOCFAP	COMMESSA NB3P	LOTTO 01	CODIFICA T 14	DOCUMENTO RGMD0000001	REV. A	FOGLIO 73 DI 222

5.3.8 Cantierizzazione, tempistiche e stima intervento

Cantierizzazione

La realizzazione delle opere previste in tale scenario necessita dell’installazione di una serie di aree di cantiere lungo il tracciato della nuova linea ferroviaria/stradale, che di norma vengono selezionate sulla base delle seguenti esigenze principali:

- disponibilità di aree libere in prossimità delle opere da realizzare;
- lontananza da ricettori critici e da aree densamente abitate;
- facile collegamento con la viabilità esistente, in particolare con quella principale (strada statale ed autostrada);
- minimizzazione del consumo di territorio;
- minimizzazione dell’impatto sull’ambiente naturale ed antropico.
- Interferire il meno possibile con il patrimonio culturale esistente

Per quanto indicato in premessa, la realizzazione delle opere previste (Nuovo tracciato ferroviario e stradale “in stretto affiancamento” all’attuale) richiede un numero di aree di cantiere composte indicativamente da:

- un campo base;
- due cantieri operativi;
- una serie di Aree tecniche in prossimità delle opere maggiori (ponti e gallerie);
- una serie di Aree di stoccaggio, la cui dimensione e numero sarà funzione dei movimenti terra previsti e della disponibilità sul territorio;

Tempi di realizzazione

Lo scenario 1, in considerazione dell’intervento da sviluppare, in relazione alla tipologia delle opere da realizzare (Nuovo Ponte su fiume Adda, gallerie, rilevati, trincee, ecc.) e alle criticità legate allo sviluppo dell’infrastruttura, per la realizzazione dei lavori è stata stimata una **durata complessiva dei lavori di circa 5 anni**, escludendo le eventuali verifiche e certificazioni (CVT/CVT+AMIS) per l’attivazione.

La realizzazione degli allacci richiederà una chiusura prolungata della linea la cui entità potrà essere approfondita nelle successive fasi progettuali con uno studio di maggior dettaglio delle OO.CC. e della loro fasizzazione nelle zone in approccio alla linea e in corrispondenza degli allacci.

In generale è necessario evidenziare che, dato il livello molto preliminare della progettazione, le presenti stime delle tempistiche di esecuzione delle opere è ovviamente soggetta ad un’alea legata alla limitata definizione delle opere stesse. Gli approfondimenti successivi di progetto permetteranno di ridurre tale alea.

Stima Intervento

Di seguito si riporta la sintesi delle stime eseguite. Gli importi indicati debbono intendersi a livello di valore opere e non includono tutti gli ulteriori costi e oneri di vita intera. Resta inteso che vista la metodologia di stima adottata (valutazione parametrica) ed in considerazione del livello di progettazione, a tutti gli importi indicati va associato un margine di accuratezza pari a $-40\% \div +70\%$ e che l’ipotesi di stima effettuata prevede un affidamento per l’esecuzione dei lavori ad appalto integrato. Le tariffe utilizzate sono 2023.

VALORE OPERE

DOCFAP RADDOPPIO CALUSCO PADERNO	IMPORTI espressi in milioni di euro ed a livello di valore opere, al netto del margine di accuratezza
SCENARIO 1	262,2

Margine di accuratezza pari a $-40\% \div +70\%$

Il CVI dell’Intervento per lo Scenario 3, come da indicazioni della Committenza, è stimato pari a **356,60 M€**

5.4 SCENARIO 2

Lo Scenario 2 è composto dalla ferrovia in variante a sud della linea attuale e la viabilità localizzata a Nord, a circa 3.5 Km dall’attraversamento esistente.



Il tracciato ha inizio al Km 4+582 della linea storica per poi procedere in variante spostandosi verso Sud avvicinandosi all’Adda, evitando completamente così la zona in frana. Al fine di minimizzare gli impatti sul territorio, il tracciato attraversa un’area sostanzialmente libera localizzata tra gli abitati di Medolago e Suisio. Questa posizione e la vicinanza alla SP170, che si configura come una viabilità principale della zona, ha suggerito l’opportunità di poter localizzare qui una nuova fermata che, posizionandosi a circa 3 Km dal centro di Calusco, potrebbe in parte essere utilizzata dagli abitanti di Calusco e potrebbe generare una nuova opportunità di mobilità per le aree abitate circostanti attualmente non servite dalla ferrovia.



Superato l'Adda procede parallelamente alla Sp55 per poi andarsi a richiudere in corrispondenza dell'attuale PL al Km 12+863 nei pressi di Paderno.

Prima di richiudersi sulla linea storica, nei pressi di via dei Contadini Verdinesi, è prevista la realizzazione della nuova fermata di Paderno.



Immagini Area
localizzazione nuova
fermata



Il tracciato si sviluppa per circa 11 Km, ha una velocità di 115 Km\h (Vt) e una pendenza massima pari al 10%.

5.4.1 Viabilità

Relativamente al collegamento viario tra Calusco e Paderno, si prevede una soluzione di scavalco del fiume Adda posta a Nord rispetto al tracciato ferroviario. La soluzione prevede la realizzazione di una viabilità di categoria F-extraurbana con marciapiedi con corsie da 3,50 m che permettono la circolazione di tutte le tipologie di mezzi definiti dal paragrafo 3.4.2 del D.M. 5/11/2001. La viabilità parte dall’attuale intersezione a rotatoria già presente a Imbersago per poi deviare verso Nord ed effettuare lo scavalco. Nella parte finale si atterra su un’altra rotatoria già esistente nel comune di Imbersago. Dovrà essere valutata la necessità di adeguare tale intersezione per permettere il transito a tutte le tipologie di mezzi. L’intervento particolarmente critico ha una lunghezza di circa 750 metri ed impatta sulle abitazioni esistenti causando numerose demolizioni.

Sulla base degli strumenti istituzionali disponibili e previsti per tale livello progettuale non si riscontrano vincoli che insistono sul sedime della viabilità di progetto.



Lo scavalco viario è stato delocalizzato di circa 3.500m a nord dell’attuale collegamento per motivi legati all’orografia del terreno, al tessuto viario e allo sviluppo per l’opera di scavalco:

- Nei primi 2 km le viabilità principali, oggetto di collegamento, SP56 e Via dell’Industria si trovano a una distanza tale da dover prevedere un’opera di scavalco con uno sviluppo nettamente superiore a quello previsto nella soluzione sopra descritta. Ciò comporterebbe un maggiore impatto su un

territorio fortemente vincolato, considerata anche la presenza di una cava a ridosso del comune di Calusco (la quale allungherebbe ancor di più lo sviluppo del tracciato).

- Nel restante tratto pari a 1.5 km, Via delle Industrie si trova in galleria, condizione che avrebbe reso oneroso e di difficile realizzazione la connessione con una nuova viabilità



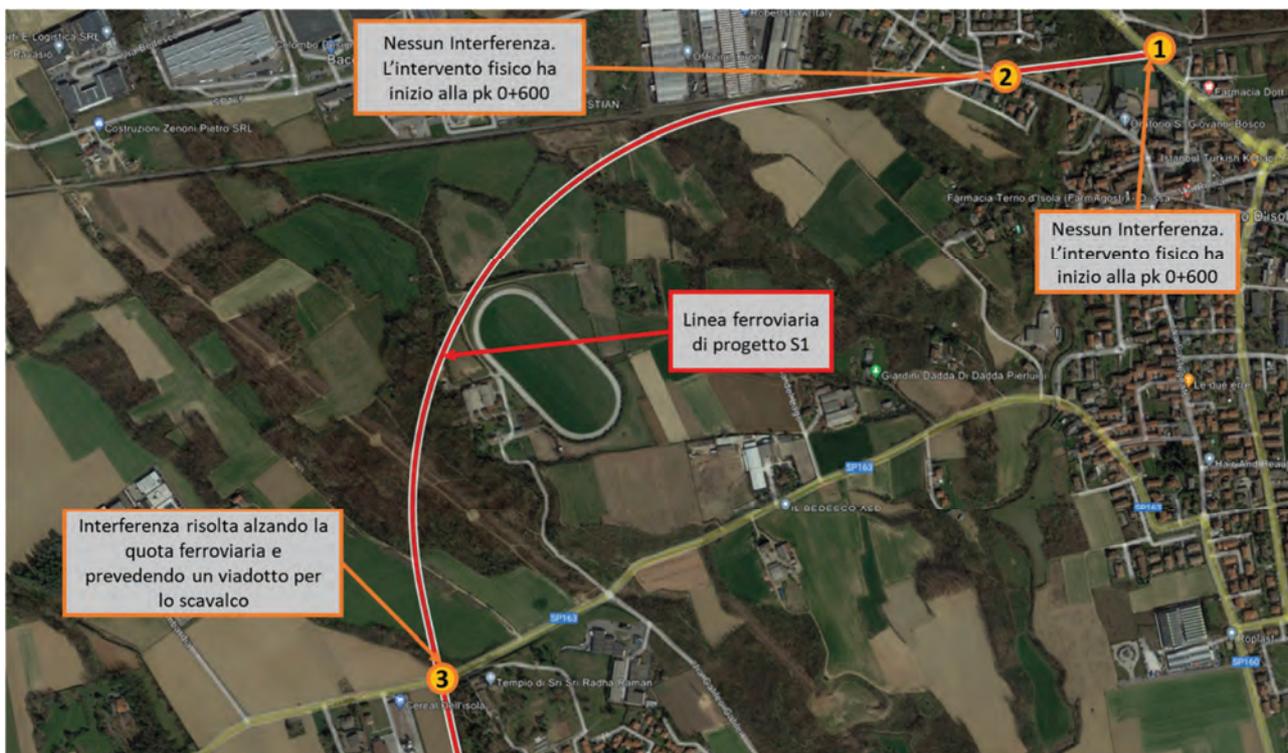
5.4.2 *Interferenze con le viabilità esistenti*

In questo paragrafo verranno analizzate le interferenze viarie con le viabilità di maggiore rilievo del territorio e la loro possibile risoluzione. Inoltre, viene analizzata la soluzione che prevede lo scavalco del fiume Adda tramite una viabilità posta 3 chilometri più a Nord rispetto al ponte attuale. In particolare, l’attraversamento viene garantito tra i comuni di Villa d’Adda e Imbersago.

Di seguito sono riportate le interferenze tra la linea ferroviaria e le viabilità:

N° Interferenza	PK	Linea ferroviaria	Viabilità	Tipo di Interferenza
1	0+040	Bergamo Seregno	SP166	Nessuna interferenza. L'intervento fisico inizia alla pk 0+600 quindi non vi è realmente l'interferenza
2	0+320	Bergamo Seregno	PL Via Milano	Nessuna interferenza. L'intervento fisico inizia alla pk 0+600 quindi non vi è realmente l'interferenza
3	2+276	Bergamo Seregno	SP 163 – Via Bergamo	Interferenza risolta alzando la quota ferroviaria e prevedendo un viadotto per lo scavalco
4	4+215	Bergamo Seregno	SP170 – Viale Europa	Interferenza risolta alzando la quota ferroviaria e prevedendo un viadotto per lo scavalco
5	4+540	Bergamo Seregno	Via de Gaspari	Interferenza con la linea ferroviaria che si trova in rilevato. Si propone viabilità alternativa.
6	4+604	Bergamo Seregno	Via Giussano	Interferenza con la linea ferroviaria che si trova in rilevato. Si propone viabilità alternativa.
7	6+766	Bergamo Seregno	Via Giuseppe Mazzini	Interferenza con la linea ferroviaria che si trova in rilevato. Si propone adeguamento in sottopasso.
8	7+798	Bergamo Seregno	Via Fiume Adda	Interferenza con la linea ferroviaria che si trova in rilevato. Si propone adeguamento in sottopasso.
9	7+823	Bergamo Seregno	Via Fuggitiva	Interferenza con la linea ferroviaria che si trova in rilevato. Si propone adeguamento in sottopasso.
10	8+257	Bergamo Seregno	Via Dei Boschi	Interferenza con la linea ferroviaria che si trova in rilevato. Si propone viabilità alternativa.
11	9+747	Bergamo Seregno	Via Festini Ugo	Interferenza risolta alzando la quota ferroviaria e prevedendo un viadotto per lo scavalco
12	10+933	Bergamo Seregno	PL SP56	Interferenza con la linea ferroviaria che si trova in rilevato. Si propone viabilità alternativa per la risoluzione del passaggio a livello.

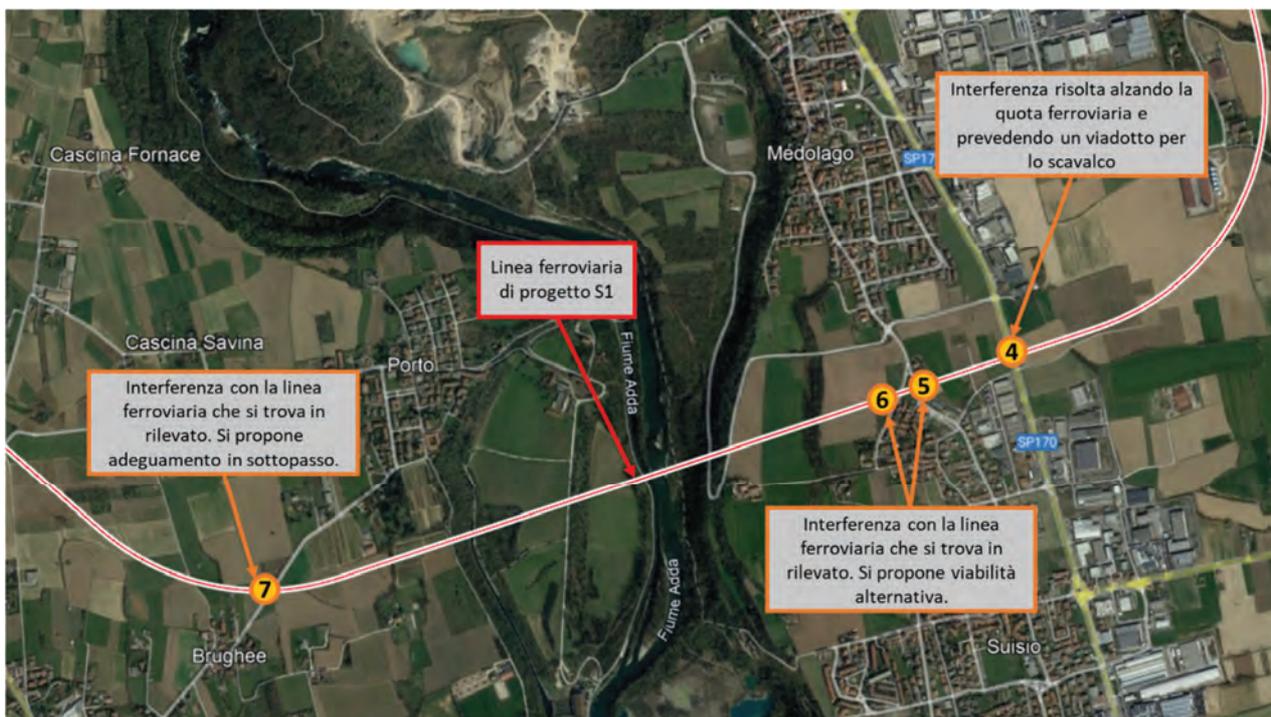
Alla progressiva **2+276** della linea il tracciato si trova in viadotto, nelle fasi successive del progetto l'opera di scavalco dovrà essere progettata in maniera tale da non interferire con la viabilità sottostante.



Alla progressiva **4+215** della linea il tracciato si trova in viadotto, nelle fasi successive del progetto l'opera di scavalco dovrà essere progettata in maniera tale da non interferire con la viabilità sottostante SP170.

Alla progressiva **4+540** e **4+604** della linea il tracciato si trova in rilevato e interferisce rispettivamente con Via de Gaspari e Via Giussano. Il collegamento garantito dalle due viabilità verrà ripristinato attraverso la realizzazione di una viabilità alternativa posta ad ovest in corrispondenza del viadotto ferroviario di scavalco del fiume Adda.

Alla progressiva **6+766** della linea il tracciato si trova il rilevato e interferisce con Via Giuseppe Mazzini, tale viabilità collega le contrade di Brughee e Porto e per tale motivo si prevede di ripristinare le condizioni attuali attraverso un adeguamento altimetrico coerentemente a quanto richiesto dal D.M. 5/11/2001. Viene previsto un sottopasso in corrispondenza del corpo ferroviario.



Alla progressiva **7+798** e **7+823** della linea il tracciato si trova in rilevato e interferisce rispettivamente con Via Fiume Adda e Via Fuggitiva. Il collegamento garantito dalle due viabilità verrà ripristinato attraverso la realizzazione di una viabilità alternativa in sottopasso alla linea ferroviaria. Alla progressiva **8+257** interferisce con Via dei Boschi, di collegamento a un casolare: si prevede una viabilità alternativa.

Alla progressiva **9+747** della linea il tracciato si trova in viadotto, nelle fasi successive del progetto l’opera di scavalco dovrà essere progettata in maniera tale da non interferire con la viabilità sottostante Via Festini Ugo.

Alla progressiva **10+933** si prevede la soppressione del PL con la SP55, attraverso la realizzazione di una nuova viabilità in sottopasso alla linea, di connessione tra la SP 55 e la SP3. L’intervento stradale, necessario per risolvere l’interferenza, sarà particolarmente impattante sul territorio. In particolare, l’intervento, di lunghezza di circa 650 metri parte da Via Milano e sottopassa l’infrastruttura ferroviaria per poi immettersi sulla SP55. La viabilità è una strada di tipo F-extraurbana con corsie da 3,50 m che permettono la circolazione di tutte le tipologie di mezzi definiti dal paragrafo 3.4.2 del D.M. 5/11/2001.



5.4.3 **Inquadramento geologico, geomorfologico, geotecnico e sismico in asse**

Nello scenario 2 il sedime ferroviario ricadrebbe in gran parte su superfici sub-pianeggianti delle sommità collinari, fatta eccezione per l’attraversamento del F. Adda. In questo settore la valle dell’Adda ha una larghezza di 1.4km ca. e i suoi fianchi presentano una morfologia più articolata, caratterizzata dalla presenza di scarpate intermedie e terrazzi morfologici a quote diverse, di origine fluviale. La morfologia della valle risulta inoltre particolarmente modificata dall’attività antropica. Dal punto di vista geologico, per quanto è stato possibile ricostruire solo sulla base di dati bibliografici, anche in questo settore, nelle aree pianeggianti, affiorerebbero ghiaie e sabbie ascrivibili a depositi fluvioglaciali recenti. Lungo i fianchi della valle vengono riportati localmente affioramenti di conglomerati cementati del Ceppo e depositi sciolti di varia natura (glaciale, colluviale, alluvionale) in facies prevalentemente ghiaioso-sabbiosa. Vista la natura dei terreni non si esclude anche la probabilità di incontrare “occhi pollini” (cavità che si formano come risultato dell’erosione sotterranea all’interno del conglomerato).

Dal punto di vista geomorfologico non vengono riportate instabilità di versante paragonabili a quelle descritte per la soluzione 1; nell’area sono presenti prevalentemente forme fluviali (scarpate fluviali) e forme legate alle attività antropiche (cave).

	<p>DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI</p> <p>POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA</p>												
<p>DOCFAP</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NB3P</td> <td>01</td> <td>T 14</td> <td>RGMD0000001</td> <td>A</td> <td>84 DI 222</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	84 DI 222
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	84 DI 222								

Per gli aspetti idrogeologici si rimanda ai dati illustrati nel paragrafo di “Inquadramento idrogeologico”. Lungo il tracciato sia in destra che in sinistra del F. Adda la soggiacenza è di circa 40m.; nel tratto di attraversamento del F. Adda la falda si attesta a quota dell’alveo del fiume.



Figura 15. Affioramento del Ceppo in sponda sinistra idrografica, in località Suisio.



Figura 16. Scarpata morfologica impostata sui depositi fluvio-glaciali a sud di Paderno in località Cascina Borghè.

Per quanto riguarda la soluzione stradale, essa si andrebbe a localizzare a circa 4 km a nord del ponte attuale, in un tratto in cui la valle ha una larghezza inferiore a 200m e i suoi fianchi hanno altezza di circa 30m dalla quota dell’Adda. Lungo questi ultimi sono presenti depositi sciolti costituenti colluvio di versante. Le sommità

dei fianchi della valle sono rappresentate da superfici sub-pianeggianti sulle quali viene riportata la presenza di depositi ghiaioso-sabbiosi di origine glaciale e fluvioglaciale del Pleistocene superiore. Nei pressi del tracciato, su queste aree pianeggianti, localmente affiorano rilievi costituiti dalle formazioni afferenti alla successione sedimentaria del substrato, per i dettagli si demanda al paragrafo “assetto stratigrafico”.

In sponda ovest, circa 400m a sud del tracciato stradale, il sondaggio 38879 riporta ghiaie e sabbie in appoggio sul conglomerato a 41m di profondità e incontra la roccia del substrato a 60 m ca. da piano campagna

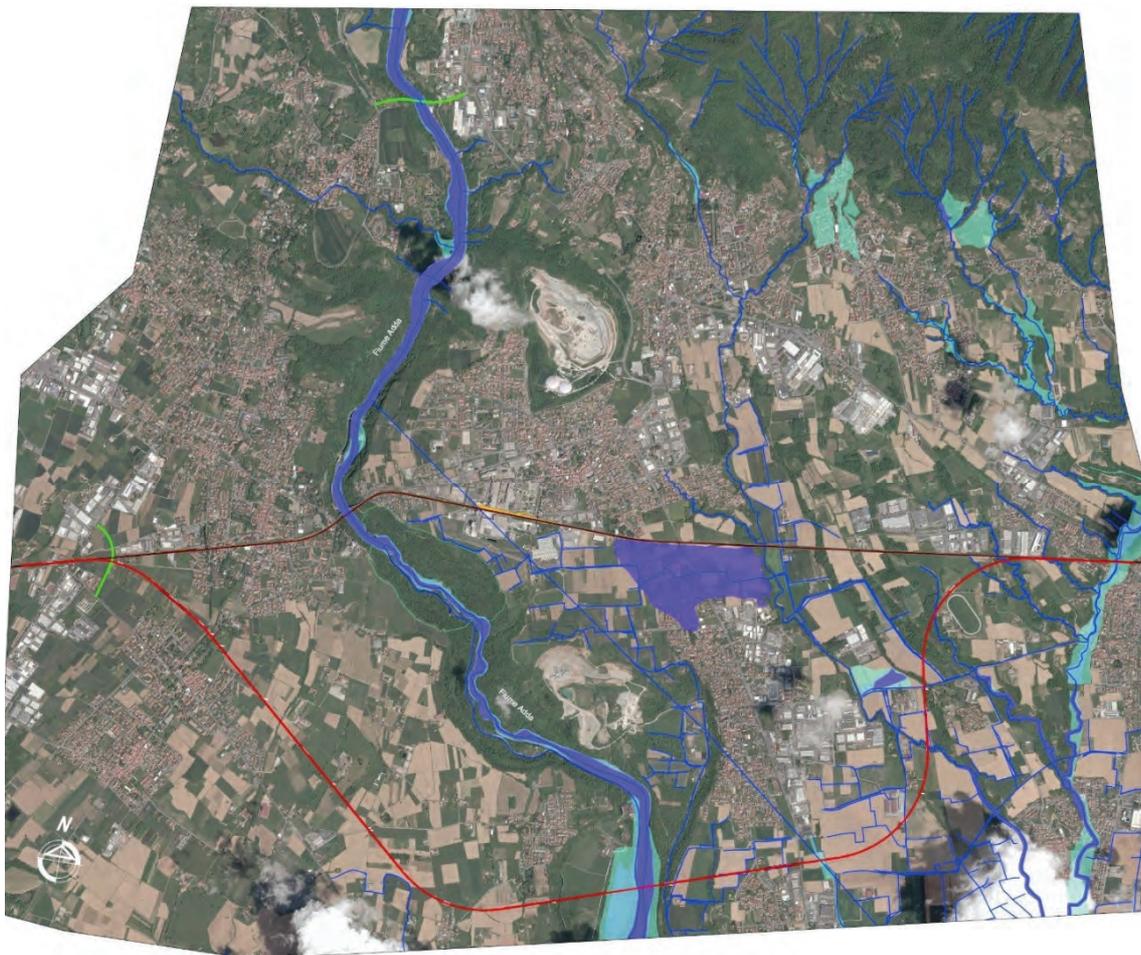
Per gli aspetti idrogeologici si rimanda ai dati illustrati nel paragrafo di Inquadramento idrogeologico dove la falda superficiale viene riportata a circa 190 m slm, ovvero a quota alveo.



Figura 17. Depositi sabbioso-ghiaiosi di origine glaciale a sud dell’abitato di Villa d’Adda.

5.4.4 *Analisi dei vincoli e delle interferenze idrauliche*

Anche per tale scenario la principale interferenza idraulica è rappresentata dal Fiume Adda, attraversato dal tracciato ferroviario di progetto alla progr. 5+450.00 e dal nuovo tracciato stradale alla progr. 0+350.00, entrambi in variante rispetto all’attuale ponte promiscuo. Inoltre, il tracciato ferroviario in progetto (in variante) interferisce, nel tratto in sinistra idraulica del Fiume Adda, anche con una serie di corsi d’acqua/canali secondari / minori appartenenti al reticolo idrografico regionale. Per quanto concerne gli attraversamenti sul Fiume Adda, analogamente allo scenario precedente, vista l’elevazione delle opere in progetto, le prescrizioni in materia di franco idraulico, i.e. franco minimo di 1,50 m rispetto al livello idrico corrispondente alla piena duecentennale ($Tr = 200$ anni) e distanza minima di 6 - 7 m tra il fondo alveo e la quota di sotto-trave, in ragione di eventuali fenomeni di trasporto solido di fondo e/o di materiale galleggiante, riportate nelle NTC2018, sono già ampiamente rispettate e non risultano “dimensionanti” per i nuovi impalcati e le loro quote di intradosso.



Con riferimento al documento “*Profili di piena dei corsi d'acqua del reticolo principale*” a corredo del Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni – Autorità di bacino del Fiume Po (marzo 2016), l'attraversamento ferroviario in progetto, in variante rispetto all'attuale ponte ferroviario, è collocato in corrispondenza della sezione denominata “182”, per la quale è indicato un livello idrico associato alla piena cinquantennale di +155.24 m slm, duecentennale di +156.11 m slm, cinquecentennale di +156.42 m slm, a fronte di una quota del piano ferro collocata a +240.00 m slm. Il nuovo attraversamento stradale sul Fiume Adda è collocato invece in corrispondenza della sezione denominata “194”, per la quale è indicato un livello idrico associato alla piena cinquantennale di +193.14 m slm, duecentennale di +194.03 m slm, cinquecentennale di +194.35 m slm, a fronte di una quota del piano stradale collocata +234.00 m slm circa.

Per quanto riguarda le interferenze idrauliche “minori” del nuovo tracciato ferroviario (in variante) lungo il suo sviluppo nella piana in sinistra idraulica del Fiume Adda, sono state condotte alcune analisi idrologiche – idrauliche preliminari che ne hanno permesso l'identificazione delle caratteristiche dei bacini afferenti e la stima delle relative portate al colmo, sulla base delle quali sono state poi ipotizzate /definite le corrispondenti opere di risoluzione/attraversamento.

Nello specifico, si tratta 15 interferenze idrauliche (minori/secondarie), tutte caratterizzate da bacini afferenti con estensione inferiore a 10 km², eccetto per l'interferenza alla progr. 2+700 circa.

Per la stima delle altezze di pioggia di riferimento, per il tempo di ritorno di progetto (Tr = 200 anni, in accordo alle NTC2018 e la Manuale di progettazione ferroviaria), si è ricorso all'utilizzo delle Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica (LSPP) dell'Arpa Lombardia, nonché alle LSPP dedotte dall'analisi statistica secondo il metodo di Gumbel delle registrazioni pluviometriche disponibili nell'area di studio.

A meno dell'interferenza alla progr. 2+700 circa, per tutte le altre la portata al colmo di riferimento stimata per il tempo di ritorno di 200 anni ammonta a valori inferiori a 50 m³/s. In accordo anche alla circolare n.7/2019 delle NTC2018, sulla base di analisi idrauliche speditive, per tali interferenze si prevede la realizzazione di manufatti idraulici di tipo “*tombino*”. Per quanto concerne l'interferenza alla progr. 2+700, caratterizzata da un bacino afferente con superficie superiore a 10 km² e una portata al colmo Tr200 superiore a 50 m³/s, in relazione anche ad analisi riguardanti la morfologia del territorio, si prevede la realizzazione di un ponte caratterizzato da una campata con luce non inferiore a 50 m.

Nella tabella seguente sono riepilogate le interferenze idrauliche sopra descritte, unitamente ai relativi manufatti idraulici di risoluzione.

Progr. (km)	Opera
0+680	<i>tombino scatolare 4m x 3m</i>
0+990	<i>tombino scatolare 4m x 4m</i>
1+175	<i>tombino scatolare 3m x 2.5m</i>
1+680	<i>tombino scatolare 4m x 3m</i>

Progr. (km)	Opera
2+039	<i>tombino scatolare 4m x 2.5m</i>
2+250	<i>tombino scatolare 4m x 2.5m</i>
2+450	<i>tombino scatolare 2m x 2m</i>
2+700	<i>viadotto / ponte (luce 50m)</i>
3+300	<i>tombino scatolare 4m x 2.5m (x2)</i>
3+475	<i>tombino scatolare 4m x 3m</i>
4+025	<i>tombino scatolare 3m x 3m</i>
4+340	<i>tombino scatolare 4m x 2.5m</i>
4+640	<i>tombino scatolare 2m x 2m</i>
4+900	<i>tombino scatolare 4m x 2.5m</i>
5+190	<i>tombino scatolare 5m x 4m</i>

Si tratta evidentemente di un primissimo censimento delle interferenze idrauliche e delle relative opere di risoluzione, da meglio analizzare e indagare nella successiva fase progettuale, tramite anche opportuni rilievi e indagini in campo.

Oltre agli attraversamenti sul Fiume Adda in corrispondenza dei quali i tracciati ferroviari e stradali in progetto interferiscono con le aree a pericolosità idraulica, P3 (alta), come da PGRA (AdB Po, 2022), si segnala che il tracciato ferroviario interferisce con aree a pericolosità idraulica, tuttavia P1 (bassa), anche in corrispondenza della progr. 4+025.00. Si precisa inoltre che la fine dell'intervento di raddoppio ferroviario è collocata a progr. 0+590.00 circa. Pertanto, l'interferenza con le aree a pericolosità idraulica P3 (alta) dell'attuale linea ferroviaria in corrispondenza della progr. 0+120.00 esula dagli interventi in progetto.

Infine, in analogia allo scenario precedente, per la viabilità di soppressione dei passaggi a livello nel comune di Paderno non si evidenziano interferenze o criticità idrauliche.

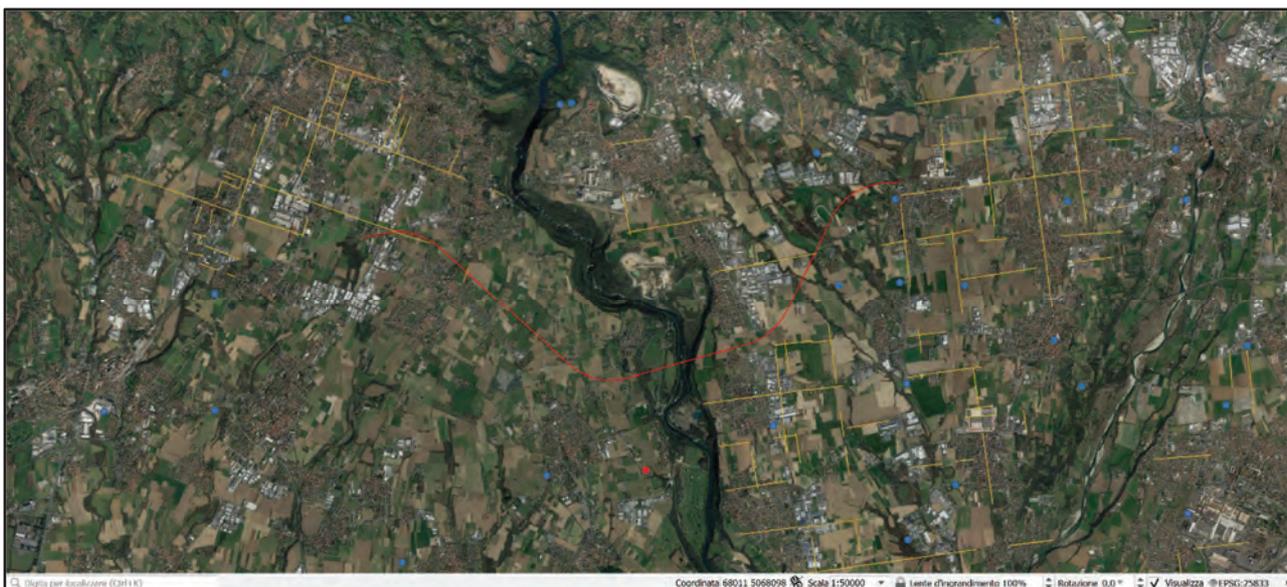
5.4.5 Analisi dei vincoli archeologici

La verifica non ha evidenziato aree e beni sottoposti a vincolo archeologico diretto e/o indiretto, né zone di interesse archeologico ex lettera “m” art. 142 del Dlgs 42/2004 direttamente interferenti con l’alternativa di tracciato in esame, tuttavia si segnalano tratti di assi centuriali di epoca romana direttamente interferenti con gli interventi previsti e la prossimità al tracciato del seguente vincolo:

Dispositivo di tutela	Comune	Provincia	Località/ toponimo	Contesto archeologico	Distanza dall’opera
Vincolo diretto	Cornate d’Adda	Monza e Brianza	Villa Paradiso	Villa romana di età imperiale	Km 1.5 ca.

Altresì si segnala la prossimità al tracciato di presenze archeologiche di seguito elencate:

Sito archeologico	Comune	Provincia	Distanza dall’opera
Ara sacra con epigrafe dai caratteri attribuiti al I-II sec. d.C.	Suisio	Bergamo	Km 1.3 ca.
Chiesa databile al VII sec. d.C. e resti insediativi altomedioevali	Carvico	Bergamo	Km 0.86 ca.
Epigrafe romane, complesso tardo-antico e altomedioevale, sarcofagi	Terno d’Isola	Bergamo	Km 0.26 ca.
Rinvenimento di reperti litici preistorici	Chignolo d’Isola	Bergamo	Km 0.55 ca.
Rinvenimento di reperti preistorici e romani	Chignolo d’Isola	Bergamo	Km 1.5 ca.



Le soluzioni progettuali dello ‘Scenario 2’ calate sulla ricostruzione del reticolo centuriale di età romana (in arancione), sulle presenze archeologiche note (in blu) e sui vincoli archeologici (in rosso).

5.4.6 Analisi dei vincoli ambientali

L’assetto ambientale e paesaggistico costituisce una parte determinate del sistema dei vincoli da considerare nella valutazione dell’alternativa di intervento, in quanto su di esso impatteranno direttamente le azioni materiali e/o immateriali previste dal progetto. Nell’analisi del contesto vengono prese in considerazione le componenti ambientali, con particolare riferimento ai seguenti tematismi:

3. Analisi del contesto paesaggistico
 - a. Livello di pianificazione (Piani paesaggistici, PUMS, PRG)
 - b. Aree protette
 - c. Paesaggi locali interessati
 - d. Uso del suolo per le colture di pregio
4. Analisi di potenziali vincoli ambientali:
 - a. Anagrafe dei siti contaminati censiti a livello regionale
 - b. Cave e impianti di recupero e trattamento

Ogni tematismo viene descritto attraverso un inquadramento generale dell’area di studio che permette di definire gli elementi ambientali al fine di individuare le principali criticità esistenti con il tracciato.

Analisi dei beni paesaggistici (artt. 136 e 142 D.Lgs. 42/04)

Dal punto di vista ambientale, i vincoli sono normati dal D.Lgs. 42/04. L’ art. 134 del D.Lgs identifica nel modo seguente i beni paesaggistici:

1. Sono beni paesaggistici:

a) gli immobili e le aree di cui all’articolo 136, individuati ai sensi degli articoli da 138 a 141;

b) le aree di cui all’articolo 142;

c) gli ulteriori immobili ed aree specificamente individuati a termini dell’articolo 136 e sottoposti a tutela dai piani paesaggistici previsti dagli articoli 143 e 156.

A. Il Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio, all’art. 136 – Immobili ed aree di notevole interesse pubblico, individua le seguenti categorie di beni paesaggistici:

1. Sono soggetti alle disposizioni di questo Titolo per il loro notevole interesse pubblico:

a) le cose immobili che hanno cospicui caratteri di bellezza naturale, singolarità geologica o memoria storica, ivi compresi gli alberi monumentali;

b) le ville, i giardini e i parchi, non tutelati dalle disposizioni della Parte seconda del presente codice, che si distinguono per la loro non comune bellezza;

c) i complessi di cose immobili che compongono un caratteristico aspetto avente valore estetico e tradizionale, inclusi i centri ed i nuclei storici;

d) le bellezze panoramiche e così pure quei punti di vista o di belvedere, accessibili al pubblico, dai quali si goda lo spettacolo di quelle bellezze.

B. Il Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio, all’art. 142, individua le seguenti categorie di beni paesaggistici:

1. Sono comunque di interesse paesaggistico e sono sottoposti alle disposizioni di questo Titolo:

a) i territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare;

b) i territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi;

c) i fiumi, i torrenti, i corsi d’acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna;

d) le montagne per la parte eccedente 1.600 metri sul livello del mare per la catena alpina e 1.200 metri sul livello del mare per la catena appenninica e per le isole;

	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA												
DOCFAP	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NB3P</td> <td>01</td> <td>T 14</td> <td>RGMD0000001</td> <td>A</td> <td>92 DI 222</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	92 DI 222
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	92 DI 222								

e) i ghiacciai e i circhi glaciali;

f) i parchi e le riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi;

g) i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento, come definiti dall'articolo 2, commi 2 e 6, del decreto legislativo 18 maggio 2001, n. 227 (norma abrogata, ora il riferimento è agli articoli 3 e 4 del decreto legislativo n. 34 del 2018);

h) le aree assegnate alle università agrarie e le zone gravate da usi civici;

i) le zone umide incluse nell'elenco previsto dal D.P.R. 13 marzo 1976, n. 448;

l) i vulcani;

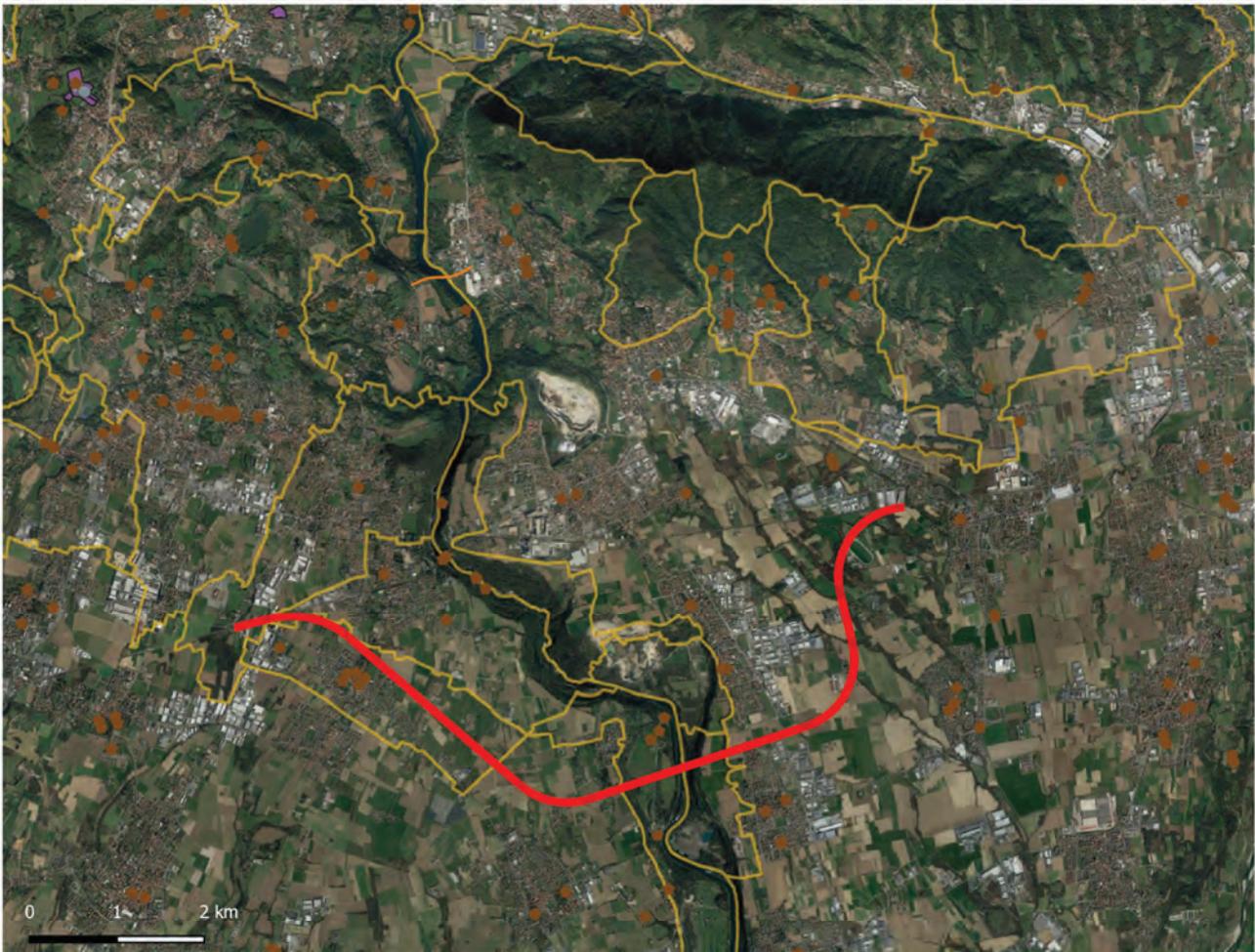
m) le zone di interesse archeologico.

C. Immobili e aree tipizzati, individuati e sottoposti a tutela dai piani paesaggistici previsti dagli articoli 143 e 156.

Si tratta di beni paesaggistici tipizzati in base alle loro specifiche caratteristiche che il piano paesaggistico individua e sottopone a tutela mediante specifica disciplina di salvaguardia e utilizzazione (art. 143 c. 1 lettera i).

Fonti consultate:

- geoportale della lombardia - <https://www.geoportale.regione.lombardia.it/download-dati>



VINCOLI

Art.136 D.Lgs. 42/04

-  Architetture_vincolate_e_di_particolare_interesse
-  Alberi_monumentali
-  Perimetro_e_Aree_di_notevole_interesse_pubblico
-  Beni_e_immobili_di_notevole_interesse_pubblico

Figura x– Beni paesaggistici disciplinati ai sensi dell’art.136 D.Lgs 42/04

Come mostrato nell’immagine ivi sopra, dal punto di vista di vincoli normati da art. 136 del D.Lgs. 42/ 04 il progetto ricade in parte in:

- tracciato ferroviario: aree di notevole interesse pubblico da pk 3+983 a 11+375.78;

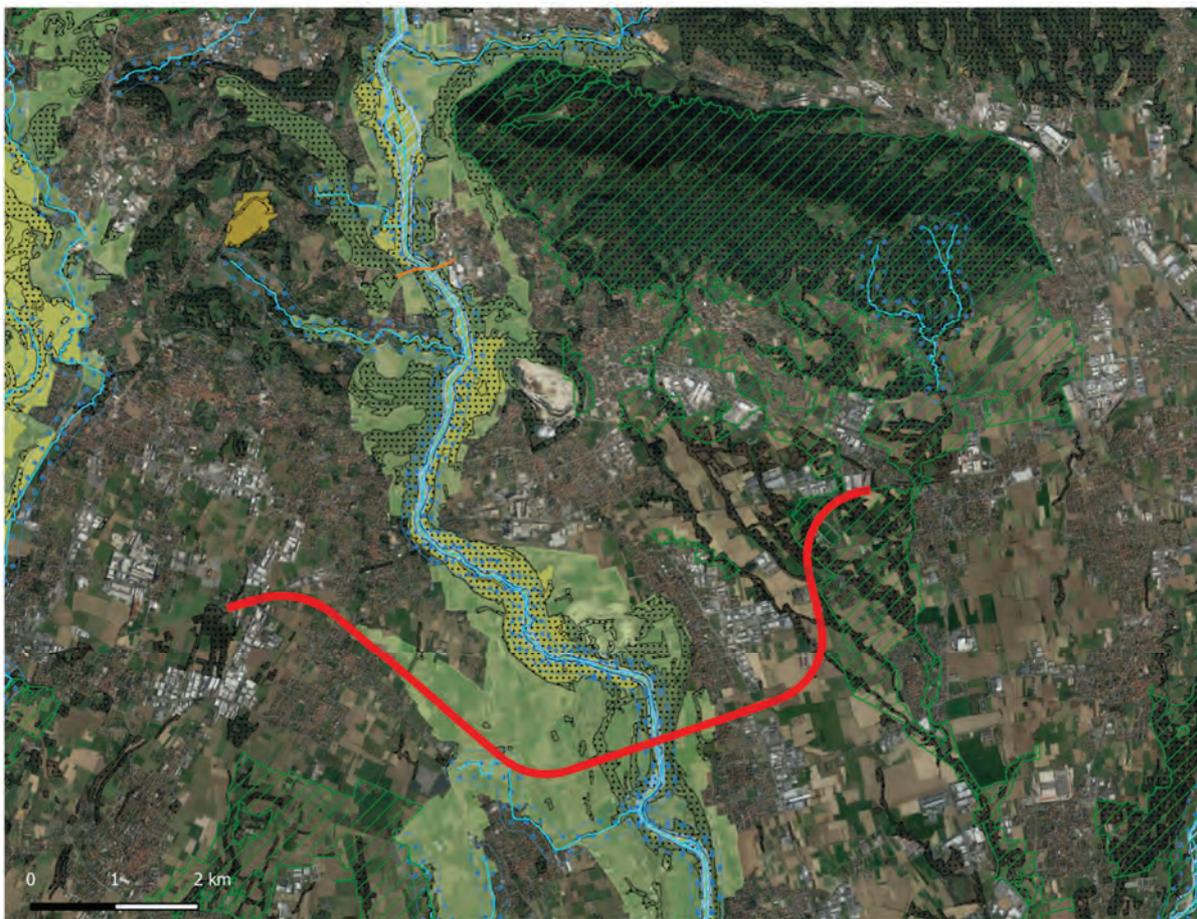


**DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE
PROGETTUALI**
**POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1
FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO
D'ADDA**

DOCFAP

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	94 DI 222

- soluzione stradale: aree di notevole interesse pubblico per 410 ml c.a.;



VINCOLI

Art. 142 D.Lgs. 42/04

-  Parchi_locali_interesse_sovracomunale
-  Fiumi_torrenti_e_corsi_acqua_publici_e_relative_sponde
-  Aree_rispetto_corsi_d_acqua_tutelati
-  Territori_coperti_da_foreste_e_da_boschi
-  Alvei_fluviali_tutelati
-  Parchi_regionali_nazionali
-  EUAP

Figura x– Beni paesaggistici disciplinati ai sensi dell’art.142 D.Lgs 42/04

Rispetto ai vincoli paesaggistici da art. 142 del D.Lgs 42/04, gli interventi previsti per lo scenario 2 ricadono nelle seguenti aree protette:

- Parco regionale dell’Adda Nord L.R. n° 35 del 16/09/1983 da pk 4+710 a pk 9+736

DOCFAP

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	96 DI 222

- Aree di rispetto corsi d’acqua tutelati da pk 5+221 a 5+883 c.a.
- Alvei fluviali tutelati da pk 5+371 5+460.70 c.a.
- Fiumi torrenti e corsi d’acqua a pk 5+435.96
- Territori coperti da foreste e da boschi da pk 4+878.66 a 5+928 c.a - da pk 5+202 a 5+410 c.a - da pk 5+680 a 5+749.30 c.a - da pk 5+912.14 a 6+159.46 c.a - da 7+103.73 c.a a 7+551.72
- Parchi locali di interesse sovracomunale da pk 0+462.45 a 1+856,17
- La viabilità ricade negli stessi vincoli per un’estensione di 590 ml circa.



PPR

- Tracciati_guida_paesaggistici_art_26
- Strade_panoramiche_art_26
- Punti_osserv_paesaggio_lombardo_art_27c4 Unita_tipologiche_
- Visuali_sensibili_art_27_comma_3

PPR AMBITI TUTELA

- Paesaggi_agrari_tradizionali
- Luoghi_identita_regionale
- ▨ Ambiti_di_criticità

Figura x– Beni paesaggistici disciplinati dal PPR

Relativamente ai vincoli individuati dal Piano Paesaggistico regionale, il progetto individuato nel secondo scenario:

- non interferisce con nessuna di esse per quanto riguarda i tracciati;
- interferisce con “Ambiti di criticità”; art.26 “strade panoramiche”; art. 26 “tracciati guida paesaggistici”.

Analisi di potenziali vincoli ambientali

L’analisi dei vincoli ambientali ha riguardato dapprima il censimento dei siti contaminati e attività produttive attraverso la consultazione delle banche dati regionali e successivamente la ricognizione territoriale attraverso i geoportali nazionali, anche per una valutazione storica delle aree.

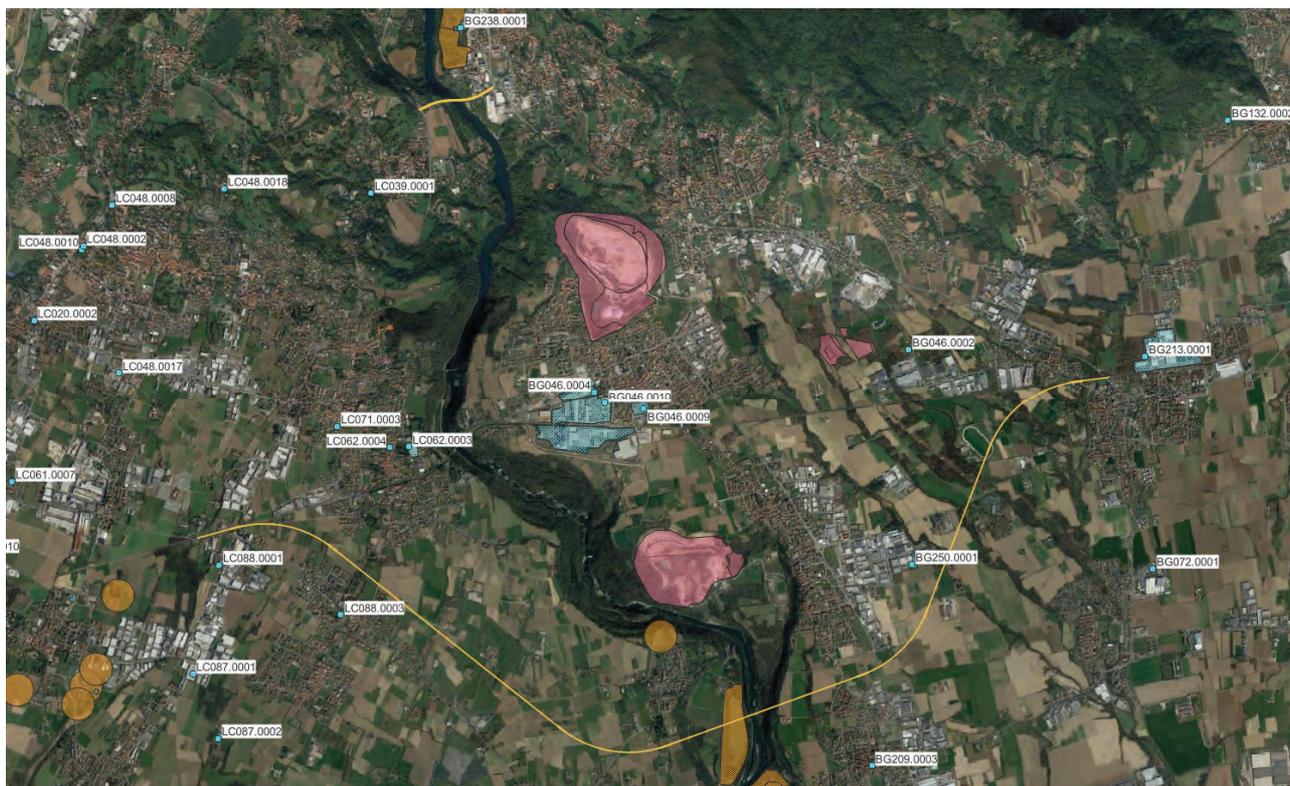


Figura 5-2 in giallo lo Scenario 2, in ciano i siti contaminati censiti da anagrafe regionale (aggiornamento 2021), in arancione le cave cessate (aggiornamento 2015) e in rosa le cave attive (aggiornamento 2015)

Nello specifico, il tracciato risulta interferente con una delle cave cessate ricavata dal piano cave della Lombardia aggiornato al 2015. La materia estratta era sabbia e ghiaia e la tipologia di cava era a cielo aperto.

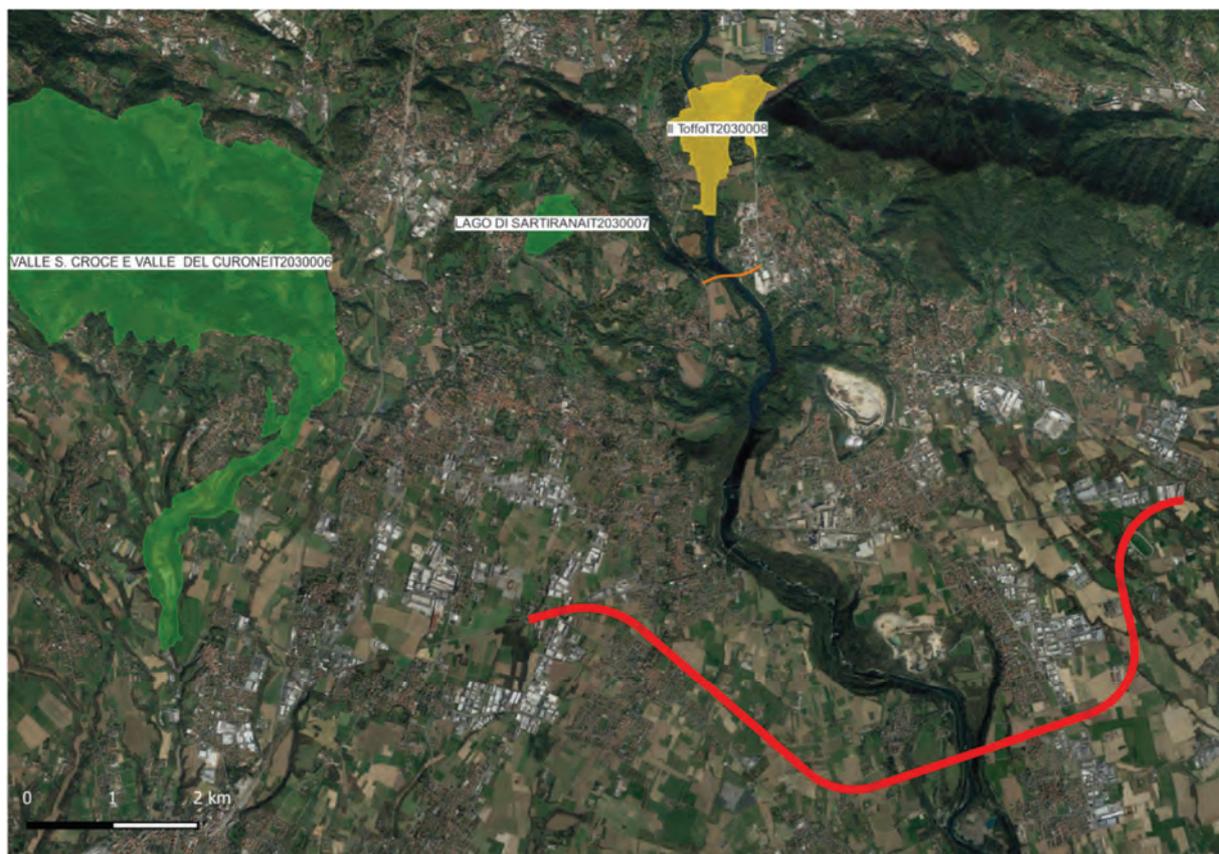
	<p>DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI</p> <p>POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA</p>												
<p>DOCFAP</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NB3P</td> <td>01</td> <td>T 14</td> <td>RGMD0000001</td> <td>A</td> <td>99 DI 222</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	99 DI 222
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	99 DI 222								

Nelle prossime fasi progettuali dovranno essere approfondite le informazioni in merito all’attuale stato di fatto e conservazione della cava.

Rete Natura 2000

Oltre ai vincoli normati da D.Lgs. 42/04, va verificata anche la presenza di aree afferenti alla Rete Natura 2000 (SIC/ZSC/ZPS). La Rete Natura 2000 è il principale strumento della politica dell'Unione Europea per la conservazione della biodiversità. Si tratta di una rete ecologica diffusa su tutto il territorio dell'Unione, istituita ai sensi della Direttiva 92/43/CEE "Habitat" per garantire il mantenimento a lungo termine degli habitat naturali e delle specie di flora e fauna minacciati o rari a livello comunitario.

La rete Natura 2000 è costituita dai Siti di Interesse Comunitario (SIC), identificati dagli Stati Membri secondo quanto stabilito dalla Direttiva Habitat, che vengono successivamente designati quali Zone Speciali di Conservazione (ZSC), e comprende anche le Zone di Protezione Speciale (ZPS), istituite ai sensi della Direttiva 2009/147/CE “Uccelli” concernente la conservazione degli uccelli selvatici.



RETE NATURA 2000

- ZSC
- ZPS

Figura x– Rete Natura 2000

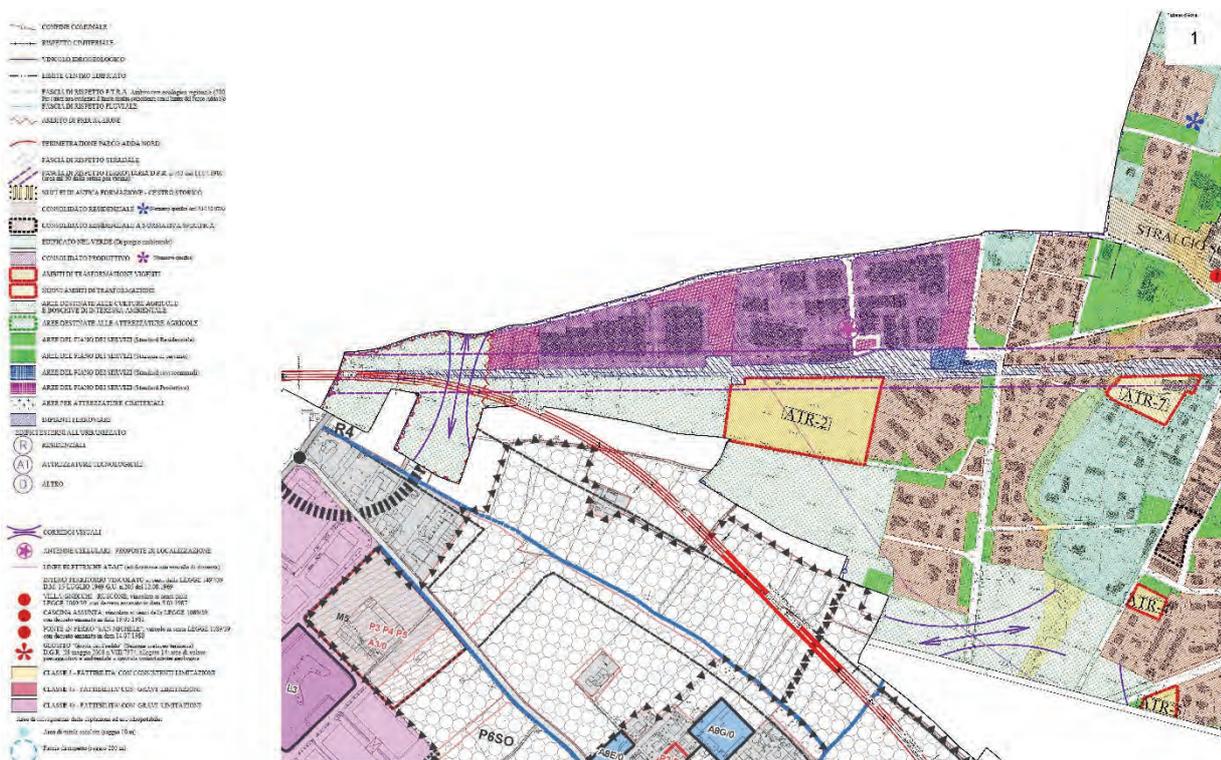
Per quanto riguarda la Rete Natura 2000, il progetto non interferisce direttamente con i siti presenti nell’areale.

5.4.7 Vincoli urbanistici

- PRG Paderno D’Adda approvato con [Delibera n. 11 del 09.06.2020 e allegati](http://www.halleyweb.com/c097062/zf/index.php/servizi-aggiuntivi/index/index/idtesto/202) - <http://www.halleyweb.com/c097062/zf/index.php/servizi-aggiuntivi/index/index/idtesto/202>
- PGT Calusco D’adda approvato con delibera C.C. n.7 del 16.3.2012 - <https://www.comune.caluscodadda.bg.it/amministrazione-trasparente/pianificazione-governo-del-territorio/piano-governo-del-territorio>
- PGT Verderio
- PGT Cornate d’ Adda approvato con [delibera di Consiglio comunale n. 3 del 29.03.2012](https://www.comune.cornatedadda.mb.it/index.php/piano-di-governo-del-territorio) - <https://www.comune.cornatedadda.mb.it/index.php/piano-di-governo-del-territorio>

- PGT Suisio approvato con Deliberazione comunale n. 3 del 20/02/2021 - <https://www.comune.suisio.bg.it/amministrazione-trasparente/pianificazione-governo-del-territorio/piano-governo-del-territorio>
- P.G.T. Medolago aggiornamento 2020 in variante (L.R. 11.02.2005), adottato con DCC n° 27 il 27.11.2020 e approvato con DCC n°12 del 07.05.2021 <https://www.comune.medolago.bg.it/aree/edilizia-urbanistica-commercio/piano-di-governo-del-territorio-pgt/>
- P.G.T. del Comune di Terno d’ Isola approvato ai sensi dell' art. 13 l.r. 12/2005 con Deliberazione di C.C. n 19 del 16.04.2012 e reso efficace dalla data di pubblicazione sul BURL Serie Avvisi e Concorsi n. 32 del 08.08.2012 <https://www.comune.ternodisola.bg.it/amministrazione-trasparente/pianificazione-governo-del-territorio/pgt-vas>
- P.G.T. Villa d’Adda approvato con Deliberazione CC n. 6 del 13.07.17 <http://www.comune.villadadda.bg.it/c016238/zf/index.php/servizi-aggiuntivi/index/index/idtesto/20005>

Comune di Paderno d’Adda



Lo scenario 2 nel comune di Paderno d’Adda interferisce con le seguenti aree:

 **Art. 18 - Aree destinate alle culture agricole e boschive di interesse ambientale**

Nella zona agricola definita di interesse ambientale sono ammesse le sole attività colturali legati al ciclo produttivo tipico della zona ed è vietato qualsiasi intervento edilizio di nuova costruzione anche se a diretto servizio dell'agricoltura. [...]

 **Art.21 - Fascia di rispetto ferroviaria D.P.R. n° 753 del 11.07.1980**

Con apposito simbolo viene identificata e meglio definita la fascia di rispetto di 500. mt. dalle sponde entro la quale ad esclusione degli edifici esistenti, fatti salvi dalla perimetrazione, il PTR della regione lombarda indica la preservazione delle aree libere. Si precisa che il tratto iniziale di tale perimetro si trova sostanzialmente a coincidere con il perimetro del Parco Regionale Adda Nord, per dare confini certi e facilmente individuabili,

si identifica tale perimetro con il confine del Parco Adda Nord fino all’altezza di Cascina Fornace dove con apposito simbolo si identifica nelle tavole di piano il limite dei 500 metri fino al confine con il Comune di Cornate d’Adda.

Comune di Verderio

Azioni e ambiti di efficacia del Documento di Piano

- Interventi infrastrutturali puntuali**
- R1 sdoppiamento fermate BUS
- Percorsi ciclopedonali di interesse sovracomunale**
- M1 Locale intercomunale
 - M2 locale intercomunale
 - Reti di interesse provinciale
 - Rotatoria esistente
 - M3 Aree di salvaguardia per infrastrutture stradali
 - Viabilità extraurbana primaria
 - Strade di distribuzione
 - Strade locali di progetto
- Ambiti di trasformazione del documento di piano**
- A2/0 Ambito ISAM Viale Rimembranze
 - L6 ambito di riserva
 - A8 Ambiti di trasformazione per residenza e servizi
 - A8 Ambiti di riqualificazione
 - L1 L3 Ambiti di trasformazione per attività produttive
 - A8 Ambiti di trasformazione e mitigazione
 - N6 Ampliamento parco regionale Adda Nord
 - Azione N6 ampliamento parco adda
 - Azione P6 ambiti di paesaggio
- Altre azioni di piano**
- Previsioni di interesse intercomunale e sovracomunale
 - M5 ambiti di recupero del patrimonio storico
- Azioni e ambiti di efficacia del Piano delle Regole**
- Azioni e ambiti di efficacia del Piano dei Servizi**
- Completamento della rete ciclopedonale locale (Azione N4)**
- Locali
 - Locali di progetto
 - R3 Sistemazione di piazze e interventi di regolazione del traffico
 - A1 Completamenti (PR)
 - centri storici
 - ambiti agricoli strategici PTCP (Azione N2 N5)
 - altre aree agricole (Azione N2 N5)
 - aree urbane consolidate (Azioni A4 E2)
 - aree monofunzionali produttive
 - Parcheggi
 - Servizi tecnici
 - Verde e servizi
 - Verde a vincolo cimiteriale



DOCFAP

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	104 DI 222

Azioni e ambiti di efficacia del Documento di Piano

Interventi infrastrutturali puntuali

- ◆ R1 adempimento fermate BUS
- Percorsi ciclopedonali di interesse sovracomunale
- M1 Locale intercomunale
- M2 locale intercomunale
- Rete di interesse provinciale
- Rotatoria esistente
- ▭ M3 Aree di salvaguardia per infrastrutture stradali
- ▭ Viabilità extraurbana primaria
- ▭ Strade di distribuzione
- ▭ Strade locali di progetto
- Ambiti di trasformazione del documento di piano
- ▭ A2/0 Ambito ISAM Viale Rimembranze
- ▭ L6 ambito di riserva
- ▭ A8 Ambiti di trasformazione per residenza e servizi
- ▭ A8 Ambiti di riqualificazione
- ▭ L1 L3 Ambiti di trasformazione per attività produttive
- ▭ A8 ambiti di trasformazione e mitigazione
- ▭ N6 Ampliamento parco regionale Adda Nord
- ▭ Azione N5 ampliamento parco adda
- ▭ Azione P6 ambiti di paesaggio

Altre azioni di piano

- ▭ Previsioni di interesse intercomunale e sovracomunale
- ▭ M5 ambiti di recupero del patrimonio storico

Azioni e ambiti di efficacia del Piano delle Regole

Azioni e ambiti di efficacia del Piano dei Servizi

Completamento della rete ciclopedonale locale (Azione N4)

- ▭ Locali
- ▭ Locali di progetto
- ▭ R3 Sistemazione di piazze e interventi di regolazione del traffico
- ▭ A1 Completamenti (PR)
- ▭ centri storici
- ▭ ambiti agricoli strategici PTCP (Azione N2 N5)
- ▭ altre aree agricole (Azione N2 N5)
- ▭ aree urbane consolidate (Azioni A4 E2)
- ▭ aree monofunzionali produttive
- ▭ Parcheggi
- ▭ Servizi tecnici
- ▭ Verde e servizi
- ▭ Verde a viticcio cimiteriale



Lo scenario 2 nel comune di Paderno d’Adda interferisce con le seguenti aree:



Lo scenario 2 nel comune di Verderio interferisce con le seguenti aree:

 **N2-N5 Ambiti agricoli strategici**

Art.2 Comma 11) Scenario strategico e determinazioni di piano

Rispetto agli obiettivi definiti per il Sistema Territoriale del Po e dei Grandi Fiumi il Documento di Piano determina le condizioni in atto e le azioni come segue:

11) prevede la valorizzazione dell’agricoltura come strumento di conservazione del territorio per le aree di cui propone l’inclusione nel parco fluviale dell’Adda Nord (azioni N2, N4, N5, N6);

N2 L’Amministrazione Comunale, attraverso l’informazione pubblica e la promozione di accordi presso le amministrazioni competenti promuove l’utilizzo degli incentivi previsti dal Piano di Sviluppo Rurale per colture arboree, interventi non colturali di alberatura e forestazione; il Piano delle Regole impone questi interventi in caso di deruralizzazione di fabbricati agricoli.

	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA					
DOCFAP	COMMESSA NB3P	LOTTO 01	CODIFICA T 14	DOCUMENTO RGMD0000001	REV. A	FOGLIO 106 DI 222

N5 Il Piano delle Regole ammette le destinazioni ricettive, agrituristiche, ricreative, sportive, vendita e degustazione di prodotti presso le aziende agricole.

Rispetto a tale ambito, le NTA di PGT riportano quanto segue:

Art. 25 (Sostituito) Ambito agricolo interno al Parco Adda Nord e al suo ampliamento previsto (PA).

25.1. Il Piano di Governo del Territorio di Verderio Superiore propone l’ampliamento del Parco Adda Nord come descritto nel Documento di Piano, Determinazioni di Piano e Tavola DP1. La normativa concernente l’ambito agricolo incluso nel Parco (Ambito PA con indicazione del perimetro), conforme all’art. 22 delle norme del PTC del Parco Adda Nord, è pertanto estesa a titolo di salvaguardia agli ambiti di futuro ampliamento PA, ad esclusione dell’applicazione delle procedure autorizzative di cui al precedente

art. 24, e **delle norme evidenziate in corsivo nei commi successivi**, tale esclusione vale fino alla decisione di ampliamento del Parco secondo le procedure previste dalla normativa regionale. Negli ambiti territoriali compresi in questi ambiti agricoli la presenza dell’attività agricola costituisce elemento essenziale del paesaggio nonché fondamentale elemento di connotazione e di contesto per la struttura naturalistica del territorio più strettamente connesso all’ambito fluviale.

▪ **N6 - Ampliamento Parco regionale Adda Nord**

La zona est del territorio comunale sarà integrata nel sistema ecologico formato da:

- Parco di Montevecchia e della Valle del Curone;
- PLIS del Rio Vallone;
- Parco Adda Nord

Attraverso l’ampliamento del Parco Adda Nord, proposto dal Documento di Piano all’Amministrazione Provinciale e all’ente gestore. (vedi azioni categoria “P”).

▪ **P6 - Ambiti di Paesaggio**

Il mantenimento delle fasce inedificate in margine al centro abitato è garantito negli Ambiti di Paesaggio indicati dal Documento di Piano secondo i seguenti criteri:

Generale – Tutti gli Ambiti di Paesaggio P6: Tutela e completamento dei percorsi, tutela delle vedute, dei capanni tradizionali, dei filari, delle siepi e delle alberature riparie;

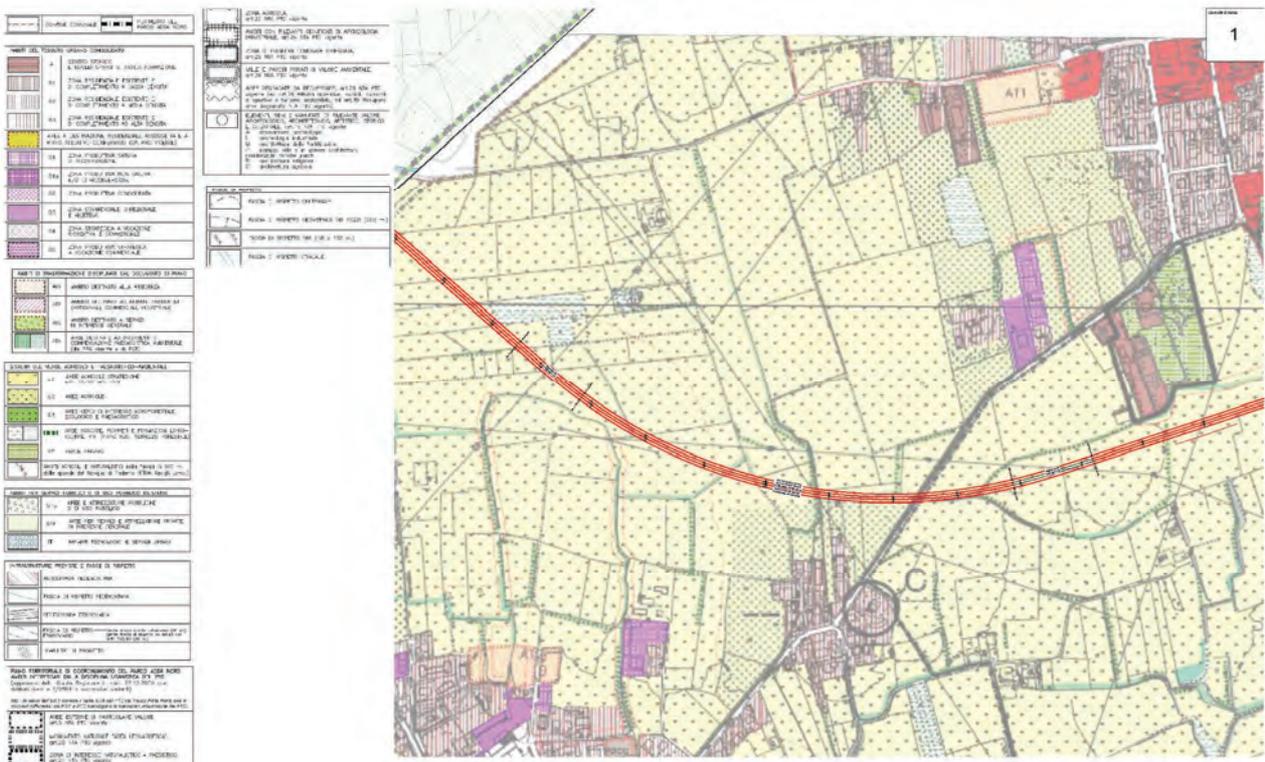
▪ **A4/E3 - Aree urbane consolidate**

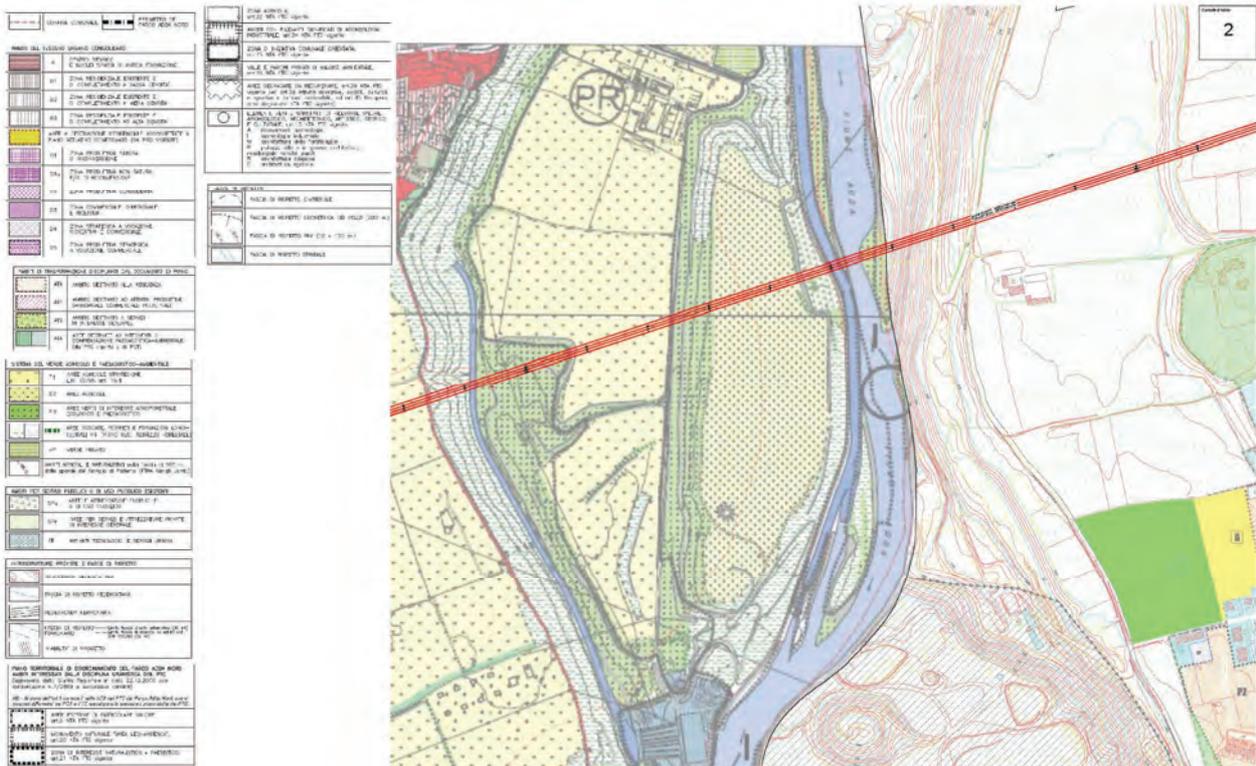
A4 Il Piano delle Regole ammetterà la densificazione in zone residenziali a seguito di interventi di riqualificazione ambientale ed energetica.

E3 definisce obiettivi riqualificazione energetica e ambientale del patrimonio edilizio residenziale e produttivo rivolti in particolare mediante incentivi agli edifici realizzati nel periodo 1950-1990.

Si riporta di seguito la “Carta dei Vincoli” facente parte degli Elaborati programmatori e normativi del PGT, con la sovrapposizione degli interventi:

Comune di Cornate d’Adda





Lo scenario 2 nel Comune di Cornate d’ Adda interferisce con le seguenti aree:

SISTEMA DEL VERDE AGRICOLO E PAESAGGISTICO AMBIENTALE



Art. 20.1 Zona E1 – Aree agricole strategiche LR 12/05 art. 154

Comprende aree di particolare valore ambientale, che si pongono nell’ambito della pianificazione strategica; comprende altresì le aree destinate alla compensazione ambientale di cui all’articolo di riferimento delle presenti NTA. Tale ambito è finalizzato al mantenimento ed alla valorizzazione dei caratteri ambientali paesaggistici e dei valori naturali e antropici propri del territorio agricolo; il PGT ne

persegue la salvaguardia, la qualificazione ed il potenziamento in quanto funzionali alla tutela, al ripristino ed alla valorizzazione delle potenzialità ambientali e paesaggistiche della campagna. A tal fine promuove la relazione tra l’uso del suolo a fini agricoli e la sua fruizione ambientale di tipo educativa, culturale, scientifica e ricreativa.

Parametri di edificabilità e modalità di attuazione del PGT

Il PGT si attua attraverso interventi edilizi diretti, esclusivamente con le modalità previste dalla L.R. n.12/2005 e dal PTCP.

Prescrizioni particolari

	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA												
DOCFAP	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NB3P</td> <td>01</td> <td>T 14</td> <td>RGMD0000001</td> <td>A</td> <td>110 DI 222</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	110 DI 222
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	110 DI 222								

Per le aree ricadenti all’interno del perimetro del Parco Adda Nord, sono ammessi unicamente gli interventi prescritti dal Piano Territoriale di Coordinamento del Parco Adda Nord. Compatibilmente con le disposizioni legislative vigenti, la realizzazione di strutture educative, culturali, scientifiche e ricreative finalizzate alla fruizione ambientale è subordinata ad atto convenzionale con l’Amministrazione

comunale che ne disciplini l’uso pubblico.



Art. 20.2 Zona E2 – Aree agricole

Comprende aree destinate ad accogliere le attività produttive tese all’utilizzazione del suolo con fini propriamente agricoli che non possiedono peculiarità tali da essere considerate strategiche, sia per l’utilizzazione, sia per la futura realizzazione della Pedemontana e che comunque non hanno caratteristiche tali da essere considerate come strategiche secondo i dettati delle indicazioni regionali.

Parametri di edificabilità e modalità di attuazione del PGT

Il PGT si attua attraverso interventi edilizi diretti, esclusivamente con le modalità previste dalla L.R. n.12/05.

Prescrizioni particolari

Per le aree ricadenti all’interno del perimetro del Parco Adda Nord, sono ammessi unicamente gli interventi prescritti dal Piano Territoriale di Coordinamento del Parco Adda Nord.

Parametri di edificabilità e modalità di attuazione del PGT

In tali aree sono vietate le nuove edificazioni, sono ammessi interventi di ristrutturazione degli edifici esistenti, manutenzioni del bosco e attività primaria. Il PGT si attua attraverso interventi edilizi diretti, con l’osservanza dei parametri di edificabilità e delle prescrizioni particolari disposte dal PTC del Parco Adda Nord.



➤ **Zona E3 -Aree verdi di interesse agricolo forestale, ecologico e paesaggistico**



➤ **Aree Boscate Pioppeti e formaizoni longitudinali PIF**



➤ **Fascia di rispetto**

DOCFAP

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	111 DI 222

- **INFRASTRUTTURE PREVISTE E FASCIA DI RISPETTO**



➤ Autostrada Pedemontana

- **PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO DEL PARCO ADDA NORD – AMBITI INTERESSATI DALLA DISCIPLINA URBANISTICA DEL PTC**

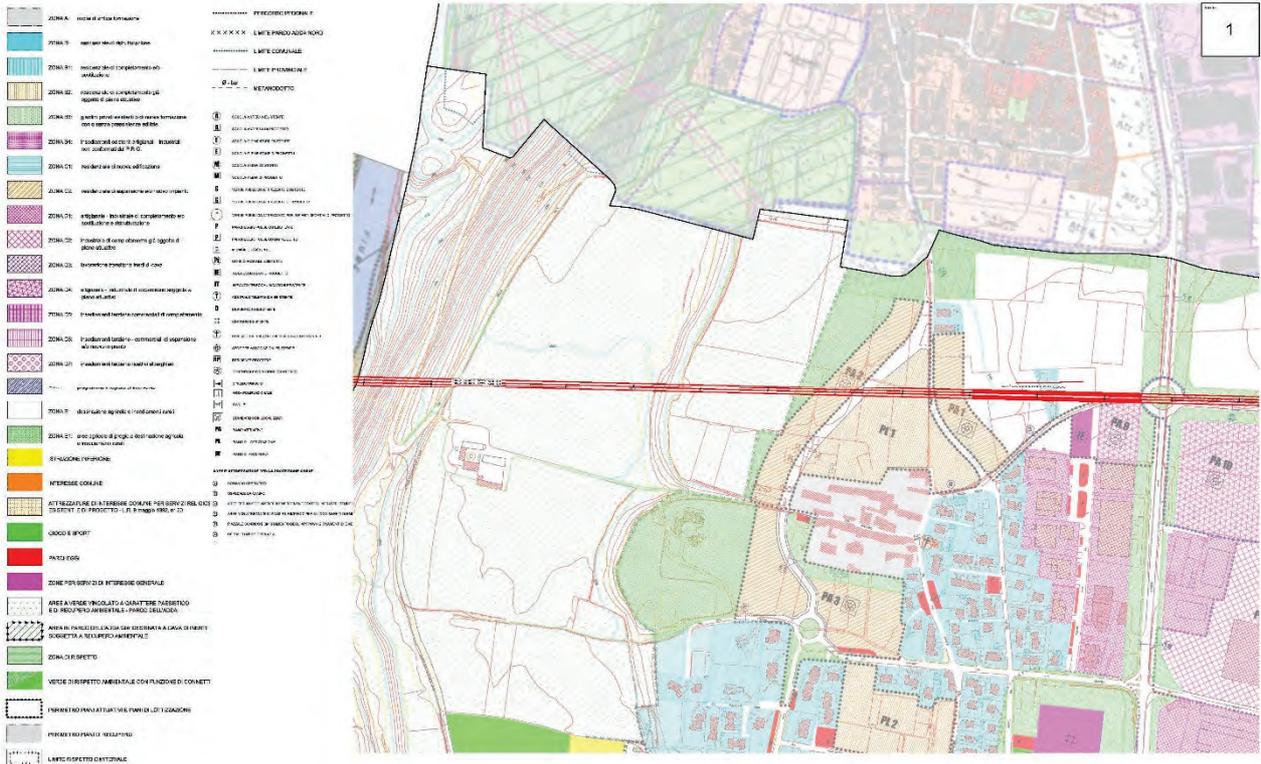


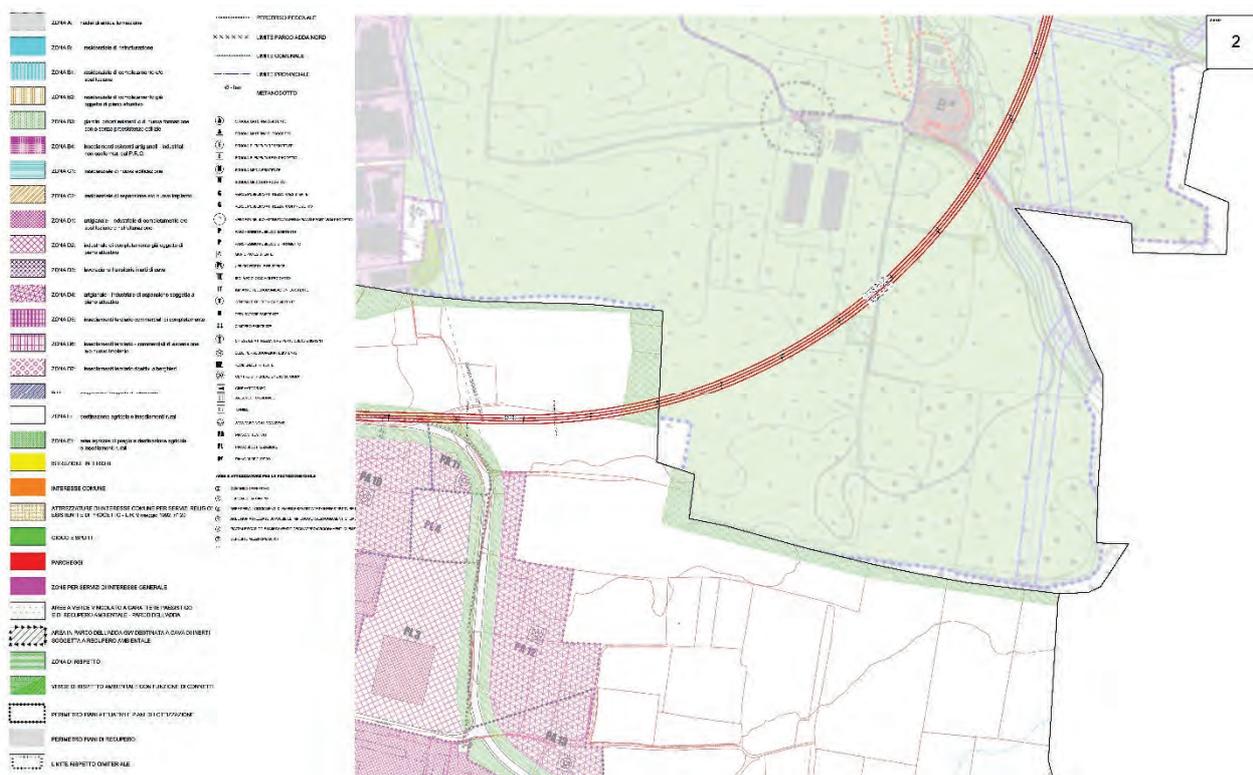
➤ Zona di interesse naturalistico-paesistico art. 21 NTA PTC vigente

DOCFAP

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	112 DI 222

Comune di Suisio





Lo scenario 2 nel Comune di Suisio interferisce con le seguenti aree:

- **Art.44 - Aree a verde pubblico o privato e sportivo di uso pubblico**

Tali zone sono destinate alla conservazione e creazione di opere pubbliche (o di proprietà e gestione privata ad uso e di interesse pubblico) quali parchi e giardini, attrezzature ed impianti per attività ricreative e sportive; sono compresi tanto gli impianti fissi per competizioni ed allenamenti sportivi (stadi, palestre, piscine, campi per corsa, giochi sportivi, tennis e servizi attinenti l’impianto), quanto gli impianti ricreazionali di superficie. Collegati agli impianti sportivi e ricreativi sono annessi esercizi a carattere sociale e ricreativo, quali sale di riunione, sedi di società sportive, bar e posti ristoro. [...]

- **Art. 32 Zona C2: residenziale e di espansione e/o nuovo impianto**

Nelle zone non edificate, classificate dal P.R.G. come zone di espansione o nuovo impianto e campeggiate nello stesso da specifici segni grafici uniformi, è consentita l’edificazione in conformità ad un preventivo piano di lottizzazione convenzionato obbligatorio esteso all’intera area delimitata, al fine della definizione planivolumetrica degli edifici, della suddivisione delle aree in lotti e della specificazione delle aree per la viabilità interna e per le attrezzature al servizio degli insediamenti residenziali.

La quota in centesimi di funzioni non localizzate va calcolata sul totale delle aree campeggiate

	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA												
DOCFAP	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NB3P</td> <td>01</td> <td>T 14</td> <td>RGMD0000001</td> <td>A</td> <td>114 DI 222</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	114 DI 222
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	114 DI 222								

con simbolo grafico uniforme incluse entro il perimetro del P.A.

ELENCO DEI PIANI ATTUATIVI PREVISTI (interessati dalle opere oggetto di analisi):

- **PA1:** localizzato in Via xxv Aprile . Via Dei Bosconi

VOLUMETRIA DEFINITA mc 8.800,00

Standard urbanistici non localizzati:

- parcheggio mq 179,00
- verde attrezzato mq 895,00
- da monetizzare mq 507,00

PA2: localizzato ad ovest del PL1

VOLUMETRIA DEFINITA mc 14.400,00

Standard urbanistici non localizzati:

- parcheggio mq 288,00
- verde attrezzato mq 1.440,00
- da monetizzare mq 816,00

- **Ar. 28 - Zona B2: residenziale e di completamento già oggetto di piano attuativo**

In queste zone gli interventi si attuano nel rispetto delle convenzioni dei P.A. già approvati e vigenti. Le prescrizioni edilizie e le previsioni edificatorie ammesse sono quelle consentite nei singoli P.A.

ELENCO DEI PIANI ATTUATIVI GIA’ CONVENZIONATI ED IN FASE DI ATTUAZIONE

- **PL1:** localizzato a nord del nucleo antico “Piazza Amati”

Volumetria definita mc 22.500,00

Standard urbanistici:

- parcheggi mq 4.200,00
- verde attrezzato mq 4.200,00

	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA					
DOCFAP	COMMESSA NB3P	LOTTO 01	CODIFICA T 14	DOCUMENTO RGMD0000001	REV. A	FOGLIO 115 DI 222

▪ **Art.41 a Zona E1: aree agricole e di pregio a destinazione agricola e insediamenti rurali**

Le aree individuate e classificate dal P.R.G. come zone omogenee “E”, sono destinate all’esercizio dell’agricoltura inteso non soltanto come funzione produttiva, ma anche come funzione di salvaguardia del paesaggio agrario e dell’equilibrio ecologico e naturale. Non sono comunque da

intendersi come parti di territorio destinate all’espansione futura dei centri urbani. È considerata incompatibile con la destinazione di zona l’apertura o l’ampliamento di cave. Per qualsiasi alterazione naturale, anche se provvisoria, delle condizioni del terreno non intesa all’esercizio dell’attività agricola (sterri, reinterri, accatastamenti di materiali), dovrà essere preventivamente richiesta al comune la relativa concessione, che potrà essere rilasciata soltanto ove giustificata da obiettive esigenze del regime dei luoghi e comunque ove sia intesa al miglioramento ed al ripristino dell’ambiente naturale preesistente. È fatto divieto di alterare il deflusso delle acque di pioggia e dei corsi d’acqua superficiali, di alterare comunque il coefficiente di assorbimento idrico del terreno naturale o provocare l’inquinamento. Sono ammesse soltanto recinzioni naturali, come siepi e simili. È vietata la realizzazione di nuove recinzioni di qualsiasi natura salvo quelle necessarie alla protezione delle aree di stretta pertinenza degli edifici (10 ml dalla costruzione) da realizzarsi con cancellata di ml 1,50 di altezza massima su zoccolo in muratura con altezza non superiore a ml 0.40.

Gli alberi esistenti possono essere abbattuti solo nei seguenti casi:

- nelle zone di coltura boschiva, a rotazione secondo le esigenze di tale tipo di coltura;
- per opere di miglioria avente come conseguenza una nuova sistemazione dei campi.

Gli alberi abbattuti devono essere ripiantati.

▪ **Art.29 ZONE B3 – Giardini privati esistenti o di nuova formazione**

I giardini e gli elementi naturali di interesse paesaggistico sono soggetti a vincolo protettivo

ambientale di intangibilità. Sulle aree soggette a tale vincolo è vietata ogni alterazione dello stato ambientale con particolare riguardo per la salvaguardia del patrimonio arboreo e vegetale.



Lo scenario 2 nel Comune di Medolago interferisce con le seguenti aree:



Ambito agricolo generico

L’analisi conoscitiva relativa al settore agricolo è trattata nel DP.4-01 del Documento di Piano (in particolare nel capitolo 4. L’ambito rurale: i caratteri dell’agricoltura). Nell’individuazione delle aree destinate all’agricoltura il Piano delle Regole si è correlato con gli ambiti destinati all’attività agricola così come definiti nel PTCP di Milano. In riferimento alle aree agricole il Piano delle Regole concorre al perseguimento di un coerente disegno pianificatorio anche sotto l’aspetto della sostenibilità della programmazione territoriale: le aree agricole strategiche in particolare, sono individuate, d’intesa con la Provincia di Monza Brianza, considerando il valore agroforestale dei suoli e i caratteri paesaggistici e ambientali che connotano il territorio.

L’individuazione delle aree agricole nel PGT di Cornate d’Adda, in attuazione della vigente legge urbanistica regionale n.12/05, è orientata a:

- preservare ad aree agricole prioritariamente i suoli a più elevato valore agroforestale;
- favorire contiguità e continuità intercomunale dei sistemi agroforestali, anche in relazione
- alla costituzione o al mantenimento della rete dei corridoi ecologici provinciali e alla
- esigenza di contrastare fenomeni di conurbazione e saldatura tra urbanizzati esistenti;
- scongiurare processi di frammentazione dello spazio rurale e del sistema poderale delle
- aziende agricole, prestando attenzione al disegno delle infrastrutture stradali

- competenza comunale e sovracomunale;
- concorrere a incrementare la compattezza complessiva del tessuto urbano;
- privilegiare interventi di estensione dell’edificato che si connaturino come un progetto di
- riqualificazione delle forme di integrazione tra costruito e campagna;
- indicare specifiche strategie per la destinazione d’uso e valorizzazione delle aree intercluse
- nell’urbanizzato e per le aree di frangia;
- salvaguardare le fasce di rispetto delle aste fluviali e dei corsi d’acqua minori, nonché le aree soggette a destinazione d’uso agroforestale in forza di altre norme o provvedimenti.

Gli interventi ammissibili nelle aree agricole sono individuati negli artt.59 e 60 della L.R. n.12/05 con effetti immediatamente prevalenti sulle norme e sulle previsioni del PGT, dei regolamenti edilizi e di igiene comunali.

▪ **Art. 45 - Ambito boschivo vincolato – P.F.I. L.R. 27/04 (art. 45 NTA)**

Gli ambiti boschivi sono quelle parti del territorio comunale che costituiscono corona ambientale e paesaggistica agli impianti urbanizzati e agricoli da assoggettare a particolare tutela.

In tali ambiti il PdR persegue l'obiettivo di salvaguardare l'ambiente esistente, di tutelare e valorizzare gli elementi morfologici e pedologici, di valorizzarne le caratteristiche, le vocazioni e le potenzialità, di individuarne gli utilizzi compatibili, di tutelare ed indirizzare l'attività colturale agricola e silvo-pastorale, di assicurare la fruibilità e la permanenza umana nei luoghi ai fini ambientali e paesistici. [...]

 ▪ **Art. 43 - Ambito agricolo-boschivo**

Gli ambiti ad indirizzo agricolo sono destinati all'esercizio delle attività direttamente od indirettamente connesse con l'agricoltura.

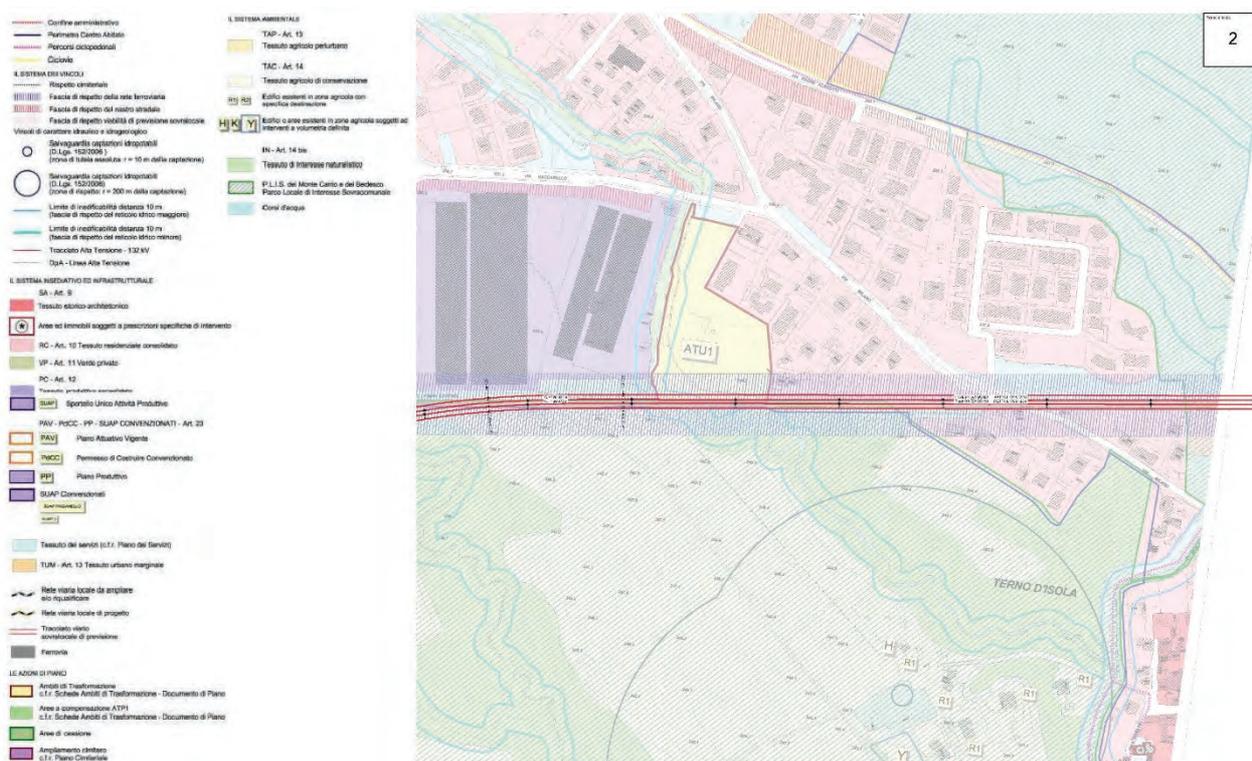
In tali ambiti sono consentite:

1. abitazioni per l'imprenditore agricolo e per i dipendenti dell'azienda, con fabbricati accessori di pertinenza;
2. stalle ed edifici per allevamenti zootecnici;
3. silos, serbatoi idrici, ricoveri per macchine ed attrezzature agricole;
4. costruzioni destinate alla lavorazione, conservazione, trasformazione e vendita dei prodotti dell'agricoltura.

Comune di Terno d’ Isola

- Confine amministrativo
- Perimetra Centro Abitato
- Perimetri ciclopoderali
- Ciclovie
- IL SISTEMA VIARIO**
- Ripetto cartatare
- Fascia di rispetto della rete ferroviaria
- Fascia di rispetto del teatro stradaio
- Fascia di rispetto visuale di previsione cartatare
- Visuale di carattere strabico e litografico
- Salvaguardia captatori idropotabili (D.Lgs. 152/2006) (zona di tutela assoluta r = 10 m dalle captazioni)
- Salvaguardia captatori idropotabili (D.Lgs. 152/2006) (zona di rispetto r = 200 m dalle captazioni)
- Limite di in edificabilità distanza 10 m (Fascia di rispetto del edificio storico maggiore)
- Limite di in edificabilità distanza 10 m (Fascia di rispetto del edificio storico minore)
- Tracciato ARA Fontane - 120 kV
- Dpa - Linee Alta Tensione
- IL SISTEMA INSEDIATIVO ED INFRASTRUTTURALE**
- SA - Art. 9
- TESSUTO STORICO ARCHEOLOGICO
- Aree ed immobili soggetti a prescrizioni specifiche di intervento
- RC - Art. 10 Tessuto residenziale consolidato
- VP - Art. 11 Voci private
- PC - Art. 13
- Frazioni per altro insediamento
- SPAUP - Spazi Unici Attività Produttive
- PAV - PUC - PP - SPAUP CONVENZIONATI - Art. 23
- PAVI - Piano Abitativo Vigente
- PUC - Permessi di Costruire Convenzionati
- PP - Piano Produttivo
- SPAUP Convenzionati
- Lottizzazioni
- TESSUTO DEI SERVIZI (c.f. Piano dei Servizi)
- TUM - Art. 13 Tessuto urbano marginale
- Rete viaria locale da ampliare
- Rete viaria locale di progetto
- Tracciato viario sovratrasce di previsione
- Ferrovie
- LE AZIONI DI PIANO**
- Aree di Trasformazione (c.f. Schede Aree di Trasformazione - Documento di Piano)
- Aree a compensazione ATP1 (c.f. Schede Aree di Trasformazione - Documento di Piano)
- Aree di cessione
- Ampliamento censuato (c.f. Piano Catastrale)





Lo scenario 2 nel comune di Terno d' Isola interferisce con le seguenti aree:

- **SISTEMA DEI VINCOLI**
 - Fascia di rispetto rete ferroviaria
- **Art.14 bis IN TESSUTO DI INTERESSE NATURALISTICO**

Caratteri generali:

Le aree ricadenti nel Tessuto di Interesse Naturalistico, sono quelle destinate alla conservazione attiva dei valori naturalistici esistenti, alla ricostruzione della copertura vegetale naturale, al risanamento di elementi di degrado esistenti in aree di elevato valore o elevata vulnerabilità ambientale.

In tale zona, l’obiettivo è di favorire la massima espressione delle potenzialità naturali sia sotto il profilo vegetazionale sia sotto il profilo faunistico, attraverso la conservazione e la ricostituzione degli ambienti boscati e delle zone umide; tale obiettivo è prevalente rispetto all’esercizio economico dell’agricoltura.

Modalità d’intervento:

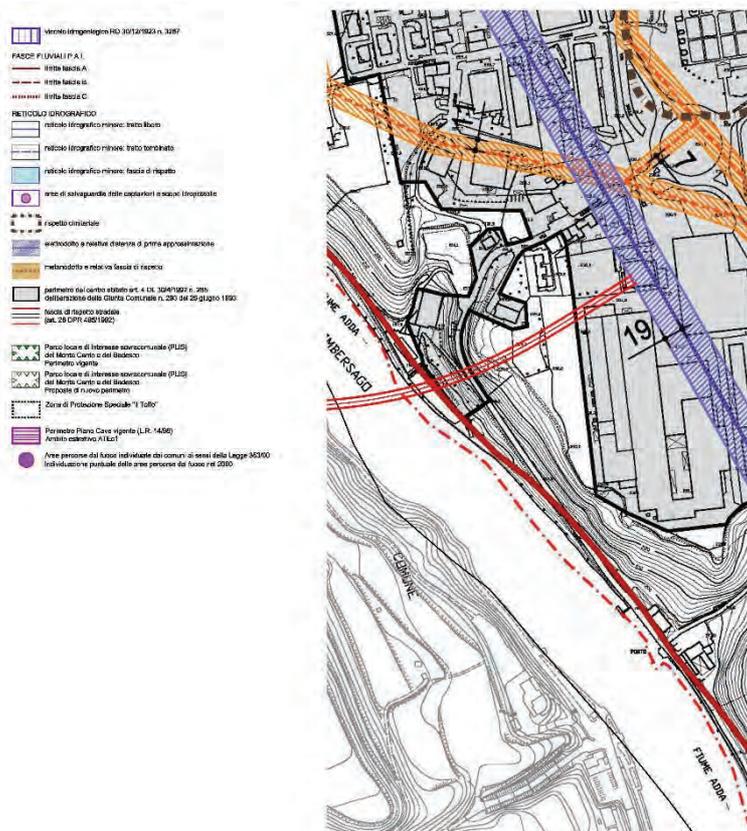
Nelle aree disciplinate dal presente articolo sono ammesse le sole attività culturali compatibili con le disposizioni e gli obiettivi del presente piano;

Non sono ammessi:

- L'installazione di recinzioni, manufatti o accessori in evidente contrasto con la naturalità dei luoghi;
- L'apertura di cave;
- Il deposito permanente di materiali impropri;
- La realizzazione di serre;
- Insediamenti di industrie insalubri D. Lgs. 334/99, L.R. 19/2001.
- Scavi e reinterri che alterino in senso negativo le condizioni di equilibrio idrogeologico ed ambientale;
 - P.L.I.S. del Monte Conto e del Badesco – Parco Locale di interesse Sovracomunale

- **Limite di inedificabilità distanza 10 m (fascia di rispetto reticolo idrico minore)**
- **Fascia di rispetto del nastro stradale**

Comune di Villa d’Adda



La viabilità oggetto di questo scenario che ricade nel Comune di Villa d’Adda rientra nelle seguenti aree:

- Perimetro del Centro abitato
- Fasce fluviali P.A.I. – limite fascia A e limite fascia C

5.4.8 Cantierizzazione, tempistiche e stima intervento

Cantierizzazione

La realizzazione delle opere previste in tale scenario necessita dell’installazione di una serie di aree di cantiere lungo il tracciato della nuova linea ferroviaria/stradale, che di norma vengono selezionate sulla base delle seguenti esigenze principali:

- disponibilità di aree libere in prossimità delle opere da realizzare;
- lontananza da ricettori critici e da aree densamente abitate;

	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D'ADDA					
DOCFAP	COMMESSA NB3P	LOTTO 01	CODIFICA T 14	DOCUMENTO RGMD0000001	REV. A	FOGLIO 123 DI 222

- facile collegamento con la viabilità esistente, in particolare con quella principale (strada statale ed autostrada);
- minimizzazione del consumo di territorio;
- minimizzazione dell'impatto sull'ambiente naturale ed antropico.
- Interferire il meno possibile con il patrimonio culturale esistente

Per quanto indicato in premessa, la realizzazione delle opere previste (Nuovo tracciato ferroviario in variante a SUD e tracciato stradale a Nord dell'attuale linea ferroviaria) richiede un numero di aree di cantiere composte indicativamente da:

- un campo base;
- quattro cantieri operativi;
- una serie di Aree tecniche in prossimità delle opere maggiori (ponti, viadotti...);
- una serie di Aree di stoccaggio, la cui dimensione e numero sarà funzione dei movimenti terra previsti e della disponibilità sul territorio;

Per il presente scenario sarà necessario impegnare una superficie complessiva per le aree di cantiere (aree di stoccaggio e cantieri operativi) 3÷4 volte maggiore di quella necessaria per lo scenario 1.

Tempi di realizzazione

Per lo scenario 2, in considerazione dell'intervento da sviluppare, in relazione alla tipologia delle opere da realizzare (Nuovo Ponte su fiume Adda, viadotti, rilevati, trincee, ecc.) e alle criticità legate allo sviluppo dell'infrastruttura, per la realizzazione dei lavori è stata stimata una durata complessiva dei lavori di circa 6 anni, escludendo le eventuali verifiche e certificazioni (CVT+AMIS) per l'attivazione.

La realizzazione degli allacci richiederà una chiusura prolungata della linea la cui entità potrà essere approfondita nelle successive fasi progettuali con uno studio di maggior dettaglio delle OO.CC. e della loro fasizzazione nelle zone in approccio alla linea e in corrispondenza degli allacci.

In generale è necessario evidenziare che, dato il livello molto preliminare della progettazione, le presenti stime delle tempistiche di esecuzione delle opere è ovviamente soggetta ad un'alea legata alla limitata definizione delle opere stesse. Gli approfondimenti successivi di progetto permetteranno di eliminare o ridurre tale alea.

Stima Intervento

Di seguito si riporta la sintesi delle stime eseguite. Gli importi indicati debbono intendersi a livello di valore opere e non includono tutti gli ulteriori costi e oneri di vita intera. Resta inteso che vista la metodologia di stima adottata (valutazione parametrica) ed in considerazione del livello di progettazione, a tutti gli importi

DOCFAP

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	124 DI 222

indicati va associato un margine di accuratezza pari a $-40\% \div +70\%$ e che l’ipotesi di stima effettuata prevede un affidamento per l’esecuzione dei lavori ad appalto integrato. Le tariffe utilizzate sono 2023.

VALORE OPERE

DOCFAP RADDOPPIO CALUSCO PADERNO	IMPORTI espressi in milioni di euro ed a livello di valore opere, al netto del margine di accuratezza
SCENARIO 2	495,2

Margine di accuratezza pari a $-40\% \div +70\%$

Il CVI dell’Intervento per lo Scenario 3, come da indicazioni della Committenza, è stimato pari a 673,5 M€

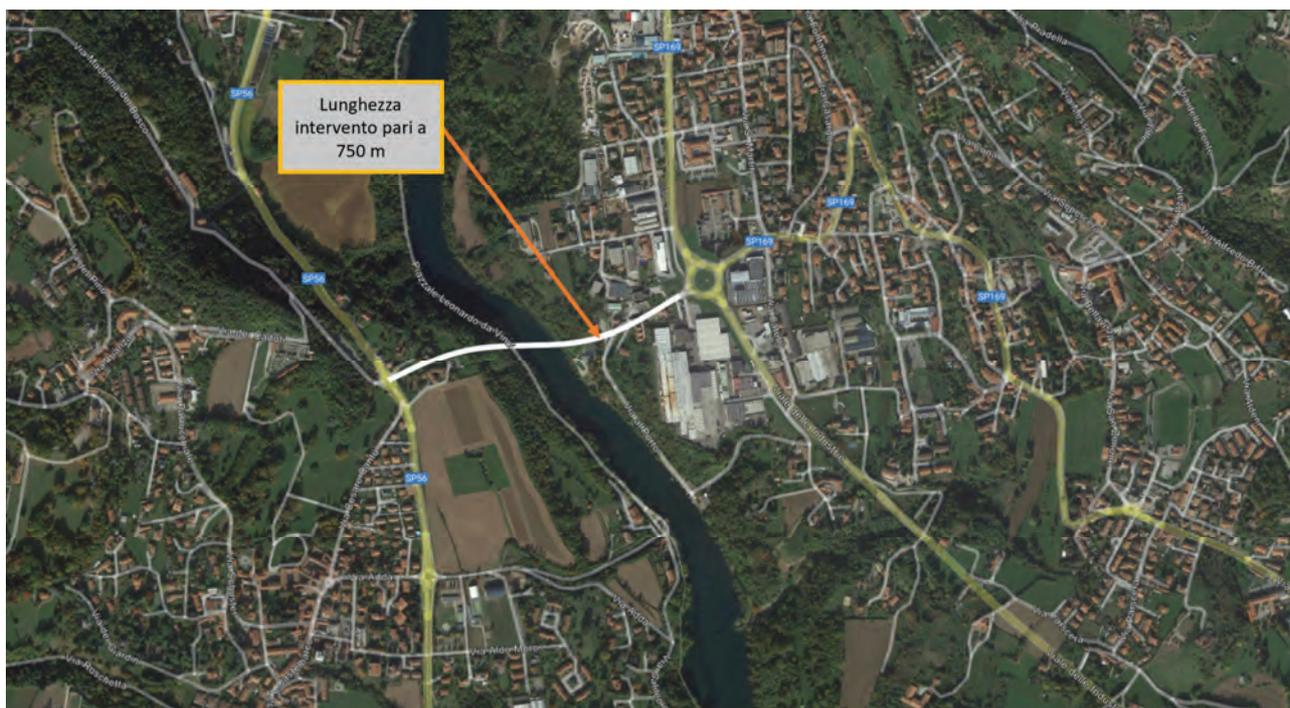
	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA					
DOCFAP	COMMESSA NB3P	LOTTO 01	CODIFICA T 14	DOCUMENTO RGMD0000001	REV. A	FOGLIO 125 DI 222

5.5 SCENARIO 3

5.5.1 *Aspetti infrastrutturali e funzionali (ferrovia + strada)*

Relativamente al collegamento viario tra Calusco e Paderno, si prevede una soluzione di scavalco del fiume Adda posta a Nord rispetto al tracciato ferroviario. La soluzione prevede la realizzazione di una viabilità di categoria F-extraurbana con marciapiedi con corsie da 3,50 m che permettono la circolazione di tutte le tipologie di mezzi definiti dal paragrafo 3.4.2 del D.M. 5/11/2001. La viabilità parte dall’attuale intersezione a rotatoria già presente a Imbersago per poi deviare verso Nord ed effettuare lo scavalco. Nella parte finale si atterra su un’altra rotatoria già esistente nel comune di Imbersago. Dovrà essere valutata la necessità di adeguare tale intersezione per permettere il transito a tutte le tipologie di mezzi. L’intervento particolarmente critico ha una lunghezza di circa 750 metri ed impatta sulle abitazioni esistenti causando numerose demolizioni.

Sulla base degli strumenti istituzionali disponibili e previsti per tale livello progettuale non si riscontrano vincoli che insistono sul sedime della viabilità di progetto.



Lo scavalco viario è stato delocalizzato di circa 3.500m a nord dell'attuale collegamento per motivi legati all'orografia del terreno, al tessuto viario e allo sviluppo per l'opera di scavalco:

- Nei primi 2 km le viabilità principali, oggetto di collegamento, SP56 e Via dell'Industria si trovano a una distanza tale da dover prevedere un'opera di scavalco con uno sviluppo nettamente superiore a quello previsto nella soluzione sopra descritta. Ciò comporterebbe un maggiore impatto su un territorio fortemente vincolato, considerata anche la presenza di una cava a ridosso del comune di Calusco (la quale allungherebbe ancor di più lo sviluppo del tracciato).
- Nel restante tratto pari a 1.5 km, Via delle Industrie si trova in galleria, condizione che avrebbe reso oneroso e di difficile realizzazione la connessione con una nuova viabilità



5.5.2 Inquadramento geologico, geomorfologico, ~~geotecnico e sismico~~ in asse

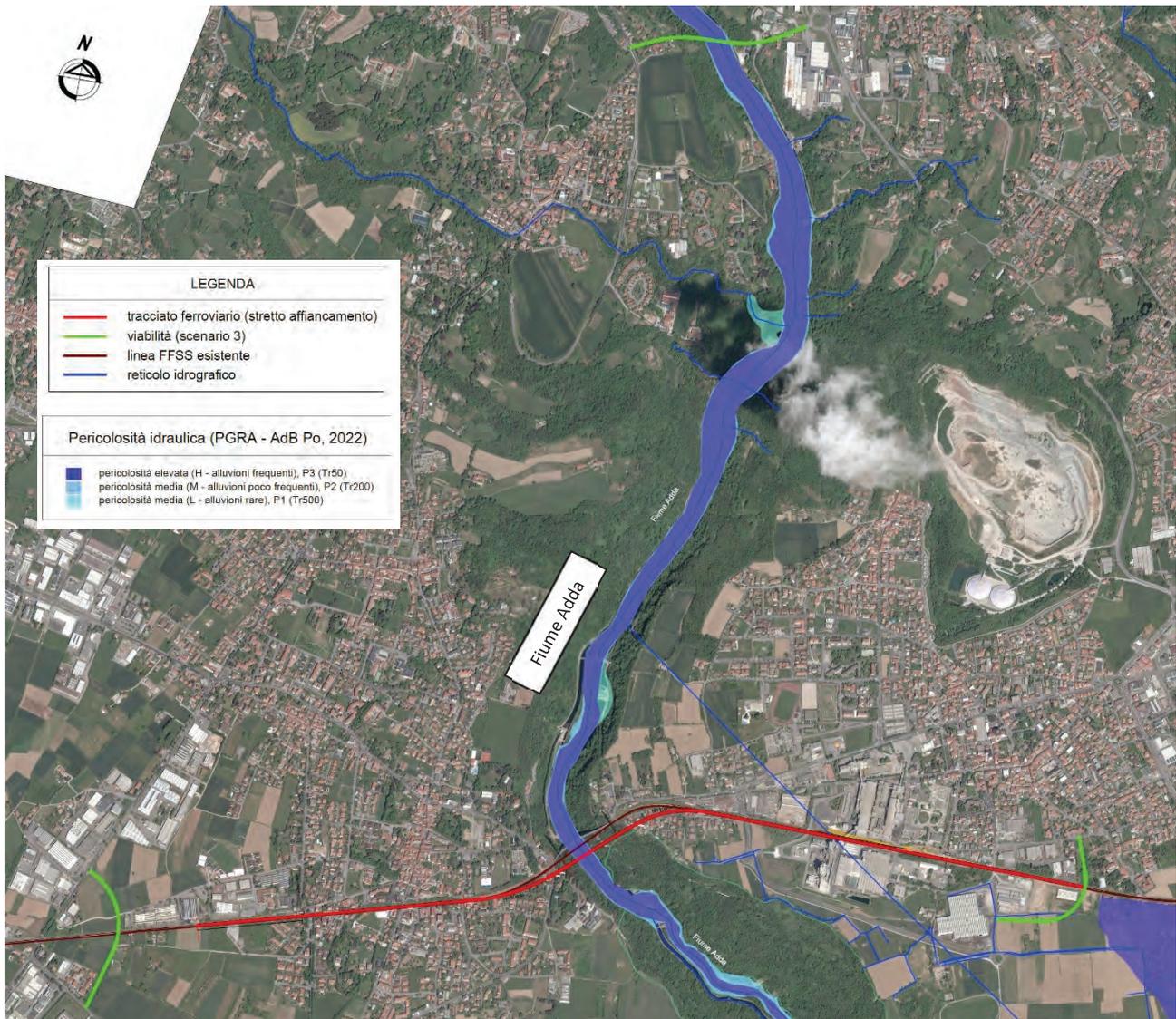
Nello scenario tre, per quanto riguarda gli aspetti geologici e geomorfologici, si rimanda allo scenario 1, in cui i terreni attraversati sono ghiaie da sciolte a poco cementate alternate a sabbie ascrivibili a depositi fluvio-glaciali recenti, in appoggio erosivo sui sottostanti conglomerati cementati del Ceppo. Dal punto di vista geomorfologico non si riscontrano criticità. Per quanto riguarda la soluzione stradale si demanda al paragrafo dello scenario 2, in cui il ponte si imposta in un tratto di valle ha dalla larghezza inferiore a 200m e i suoi fianchi hanno di altezza di circa 30m dalla quota dell'Adda. Lungo questi ultimi viene riportata la presenza di depositi sciolti costituenti colluvio di versante. Le sommità dei fianchi della valle sono rappresentate da

	<p>DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI</p> <p>POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA</p>												
<p>DOCFAP</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NB3P</td> <td>01</td> <td>T 14</td> <td>RGMD0000001</td> <td>A</td> <td>128 DI 222</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	128 DI 222
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	128 DI 222								

superfici sub-pianeggianti sulle quali viene riportata la presenza di depositi ghiaioso-sabbiosi di origine glaciale e fluvioglaciale del Pleistocene superiore.

5.5.3 Analisi dei vincoli e delle interferenze idrauliche

Per tale scenario, come per lo scenario 1, la principale interferenza idraulica è rappresentata dal Fiume Adda, attraversato dal tracciato ferroviario (in stretto affiancamento rispetto al ponte ferroviario esistente) alla progr. 2+030.00 circa e dal tracciato stradale (in variante rispetto all’attuale ponte) alla progr. 0+350.00.

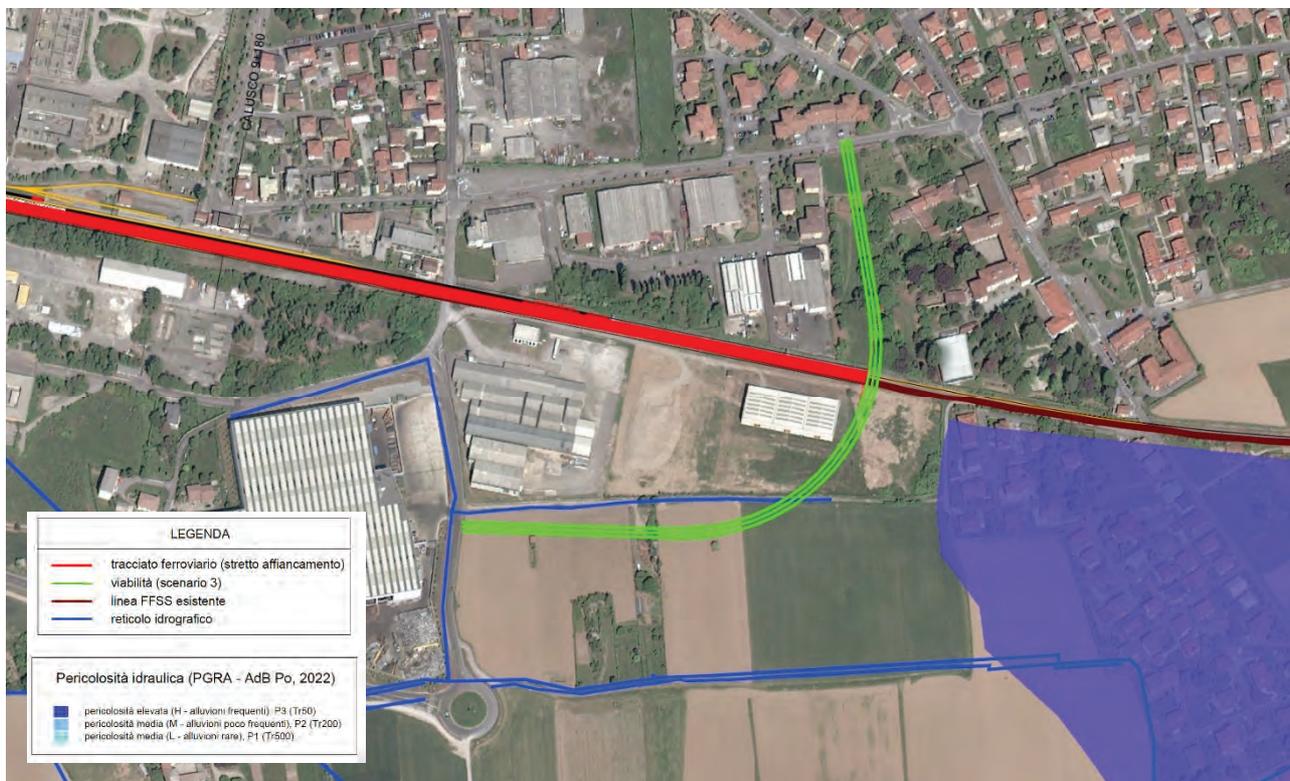


Vista l’elevazione degli attraversamenti in progetto, le prescrizioni in materia di franco idraulico, i.e. franco minimo di 1,50 m rispetto al livello idrico corrispondente alla piena duecentennale ($Tr = 200$ anni) e distanza minima di 6 - 7 m tra il fondo alveo e la quota di sotto-trave, in ragione di eventuali fenomeni di trasporto solido di fondo e/o di materiale galleggiante, riportate nelle NTC2018, sono già ampiamente rispettate e non risultano “dimensionanti” per il nuovo impalcato e la sua quota di intradosso.

Con riferimento al documento “*Profili di piena dei corsi d’acqua del reticolo principale*” a corredo del Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni – Autorità di bacino del Fiume Po (marzo 2016),

l’attraversamento ferroviario esistente e in progetto, in stretto affiancamento ad esso, è collocato in corrispondenza della sezione denominata “188”, per la quale è indicato un livello idrico associato alla piena cinquantennale di +187.76 m slm, duecentennale di +188.47 m slm, cinquecentennale di +188.75 m slm, a fronte di una quota del piano ferro o del piano stradale (ponte/viadotto promiscuo) collocata ad una quota superiore a +250.00 m slm. Il “nuovo” attraversamento stradale sul Fiume Adda è collocato invece in corrispondenza della sezione denominata “194”, per la quale è indicato un livello idrico associato alla piena cinquantennale di +193.14 m slm, duecentennale di +194.03 m slm, cinquecentennale di +194.35 m slm, a fronte di una quota del piano stradale collocata +234.00 m slm.

Per quanto concerne le viabilità alternative di soppressione dei passaggi a livello lungo la linea FS storica, si segnala che quella alternativa ai passaggi a livello di via Piave (progr. LS: 8+988) e di via D. Alighieri (progr. LS: 8+387) interferisce con un canale / fosso di scolo appartenente al reticolo idrografico regionale. Tuttavia, tale viabilità si configura come un cavalca-ferrovia; pertanto, non si ravvedono comunque particolari criticità idrauliche.



A meno degli attraversamenti sul Fiume Adda, non vi sono ulteriori interferenze “dirette” con le aree di pericolosità idraulica, così come definite nella pianificazione di bacino vigente (PGRA – AdB Po, 2022).



**DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE
PROGETTUALI**
**POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1
FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO
D'ADDA**

DOCFAP

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	131 DI 222

Infine, per la viabilità di soppressione dei passaggi a livello nel comune di Paderno non si evidenziano interferenze o criticità idrauliche.

5.5.4 Analisi dei vincoli archeologici

La verifica non ha evidenziato aree e beni sottoposti a vincolo archeologico diretto e/o indiretto, né zone di interesse archeologico ex lettera “m” art. 142 del Dlgs 42/2004 direttamente interferenti con l’alternativa di tracciato in esame, tuttavia si segnala la prossimità al tracciato di presenze archeologiche di seguito elencate:

Sito archeologico	Comune	Provincia	Distanza dall’opera
Tombe gallo-romane (con corredo databile al I sec. a.C.)	Calusco d’Adda	Bergamo	Km 1.2 ca.
Rinvenimento di monete romane	Calusco d’Adda	Bergamo	Km 1.2 ca.
Assi centuriali di età romana	Paderno d’Adda, Calusco d’Adda	Lecco, Bergamo	Km 0.2 ca.



Le soluzioni progettuali dello ‘Scenario 3’ calate sulla ricostruzione del reticolo centuriale di età romana (in arancione) e sulle presenze archeologiche note (in blu).

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI</p> <p>POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA</p>												
<p>DOCFAP</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NB3P</td> <td>01</td> <td>T 14</td> <td>RGMD0000001</td> <td>A</td> <td>133 DI 222</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	133 DI 222
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	133 DI 222								

5.5.5 Analisi dei vincoli ambientali

L’assetto ambientale e paesaggistico costituisce una parte determinate del sistema dei vincoli da considerare nella valutazione dell’alternativa di intervento, in quanto su di esso impatteranno direttamente le azioni materiali e/o immateriali previste dal progetto. Nell’analisi del contesto vengono prese in considerazione le componenti ambientali, con particolare riferimento ai seguenti tematismi:

1. Analisi del contesto paesaggistico
 - a. Livello di pianificazione (Piani paesaggistici, PUMS, PRG)
 - b. Aree protette
 - c. Paesaggi locali interessati
 - d. Uso del suolo per le colture di pregio
2. Analisi di potenziali vincoli ambientali:
 - a. Anagrafe dei siti contaminati censiti a livello regionale
 - b. Cave e impianti di recupero e trattamento

Ogni tematismo viene descritto attraverso un inquadramento generale dell’area di studio che permette di definire gli elementi ambientali al fine di individuare le principali criticità esistenti con il tracciato.

Analisi dei beni paesaggistici (artt. 136 e 142 D.Lgs. 42/04)

Dal punto di vista ambientale, i vincoli sono normati dal D.Lgs. 42/04. L’ art. 134 del D.Lgs identifica nel modo seguente i beni paesaggistici:

1. Sono beni paesaggistici:

a) gli immobili e le aree di cui all’articolo 136, individuati ai sensi degli articoli da 138 a 141;

b) le aree di cui all’articolo 142;

c) gli ulteriori immobili ed aree specificamente individuati a termini dell’articolo 136 e sottoposti a tutela dai piani paesaggistici previsti dagli articoli 143 e 156.

- A. Il Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio, all’art. 136 – Immobili ed aree di notevole interesse pubblico, individua le seguenti categorie di beni paesaggistici:

1. Sono soggetti alle disposizioni di questo Titolo per il loro notevole interesse pubblico:

a) le cose immobili che hanno cospicui caratteri di bellezza naturale, singolarità geologica o memoria storica, ivi compresi gli alberi monumentali;

b) le ville, i giardini e i parchi, non tutelati dalle disposizioni della Parte seconda del presente codice, che si distinguono per la loro non comune bellezza;

	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA					
DOCFAP	COMMESSA NB3P	LOTTO 01	CODIFICA T 14	DOCUMENTO RGMD0000001	REV. A	FOGLIO 134 DI 222

c) i complessi di cose immobili che compongono un caratteristico aspetto avente valore estetico e tradizionale, inclusi i centri ed i nuclei storici;

d) le bellezze panoramiche e così pure quei punti di vista o di belvedere, accessibili al pubblico, dai quali si goda lo spettacolo di quelle bellezze.

B. Il Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio, all'art. 142, individua le seguenti categorie di beni paesaggistici:

1. Sono comunque di interesse paesaggistico e sono sottoposti alle disposizioni di questo Titolo:

a) i territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare;

b) i territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi;

c) i fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna;

d) le montagne per la parte eccedente 1.600 metri sul livello del mare per la catena alpina e 1.200 metri sul livello del mare per la catena appenninica e per le isole;

e) i ghiacciai e i circhi glaciali;

f) i parchi e le riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi;

g) i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento, come definiti dall'articolo 2, commi 2 e 6, del decreto legislativo 18 maggio 2001, n. 227 (norma abrogata, ora il riferimento è agli articoli 3 e 4 del decreto legislativo n. 34 del 2018);

h) le aree assegnate alle università agrarie e le zone gravate da usi civici;

i) le zone umide incluse nell'elenco previsto dal D.P.R. 13 marzo 1976, n. 448;

l) i vulcani;

m) le zone di interesse archeologico.

C. Immobili e aree tipizzati, individuati e sottoposti a tutela dai piani paesaggistici previsti dagli articoli 143 e 156.

Si tratta di beni paesaggistici tipizzati in base alle loro specifiche caratteristiche che il piano paesaggistico individua e sottopone a tutela mediante specifica disciplina di salvaguardia e utilizzazione (art. 143 c. 1 lettera i).

Fonti consultate:

- geoportale della lombardia - <https://www.geoportale.regione.lombardia.it/download-dati>



VINCOLI

Art.136 D.Lgs. 42/04

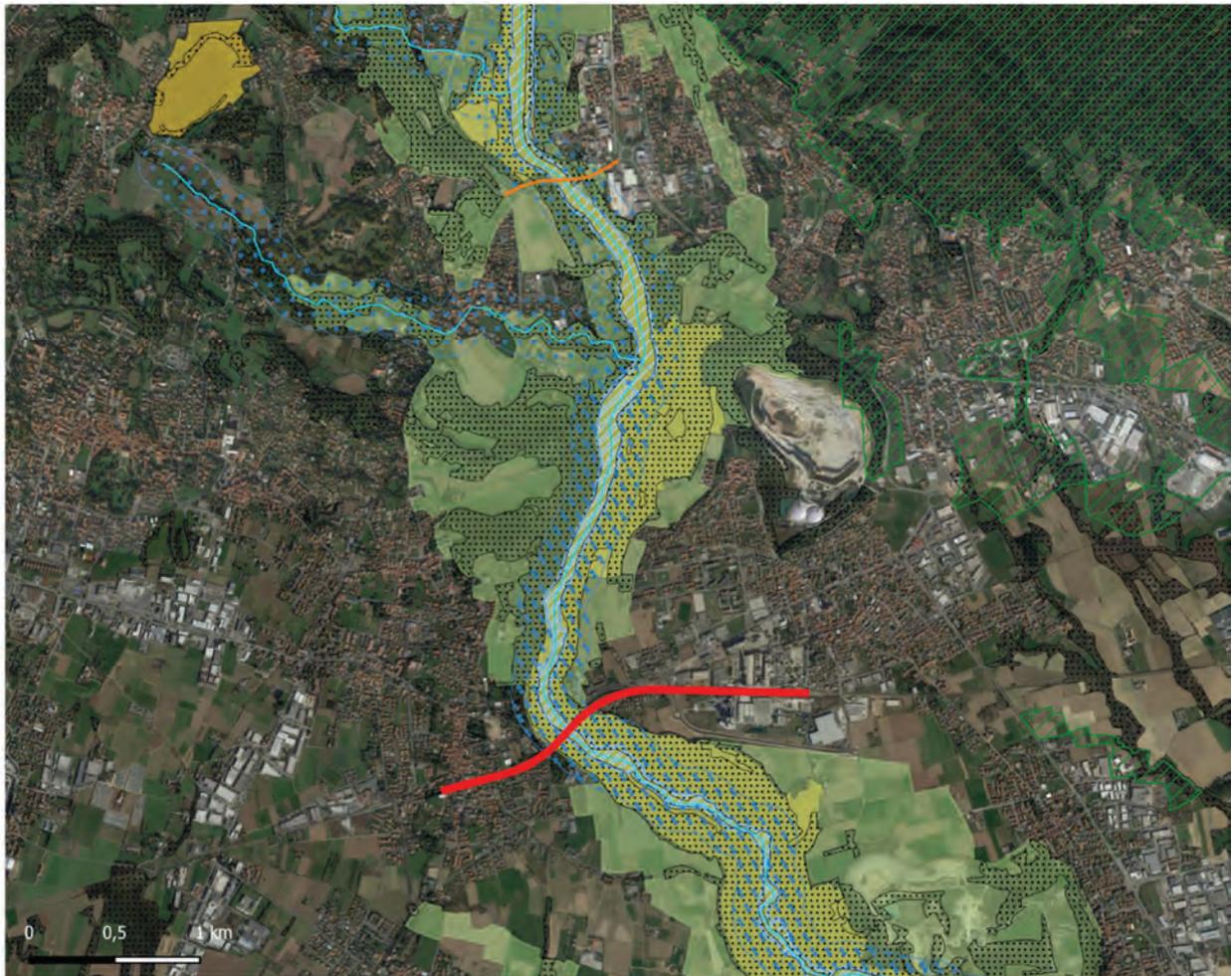
-  Architetture_vincolate_e_di_particolare_interesse
-  Perimetro_e_Aree_di_notevole_interesse_pubblico
-  Beni_e_immobili_di_notevole_interesse_pubblico

Figura x– Beni paesaggistici disciplinati ai sensi dell’art.136 D.Lgs 42/04

	<p>DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI</p> <p>POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D'ADDA</p>												
<p>DOCFAP</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NB3P</td> <td>01</td> <td>T 14</td> <td>RGMD0000001</td> <td>A</td> <td>136 DI 222</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	136 DI 222
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	136 DI 222								

Come mostrato nell'immagine ivi sopra, dal punto di vista di vincoli normati da art. 136 del D.Lgs. 42/ 04 il progetto ricade in parte in:

- tracciato ferroviario: aree di notevole interesse pubblico da pk 1+857 a 3;
- soluzione stradale: aree di notevole interesse pubblico per 410 ml c.a.;



VINCOLI

Art. 142 D.Lgs. 42/04

-  Parchi_locali_interesse_sovracomunale
-  Fiumi_torrenti_e_corsi_acqua_publici_e_relative_sponde
-  Aree_rispetto_corsi_d_acqua_tutelati
-  Territori_coperti_da_foreste_e_da_boschi
-  Alvei_fluviali_tutelati
-  Parchi_regionali_nazionali
-  EUAP

Figura x– Beni paesaggistici disciplinati ai sensi dell’art.142 D.Lgs 42/04

	<p>DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI</p> <p>POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA</p>												
<p>DOCFAP</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NB3P</td> <td>01</td> <td>T 14</td> <td>RGMD0000001</td> <td>A</td> <td>138 DI 222</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	138 DI 222
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	138 DI 222								

Rispetto ai vincoli paesaggistici da art. 142 del D.L.gs 42/04, gli interventi previsti per lo scenario 1 ricadono nelle seguenti aree protette:

- Area EUAP0736 – Parco naturale dell’ Adda Nord – da pk 1+841 a pk 2+234.
- Parco regionale dell’ Adda Nord L.R. n° 35 del 16/09/1983 da pk 1+841 a pk 2+234.
- Aree di rispetto corsi d’acqua tutelati da pk 1+847 a 2+212.
- Alvei fluviali tutelati da pk 2,00 a 2+67.
- Fiumi torrenti e corsi d’acqua a pk 2+33.
- Territori coperti da foreste e da boschi da pk 1+845 a 2+624.
- Le soluzioni stradali ricadono negli stessi vincoli ad eccezione dei 112 ml a partire dalla rotatoria che risultano non interferire con alcuna area vincolata.



- PPR
- Tracciati_guida_paesaggistici_art_26
 - Strade_panoramiche_art_26
 - Punt_i_osserv_paesaggio_lombardo_art_27c4 Unita_tipologiche_
- PPR AMBITI TUTELA
- Luoghi_identita_regionale
 - ▨ Ambiti_di_criticit

Figura x– Beni paesaggistici disciplinati da PPR

Relativamente ai vincoli individuati dal Piano Paesaggistico regionale, il progetto ricade in:

- Tracciati guida paesaggistici (art. 26) alla pk 2+283

- Ambiti di criticità dalle pk 2+197 a km 3.
- Stessi vincoli di cui sopra per la soluzione stradale per un'estensione di 397 ml c.a.

Analisi di potenziali vincoli ambientali

L'analisi dei vincoli ambientali ha riguardato dapprima il censimento dei siti contaminati e attività produttive attraverso la consultazione delle banche dati regionali e successivamente la ricognizione territoriale attraverso i geoportali nazionali, anche per una valutazione storica delle aree.

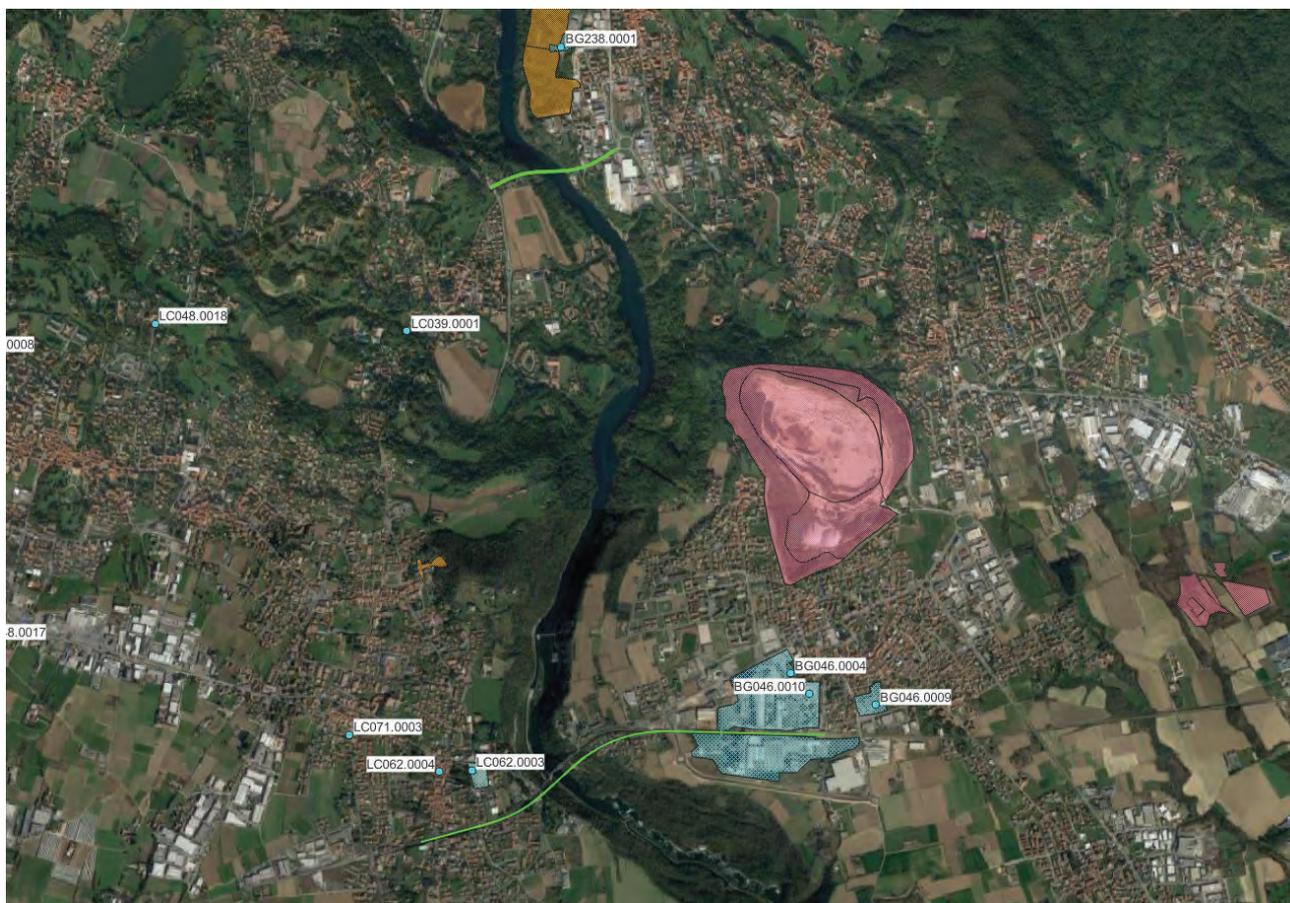


Figura 5-3 in verde lo Scenario 3, in ciano i siti contaminati censiti da anagrafe regionale (aggiornamento 2021), in arancione le cave cessate (aggiornamento 2015) e in rosa le cave attive (aggiornamento 2015)

Fermo restando, le valutazioni eseguite per gli altri scenari, il tracciato potrebbe interferire con il sito denominato BG046.0010, potenzialmente contaminato, che risulta essere collegato al sito BG46.004, con avvenuta bonifica. Di seguito si riportano le informazioni circa i due siti che dovranno essere approfondite nella successiva fase progettuale.

DOCFAP

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	141 DI 222

CODICE SIT	Provincia	Comune	Attività	Stato procedimento ambientale	Superficie (mq)
BG046.0004	Bergamo	Calusco d’Adda	Industriale – Italcementi	Bonifica certificata	200
BG046.0010	Bergamo	Calusco d’Adda	Industriale – Italcementi	Piano di caratterizzazione approvato	350.000

Rete Natura 2000

Oltre ai vincoli normati da D.Lgs. 42/04, va verificata anche la presenza di aree afferenti alla Rete Natura 2000 (SIC/ZSC/ZPS). La Rete Natura 2000 è il principale strumento della politica dell'Unione Europea per la conservazione della biodiversità. Si tratta di una rete ecologica diffusa su tutto il territorio dell'Unione, istituita ai sensi della Direttiva 92/43/CEE "Habitat" per garantire il mantenimento a lungo termine degli habitat naturali e delle specie di flora e fauna minacciati o rari a livello comunitario.

La rete Natura 2000 è costituita dai Siti di Interesse Comunitario (SIC), identificati dagli Stati Membri secondo quanto stabilito dalla Direttiva Habitat, che vengono successivamente designati quali Zone Speciali di Conservazione (ZSC), e comprende anche le Zone di Protezione Speciale (ZPS), istituite ai sensi della Direttiva 2009/147/CE "Uccelli" concernente la conservazione degli uccelli selvatici.



RETE NATURA 2000

- ZSC
- ZPS

Per quanto riguarda la Rete Natura 2000, il progetto non interferisce direttamente con i siti presenti nell’areale.

5.5.6 Vincoli urbanistici

Per quanto riguarda i vincoli urbanistici dello scenario 3, si faccia riferimento allo scenario 1 per le soluzioni ferroviarie e allo scenario 2 per quelle stradali.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D'ADDA					
	DOCFAP	COMMESSA NB3P	LOTTO 01	CODIFICA T 14	DOCUMENTO RGMD0000001	REV. A

5.5.7 Interferenze con le viabilità esistenti

In questo paragrafo verranno analizzate le interferenze viarie con le viabilità di maggiore rilievo del territorio e la loro possibile risoluzione.

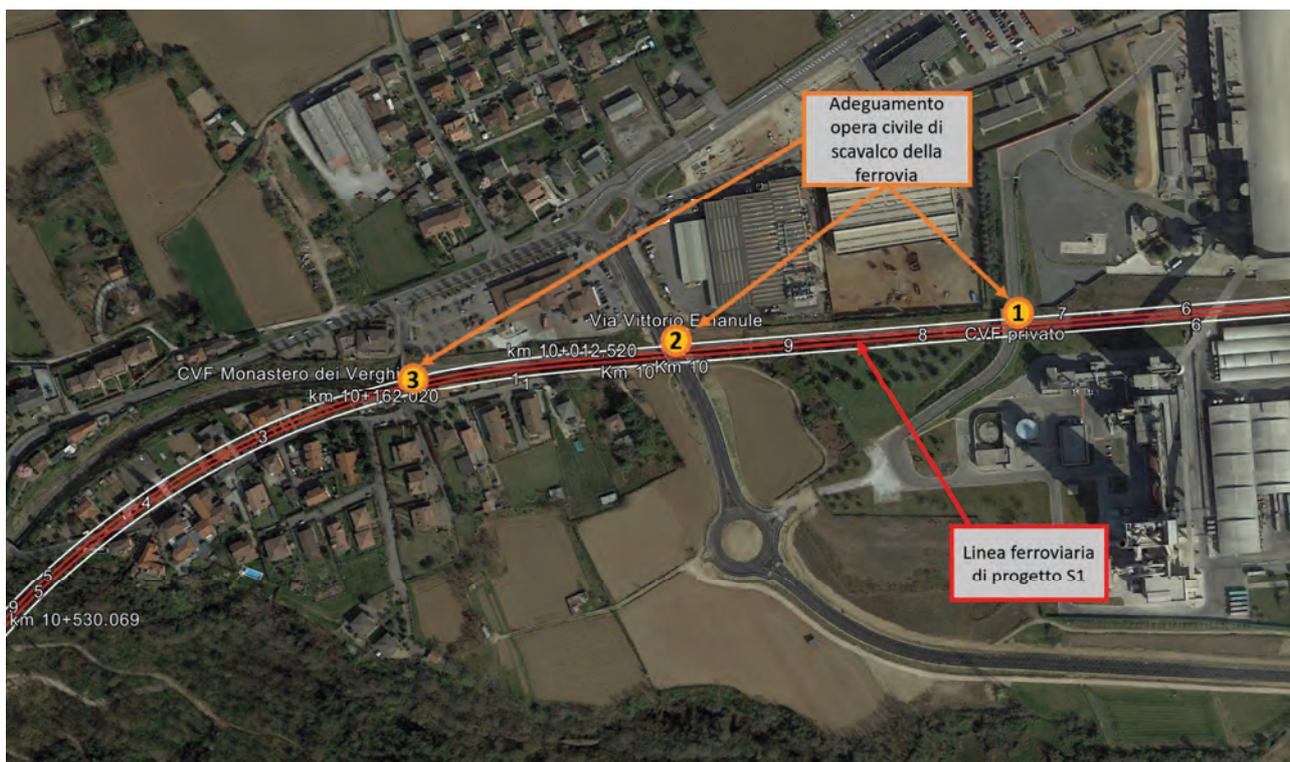
Di seguito sono riportate le interferenze tra la linea ferroviaria e le viabilità:

N° Interferenza	PK	Linea ferroviaria	Viabilità	Tipo di Interferenza
1	1+102	Bergamo Seregno	CVF Viabilità privata Italcementi	Adeguamento opera civile di scavalco della ferrovia.
2	1+352	Bergamo Seregno	CVF Via Vittorio Emanuele	Adeguamento opera civile di scavalco della ferrovia.
3	1+554	Bergamo Seregno	CVF Via Monastero dei Verghi	Adeguamento opera civile di scavalco della ferrovia.
4	1+814	Bergamo Seregno	Via Monastero dei Verghi	Nessuna interferenza, la ferrovia è in galleria
5	2+156	Bergamo Seregno	Via T.Edison	Nessuna interferenza, la ferrovia è in galleria
6	2+177	Bergamo Seregno	SP54 Via Festini Ugo	Nessuna interferenza, la ferrovia passa è in galleria
7	2+556	Bergamo Seregno	CVF Via Marconi	Adeguamento opera civile di scavalco della ferrovia.
8	2+790	Bergamo Seregno	CVF via L. Da Vinci	Adeguamento opera civile di scavalco della ferrovia.

Alla progressiva **1+102** della linea viene interferito un cavalcaferrovia dello stabilimento industriale localizzato a monte e valle della ferrovia. A seguito del raddoppio della linea ferroviaria di progetto in quel punto sarà necessario intervenire sull'opera civile esistente, riadeguando, se necessario, la geometria piano altimetrica della viabilità coerentemente a quanto richiesto dal D.M. 5/11/2001.

Alla progressiva **1+352** della linea viene interferito il cavalcaferrovia di Via Vittorio Emanuele di recente realizzazione. A seguito del raddoppio della linea ferroviaria di progetto in quel punto sarà necessario intervenire sull'opera civile esistente, riadeguando, se necessario, la geometria piano altimetrica della viabilità coerentemente a quanto richiesto dal D.M. 5/11/2001.

Alla progressiva **1+554** della linea viene interferita un cavalcaferrovia che collega l'abitato di Calusco, adiacente al fiume Adda, a monte e valle della ferrovia. A seguito del raddoppio della linea ferroviaria di progetto in quel punto sarà necessario intervenire sull'opera civile esistente, riadeguando, se necessario, la geometria piano altimetrica della viabilità coerentemente a quanto richiesto dal D.M. 5/11/2001.



La demolizione e realizzazione delle due opere, dovrà avvenire in tempi diversi così da garantire i collegamenti viari nord sud della linea ferroviaria.

Alla progressiva **2+5560** della linea viene interferita un cavalcaferrovia di via Marconi che permette il collegamento monte valle della ferrovia dell'abitato di Paderno. A seguito del raddoppio della linea ferroviaria di progetto in quel punto sarà necessario intervenire sull'opera civile esistente, riadeguando, se necessario, la geometria piano altimetrica della viabilità coerentemente a quanto richiesto dal D.M. 5/11/2001.

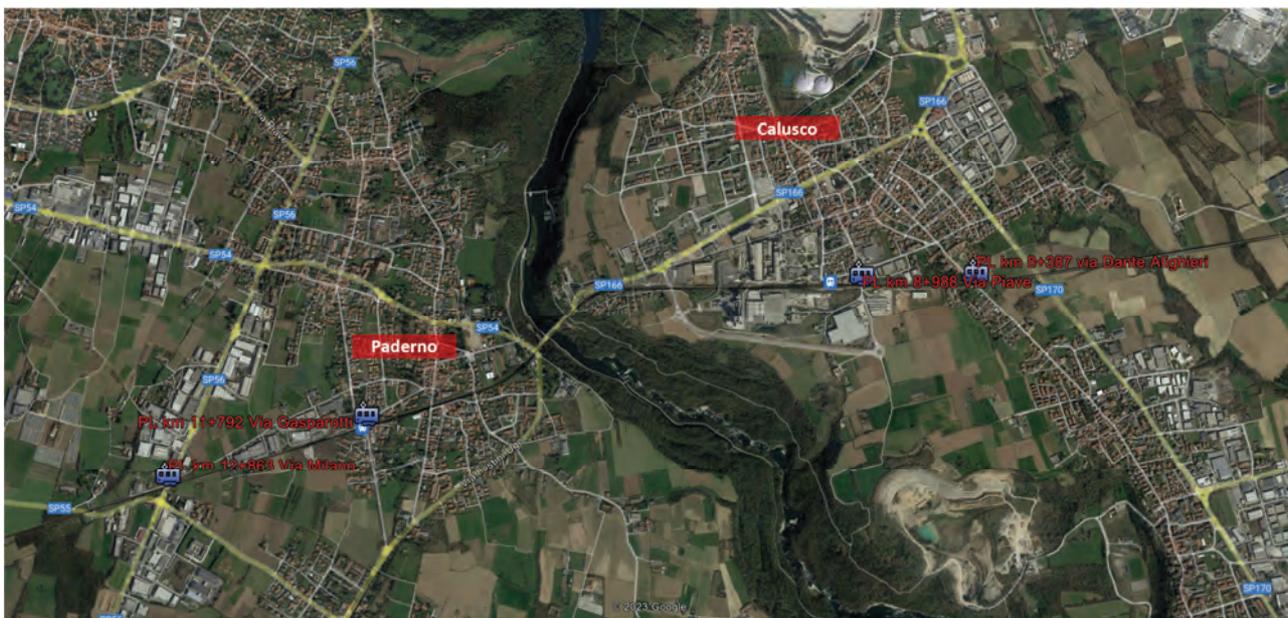
Alla progressiva **2+790** della linea viene interferita un cavalcaferrovia di via Da Vinci che permette il collegamento monte valle della ferrovia dell'abitato di Paderno. A seguito del raddoppio della linea ferroviaria di progetto in quel punto sarà necessario intervenire sull'opera civile esistente, riadeguando, se necessario, la geometria piano altimetrica della viabilità coerentemente a quanto richiesto dal D.M. 5/11/2001.



La demolizione e realizzazione delle due opere, dovrà avvenire in tempi diversi così da garantire i collegamenti viari nord sud della linea ferroviaria.

Come indicato dal Quadro Esigenziale al paragrafo 5, tra gli obiettivi specifici dell'intervento vi è anche l'incremento della puntualità della Linea grazie alla soppressione di quattro passaggi a livello con opportune opere sostitutive.

In particolare, i quattro passaggi a livello compresi tra gli abitati di Calusco e Paderno sono di seguito rappresentati:



1. Passaggio a livello **km 8+387**: Via Dante Alighieri
2. Passaggio a livello **km 8+988**: Via Piave
3. Passaggio a livello **km 11+792**: Via Gasparotti
4. Passaggio a livello **km 12+863**: SP 56 Via Milano

Per i **primi due passaggi a livello**, situati nel comune di Calusco, si propone una sola opera sostitutiva per Via Piave. Per nessuna delle due viabilità sarà possibile adeguare in sede il tracciato plano-altimetrico a causa delle numerose proprietà private con accesso sulle viabilità in esame a ridosso del passaggio a livello. L’opera sostitutiva proposta è un cavalcaferrovia che collega Via Trieste con Via Rivalotto, compatibile altimetricamente con la sede attuale della ferrovia.

L’intervento stradale, necessario per risolvere l’interferenza, sarà particolarmente impattante sul territorio. In particolare, l’intervento, di lunghezza di circa 650 metri parte da Via Trieste e scavalca l’infrastruttura ferroviaria per poi immettersi Via Rivalotto. La Viabilità è inoltre stata progettata per non essere interferente con la futura viabilità di collegamento tra la rotonda di Via Rivalotto e la SP170.



La viabilità è una strada di tipo F-urbana con corsie da 3,50 m che permettono la circolazione di tutte le tipologie di mezzi definiti dal paragrafo 3.4.2 del D.M. 5/11/2001.

Sulla base degli strumenti istituzionali disponibili e previsti per tale livello progettuale non si riscontrano vincoli di tipo archeologico ed idraulico che insistono sul sedime della viabilità di progetto.

La soppressione di tali passaggi a livello, senza prevedere un altro intervento stradale nelle immediate vicinanze, comporterebbe l'allungamento del percorso nel passaggio nord sud della ferrovia rispettivamente di circa 4 chilometri e 3,5 chilometri. Tali percorsi permettono la circolazione di tutte le tipologie di mezzi.

DOCFAP

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	148 DI 222





Per **gli altri due passaggi a livello**, situati nel comune di Paderno, si propone un'unica opera sostitutiva. Per nessuna delle due viabilità sarà possibile adeguare in sede il tracciato plano-altimetrico a causa delle numerose proprietà private con accesso sulle viabilità in esame a ridosso del passaggio a livello. L'opera sostitutiva proposta è un cavalferrovia che collega SP56 Via Milano con SP55, compatibile altimetricamente con la sede attuale della ferrovia e la sede della ferrovia di progetto nello scenario 2.

L'intervento stradale, necessario per risolvere l'interferenza, sarà particolarmente impattante sul territorio. In particolare, l'intervento, di lunghezza di circa 650 metri parte da Via Milano e sottopassa l'infrastruttura ferroviaria per poi immettersi sulla SP55.



La viabilità è una strada di tipo F-extraurbana con corsie da 3,50 m che permettono la circolazione di tutte le tipologie di mezzi definiti dal paragrafo 3.4.2 del D.M. 5/11/2001.

Sulla base degli strumenti istituzionali disponibili e previsti per tale livello progettuale non si riscontrano vincoli di tipo archeologico ed idraulico che insistono sul sedime della viabilità di progetto.

La soppressione di tali passaggi a livello, senza prevedere un altro intervento stradale nelle immediate vicinanze, comporterebbe l'allungamento del percorso nel passaggio nord sud della ferrovia rispettivamente di circa 4 chilometri e 5,7 chilometri. Tali percorsi permettono la circolazione di tutte le tipologie di mezzi.



5.5.8 Cantierizzazione, tempistiche e stima intervento

Cantierizzazione

La realizzazione delle opere previste in tale scenario necessita dell’installazione di una serie di aree di cantiere lungo il tracciato della nuova linea ferroviaria/stradale, che di norma vengono selezionate sulla base delle seguenti esigenze principali:

- disponibilità di aree libere in prossimità delle opere da realizzare;
- lontananza da ricettori critici e da aree densamente abitate;
- facile collegamento con la viabilità esistente, in particolare con quella principale (strada statale ed autostrada);
- minimizzazione del consumo di territorio;
- minimizzazione dell’impatto sull’ambiente naturale ed antropico.
- Interferire il meno possibile con il patrimonio culturale esistente

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA					
	DOCFAP	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	152 DI 222

Per quanto indicato in premessa, la realizzazione delle opere previste (Nuovo tracciato ferroviario “in stretto affiancamento” all’attuale e quello stradale posto più a Nord) richiede un numero di aree di cantiere composte indicativamente da:

- un campo base;
- tre cantieri operativi;
- una serie di Aree tecniche in prossimità delle opere maggiori (ponti e gallerie);
- una serie di Aree di stoccaggio, la cui dimensione e numero sarà funzione dei movimenti terra previsti e della disponibilità sul territorio;

Tempi di realizzazione

Per lo scenario 3, in considerazione dell’intervento da sviluppare, in relazione alla tipologia delle opere da realizzare (Nuovo Ponte su fiume Adda, gallerie, viadotti, rilevati, trincee, ecc.) e alle criticità legate allo sviluppo dell’infrastruttura, per la realizzazione dei lavori è stata stimata una durata complessiva dei lavori di **circa 5 anni**, escludendo le eventuali verifiche e certificazioni (CVT/CVT+AMIS) per l’attivazione.

La realizzazione degli allacci richiederà una chiusura prolungata della linea la cui entità potrà essere approfondita nelle successive fasi progettuali con uno studio di maggior dettaglio delle OO.CC. e della loro fasizzazione nelle zone in approccio alla linea e in corrispondenza degli allacci.

In generale è necessario evidenziare che, dato il livello molto preliminare della progettazione, le presenti stime delle tempistiche di esecuzione delle opere è ovviamente soggetta ad un’alea legata alla limitata definizione delle opere stesse. Gli approfondimenti successivi di progetto permetteranno di eliminare o ridurre tale alea.

Stima Intervento

Di seguito si riporta la sintesi delle stime eseguite. Gli importi indicati debbono intendersi a livello di valore opere e non includono tutti gli ulteriori costi e oneri di vita intera. Resta inteso che vista la metodologia di stima adottata (valutazione parametrica) ed in considerazione del livello di progettazione, a tutti gli importi indicati va associato un margine di accuratezza pari a $-40\% \div +70\%$ e che l’ipotesi di stima effettuata prevede un affidamento per l’esecuzione dei lavori ad appalto integrato. Le tariffe utilizzate sono 2023.

VALORE OPERE

DOCFAP RADDOPPIO CALUSCO PADERNO	espressi in milioni di euro ed a livello di valore opere, al netto del margine di
SCENARIO 3	280,4

Margine di accuratezza pari a $-40\% \div +70\%$

Il CVI dell'Intervento per lo Scenario 3, come da indicazioni della Committenza, è stimato pari a **381,30 M€**

5.6 IMPATTO ACUSTICO SUI RICETTORI E AREE NATURALISTICHE O PARCHI

L'indicatore denominato "Impatto acustico sui ricettori e Aree Naturalistiche o Parchi" è stato valutato in base alla percentuale di km, rispetto ai km di linea ferroviaria allo scoperto totali, che attraversano aree urbane o sub urbane con presenza di ricettori o aree naturali/parchi all'interno delle fasce di pertinenza acustica ferroviarie, per i quali presumibilmente ci sarà un impatto acustico con la necessità di intervenire con opere di mitigazione acustica di tipo indiretto o diretto ai fini di garantire il rispetto dei limiti acustici definiti dal DPR 459/98.

Nel caso specifico per le tre soluzioni si hanno i seguenti valori:

SOLUZIONE 1	km	%
Tratta ferroviaria totale	2,32	
Viabilità	0,79	
<i>di cui:</i>		
con ricettori ricadenti nell'ambito di studio*	2,0	86,2%
Aree Parco o naturalistiche	0,3	13,8%
con assenza o radi ricettori ricadente nell'ambito di stu	0,0	0,0%

(*): fascia di 300 metri dalla mezzeria del binario esterno

SOLUZIONE 2	km	%
Tratta ferroviaria totale	11,38	
Viabilità	0,70	
<i>di cui:</i>		
con ricettori ricadenti nell'ambito di studio*	7,3	64,3%
Aree Parco o naturalistiche	5,0	43,9%
con assenza o radi ricettori ricadente nell'ambito di stu	4,1	35,7%

(*): fascia di 300 metri dalla mezzeria del binario esterno

SOLUZIONE 3	km	%
Tratta ferroviaria totale	2,32	
Viabilità	0,70	
<i>di cui:</i>		
con ricettori ricadenti nell'ambito di studio*	2,0	86,2%
Aree Parco o naturalistiche	0,3	13,8%
con assenza o radi ricettori ricadente nell'ambito di stu	0,0	0,0%

(*): fascia di 300 metri dalla mezzeria del binario esterno

Tuttavia, si evidenzia che soltanto gli esiti dello Studio Acustico redatto, in relazione alla soluzione e relativo tracciato scelto, secondo quanto previsto dalla normativa vigente, consentiranno di avere un'indicazione di dettaglio sui valori acustici previsti per tutti i ricettori e le aree naturali o parchi presenti all'interno delle fasce di pertinenza ferroviarie necessari per la verifica puntuale del rispetto dei limiti acustici normativi e l'eventuale dimensionamento delle opere di mitigazione acustica.

6 STRUTTURE

6.1 IPOTESI STRUTTURALI DELL'ATTRAVERSAMENTO DEL FIUME ADDA

Nell'ambito delle valutazioni inerenti la fattibilità delle opere e la stima dei costi, sono state indagate, in termini preliminari, diverse soluzioni progettuali per ciascuno scenario di progetto. Di seguito vengono descritte nel dettaglio tutte le alternative progettuali evidenziando per ciascuna di esse vantaggi e svantaggi. L'intento è stato quello di presentare una rassegna di alternative quanto più ampia possibile per le specifiche condizioni ambientali del sito (orografiche, idrauliche e geotecniche). Tra le soluzioni sinteticamente rappresentate di seguito sono state contemplate anche quelle con criticità tecniche tali da comprometterne la fattibilità realizzativa. Infine, per ciascuno scenario di tracciato, sono state individuate le soluzioni più idonee.

Segue una sintesi delle alternative progettuali per ciascuno scenario di progetto.

SCENARIO 1

Ponte in stretto affiancamento (stradale + ferroviario)		
codice	Soluzione strutturale	Tipologia di impalcato
S1_sol1	Travatura reticolare a via inferiore e strada all'estradosso	travatura reticolare
S1_sol2*	Arco in c.a. a via superiore	Cassone continuo a sezione mista
S1_sol3*	Arco in c.a. ribassato a via superiore	Cassone continuo a sezione mista

* soluzioni relative ad ipotesi di tracciato con impalcato affiancati in planimetria e pertanto non strettamente associabili al tracciato previsto per lo scenario 1 che vede ferrovia e strada sovrapposte. Seguono maggiori dettagli.

SCENARIO 2

Ponte ferroviario a sud		
codice	Soluzione strutturale	Tipologia di impalcato
S2_sol1_sud	2 Archi consecutivi in c.a. a via superiore	Cassone appoggiato a sezione mista
S2_sol2_sud	3 Archi consecutivi in c.a. a via superiore	Cassone appoggiato a sezione mista

Ponte stradale a nord		
codice	Soluzione strutturale	Tipologia di impalcato
S2_sol1_nord	Arco in c.a. ribassato a via superiore	Cassone continuo a sezione mista

DOCFAP

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	156 DI 222

S2_sol2_nord	Cavalletto in acciaio a via superiore	Cassone continuo a sezione mista
--------------	---------------------------------------	----------------------------------

SCENARIO 3

Ponte in stretto affiancamento (ferroviario)		
codice	Soluzione strutturale	Tipologia di impalcato
S3_sol1	Arco in c.a. a via superiore	Cassone continuo a sezione mista
S3_sol2	Arco in c.a. ribassato a via superiore	Cassone continuo a sezione mista
S3_sol3	Cavalletto in acciaio a via superiore con pile alle imposte	Cassone continuo a sezione mista
S3_sol4	Cavalletto in acciaio a via superiore senza pile alle imposte	Cassone continuo a sezione mista

Ponte stradale a nord		
codice	Soluzione strutturale	Tipologia di impalcato
S3_sol1_nord (S2_sol1_nord)	Arco in c.a. ribassato a via superiore	Cassone continuo a sezione mista
S3_sol2_nord (S2_sol2_nord)	Cavalletto in acciaio a via superiore	Cassone continuo a sezione mista

6.1.1 **SCENARIO 1 - Ponte in stretto affiancamento (stradale + ferroviario)**

Si tratta dello scenario che contempla la realizzazione di un tracciato ferroviario e di un tracciato stradale sovrapposti in stretto affiancamento al ponte esistente in modo da avere in corrispondenza dell’attraversamento del fiume, una configurazione funzionalmente uguale all’attuale (ferrovia sotto e strada sopra).

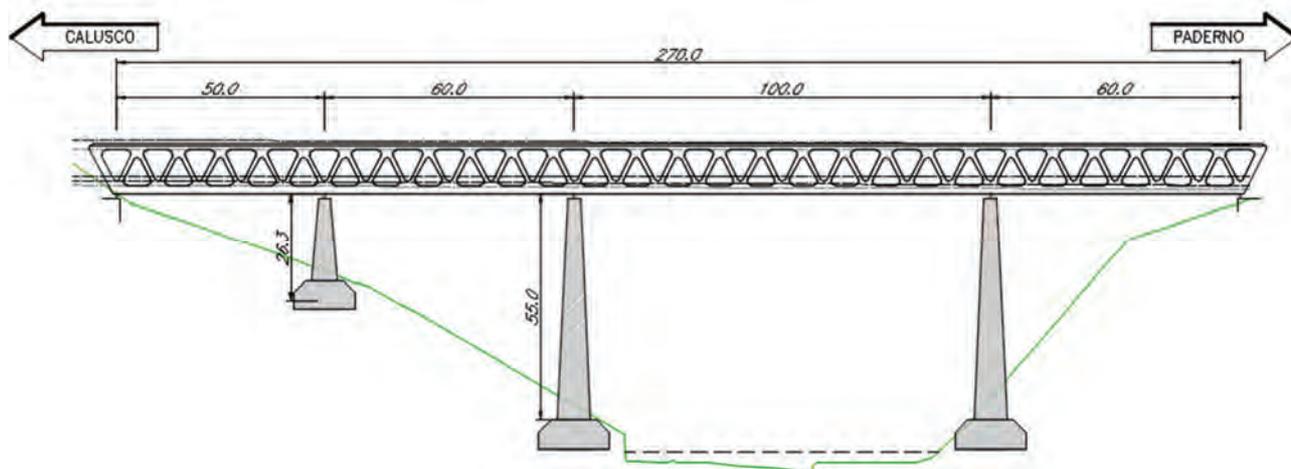
La posizione della nuova opera è stata individuata nello spazio compreso tra l’opera esistente e l’area di frana.

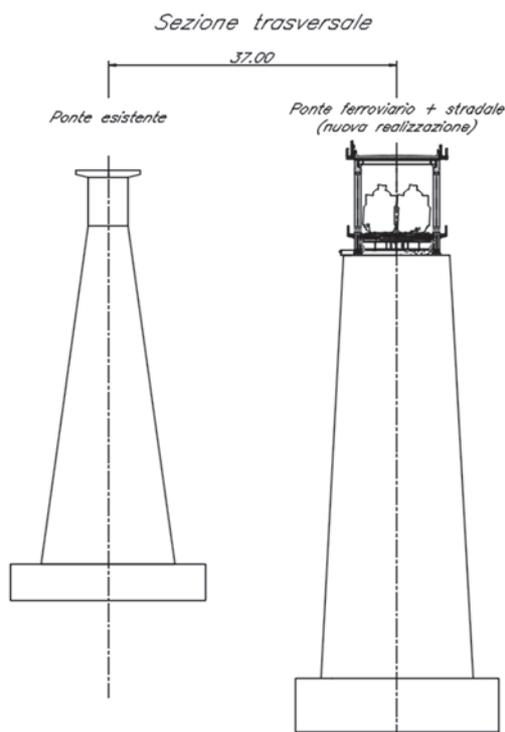
L’ipotesi di tracciato relativa allo scenario 1 prevede la realizzazione di impalcati sovrapposti (linea ferroviaria sottostante il piano stradale) così come previsto nell’opera esistente. Lo studio delle interferenze nell’intorno dell’opera di scavalco e la necessità di garantire un raccordo con la viabilità esistente il più possibile funzionale ha portato a fissare il piano stradale ad una quota prossima a quella del piano stradale del ponte esistente. Nota tale quota, tenendo in considerazioni gli ingombri della sagoma limite dei veicoli ferroviari nonché i franchi netti da rispettare nei riguardi delle viabilità interferenti la linea, è stata ricavata la quota del P.F., posta dunque 10 m sotto il piano stradale.

Per tale ipotesi di tracciato, tuttavia, risulta quasi obbligata la scelta della tipologia strutturale di trave reticolare. Altre due ipotesi con impalcati affiancati anziché sovrapposti, sono stete valutate e rappresentate di seguito (S1_sol2 e S1_sol3). Si precisa che queste due soluzioni citate presentano criticità su più fronti e risultano pertanto di fatto sostanzialmente infattibili.

Per tutte le soluzioni proposte la necessità di minimizzare l’ingombro dell’impalcato e quindi l’impatto visivo del nuovo ponte nei confronti dell’opera esistente ha contribuito all’adozione di schemi continui.

Trave reticolare a via inferiore (S1_sol1)





La luce complessiva dell’opera è di 270 m, suddivisa in 4 campate di lunghezza variabile (50 m + 60 m + 100 m + 60 m). La struttura è costituita da:

- Una trave reticolare a maglia triangolare con impalcati sovrapposti (piano stradale posto a una quota di 10 m superiore rispetto a quella del P.F.)
- pile in c.a. a sezione rettangolare rastremate in sommità di altezza che varia dai 55 m delle pile in adiacenza all’alveo ai 26 m della pila più bassa
- Lo schema di vincolo ipotizzato prevede vincoli UL su tutte le pile e sulla spalla lato Calusco e vincolo F sulla spalla lato Paderno. Sulle spalle è inoltre prevista la presenza di STU che si attivano in caso di eventi sismici e permettono una migliore ripartizione delle forze longitudinali.
- a tergo dell’opera è prevista la presenza di scatolari per il raccordo delle due linee alle viabilità esistenti
- fondazioni dirette poggianti sulle formazioni litoidi di base con consolidamenti corticali

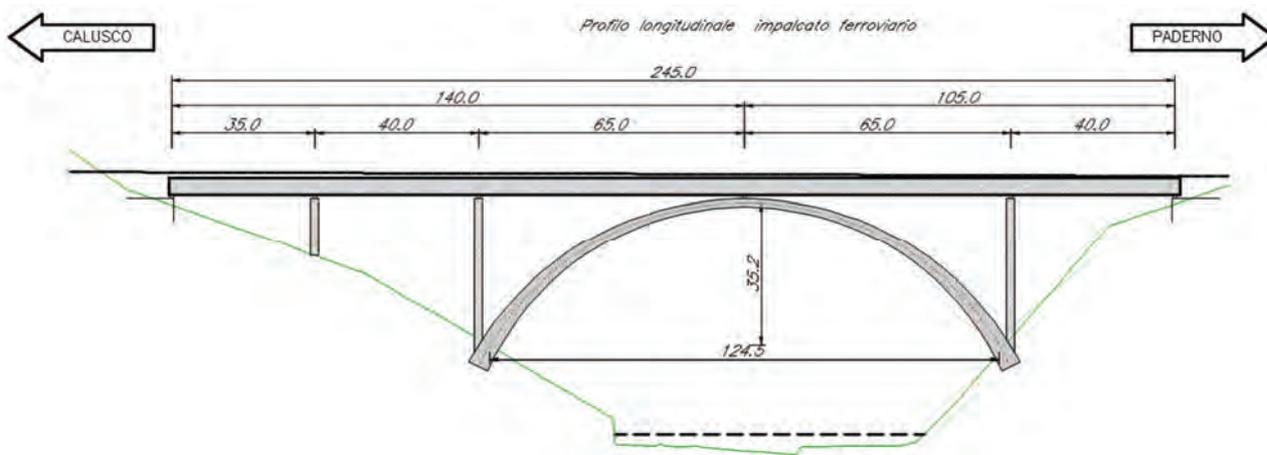
Un’opera di questo tipo, date le rilevanti dimensioni strutturali di impalcato e sottostrutture, appare particolarmente massiccia e da un punto di vista estetico si adatta difficilmente alle linee sottili dell’opera esistente. Il nuovo impalcato, inoltre, avrebbe il difetto di “nascondere” l’attuale ponte reticolare. Infatti, avendo una quota del P.F. confrontabile con quella del ponte esistente ne ricalcherebbe le geometrie. Nonostante quanto detto, tuttavia, tale ipotesi progettuale rappresenta, tra quelle proposte, l’unica alternativa effettivamente praticabile nell’ambito dello Scenario 1.

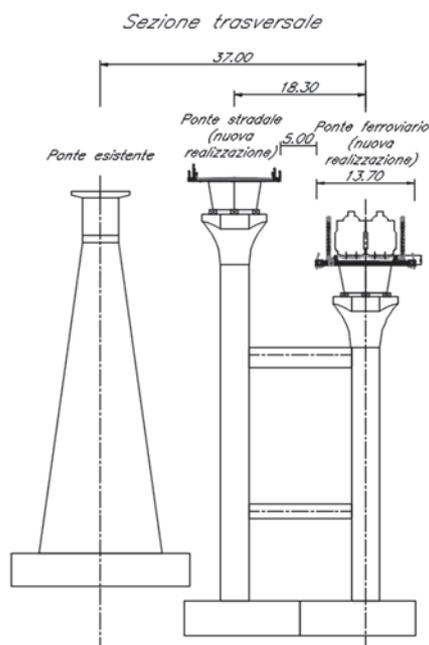
Arco in c.a. a via superiore (S1 sol2)

Come esplicitato in precedenza tale soluzione progettuale si basa sulla possibilità di definire un nuovo scenario di tracciato che consenta la realizzazione di impalcati accostati e non sovrapposti, uno che ospita la viabilità l’altro la ferrovia.

Dal punto di vista planimetrico, per considerazioni di carattere geotecnico (interferenza con zona in frana a sud) la linea ferroviaria non può essere spostata più a valle. Pertanto, fermo restando il tracciato ferroviario, quello stradale necessariamente deve essere interposto tra quest’ultimo e il tracciato esistente.

Dal punto di vista altimetrico permangono sostanzialmente le considerazioni fatte nell’introduzione a questo capitolo pertanto il delta altimetrico tra piano stradale e P.F., simile all’attuale (la strada è a piano campagna, la ferrovia è in trincea). Verrebbero quindi due impalcati affiancati ma sfalsati.





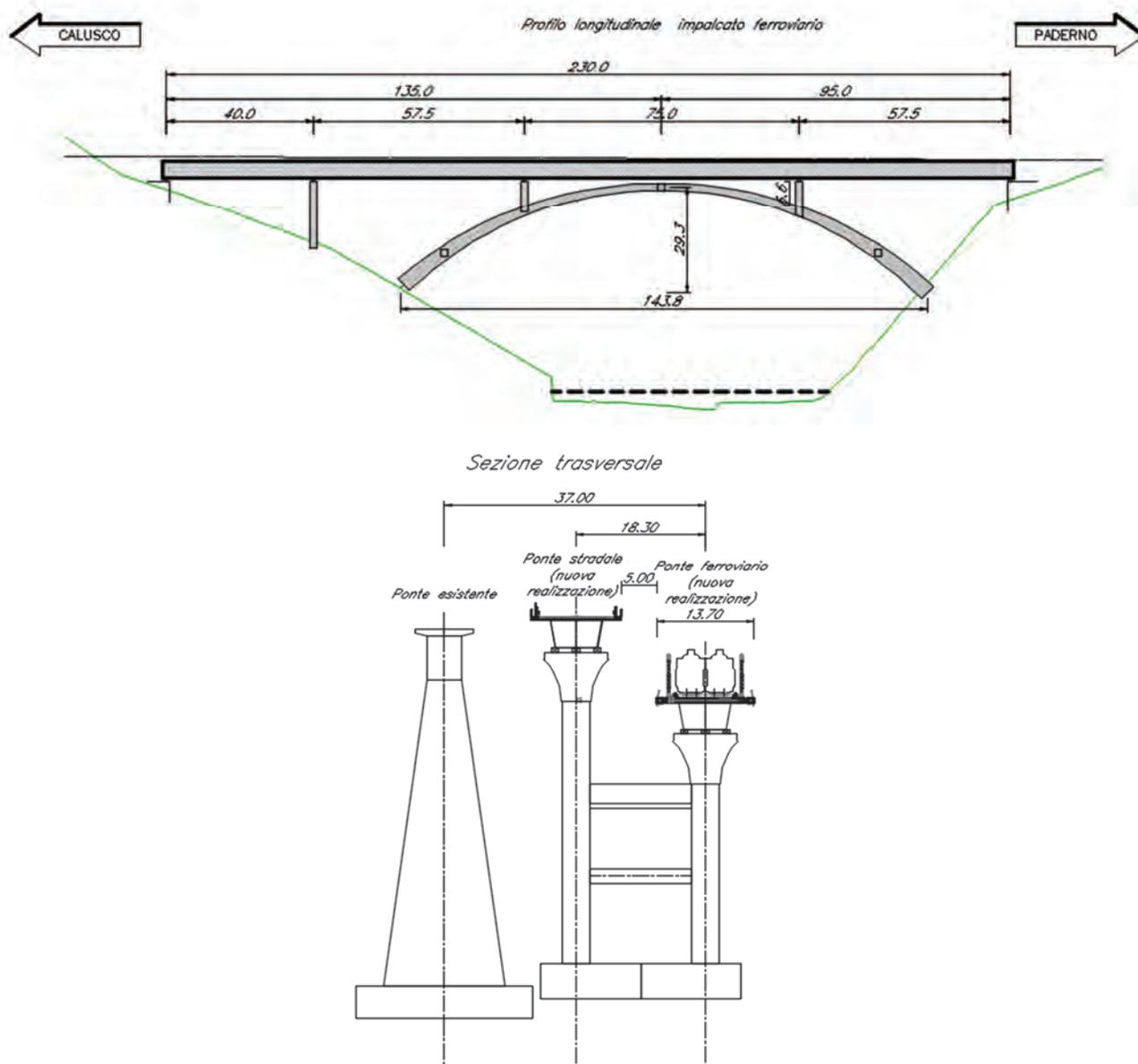
La luce complessiva dell'opera è di 245 m, suddivisa in 5 campate di lunghezza variabile (35 m + 40 m + 65 m + 65 m + 40 m). La struttura è costituita da:

- due impalcati a cassone a sezione mista affiancati e posti in adiacenza all'opera esistente. L'impalcato è un cassone a tre anime e l'altezza del pacchetto P.F. – intradosso trave è costante e pari a 5.3 m. Per esigenze di tracciato la quota del piano stradale è posta 10 m sopra la quota del piano del ferro, pertanto, i due impalcati sono sfalsati in altezza.
- due strutture ad arco a via superiore in c.a. affiancate e collegate tra loro tramite dei traversi. Gli archi hanno luce tra le imposte pari a 125 m e freccia pari a 35 m. La sezione dell'arco è rettangolare rastremata in altezza
- pile in c.a. di sezione rettangolare costante, dotate di pulvini per ospitare gli apparecchi d'appoggio dell'impalcato a cassone. I punti di appoggio dell'impalcato sono in corrispondenza delle imposte e della chiave dell'arco.
- lo schema di vincolo ipotizzato prevede vincoli UL su tutte le pile e sulla spalla lato Calusco e vincolo F sulla spalla lato Paderno. Sulle spalle è inoltre prevista la presenza di STU che si attivano in caso di eventi sismici e permettono una migliore ripartizione delle forze longitudinali.
- fondazioni dirette poggianti sulle formazioni litoidi di base con consolidamenti corticali

La differenza tra le quote stradale e ferroviaria comporterebbe la realizzazione di due impalcati sfalsati in quota e quindi fortemente impattanti dal punto di vista visivo. Inoltre, l'esigua distanza tra la struttura nuova e quella esistente comporterebbe un'interferenza tra i sistemi di fondazione delle due opere, pertanto, tale soluzione si ritiene non percorribile.

Arco in c.a. ribassato a via superiore (S1_sol3)

Tale soluzione è sostanzialmente analoga alla soluzione S1_sol2 pertanto presenta le stesse criticità.

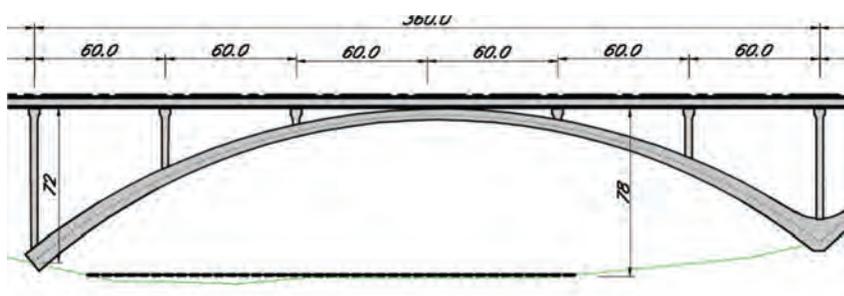


Si tratta di una soluzione simile alla precedente. La luce complessiva dell’opera è di 230 m, suddivisa in 4 campate di lunghezza variabile (40 m + 57.5 m + 75 m + 57.5). La struttura è costituita da:

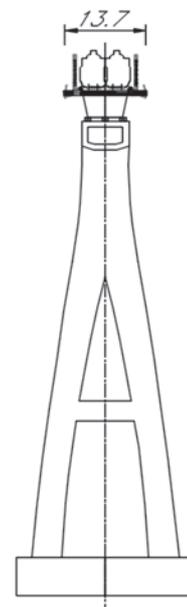
- due impalcati a cassone a sezione mista affiancati e posti in adiacenza all'opera esistente. L'impalcato è un cassone a tre anime e l'altezza del pacchetto P.F. – intradosso trave è costante e pari a 5.3 m. Per esigenze di tracciato la quota del piano stradale è posta 10 m sopra la quota del piano del ferro, pertanto, i due impalcati sono sfalsati in altezza.
- due strutture ad arco a via superiore in c.a. affiancate e collegate tra loro tramite dei traversi. Gli archi hanno luce tra le imposte pari a 144 m e freccia pari a 29 m. La sezione dell'arco è rettangolare rastremata in altezza
- pile in c.a. di sezione rettangolare costante, dotate di pulvini per ospitare gli apparecchi d'appoggio dell'impalcato a cassone. I punti di appoggio dell'impalcato sono in corrispondenza dei quarti dell'arco.
- lo schema di vincolo ipotizzato prevede vincoli UL su tutte le pile e sulla spalla lato Calusco e vincolo F sulla spalla lato Paderno. Sulle spalle è inoltre prevista la presenza di STU che si attivano in caso di eventi sismici e permettono una migliore ripartizione delle forze longitudinali.
- fondazioni dirette poggianti sulle formazioni litoidi di base con consolidamenti corticali

Come per l'ipotesi precedente, anche in questo caso si tratta di una soluzione fortemente impattante dal punto di vista visivo che avrebbe un sistema di fondazioni interferente con quello dell'opera esistente, pertanto, tale soluzione si ritiene non percorribile.

Dettaglio campata di scavalco:



*Sezione trasversale
Ponte ferroviario*

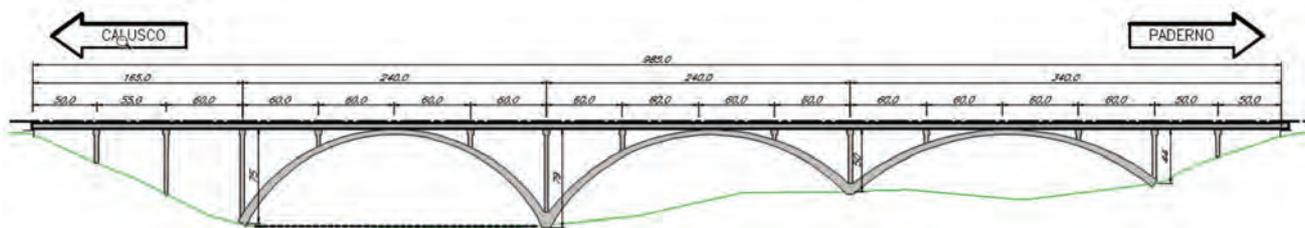


La luce complessiva dell'opera è di 990 m, suddivisa in 17 campate di lunghezza variabile (40 m + 50 m + 15 campate da 60 m). La struttura è costituita da:

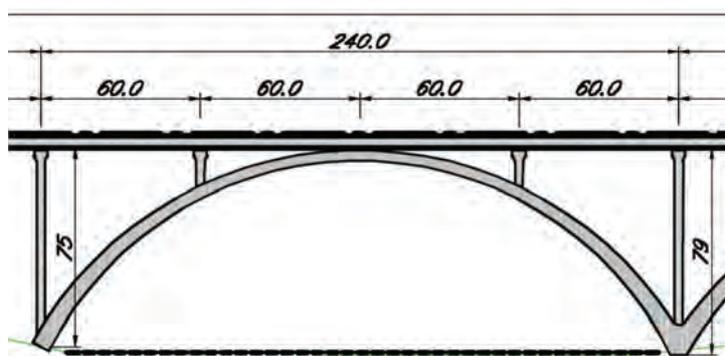
- impalcati a cassone a sezione mista posto in adiacenza all'opera esistente. L'impalcato è un cassone a tre anime e l'altezza del pacchetto P.F. – intradosso trave è costante e pari a 5.5 m.
- due archi arco a via superiore in c.a. di luce tra le imposte rispettivamente pari a 360 m e 300 m e freccia pari a 72 m e 50 m. La sezione dell'arco è rettangolare e rastremata sia in altezza che in larghezza.
- pile in c.a. di sezione rettangolare, dotate di pulvini per ospitare gli apparecchi d'appoggio dell'impalcato a cassone. I punti di appoggio dell'impalcato sono in corrispondenza delle imposte e della chiave dell'arco.
- lo schema di vincolo ipotizzato prevede su ogni pila la presenza di un allineamento di appoggi fisso e un allineamento mobile longitudinalmente.
- fondazioni profonde con pali di grande diametro in corrispondenza degli appoggi dell'arco (che insistono su depositi alluvionali sciolti) e fondazioni dirette per le pile e spalle, con consolidamento corticale, posizionate sulla porzione medio alta dei versanti (caratterizzati dalla presenza della formazione conglomeratica al di sotto di una copertura corticale)

Tale soluzione appare evidentemente dispendiosa dal punto di vista economico e realizzativo e comporterebbe elevati di costruzione considerevoli. Le luci dell'arco sono tali da rendere massicci gli elementi strutturali e probabilmente poco adatti ad un inserimento dell'opera in un contesto naturalistico. Tale soluzione ha il vantaggio di preservare l'integrità dell'opera esistente, non essendo realizzata in prossimità della stessa.

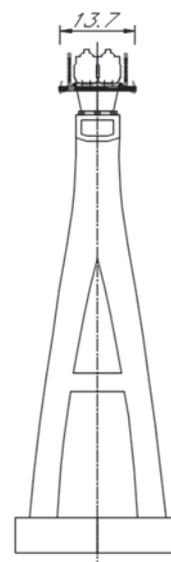
Ponte a 3 archi in c.a. (S2 sol2 sud)



Dettaglio campata di scavalco:



Sezione trasversale Ponte ferroviario



La luce complessiva dell’opera è di 990 m, suddivisa in 17 campate di lunghezza variabile (3 campate da 50 m + 1 campata da 55 m + 13 campate da 60 m). La struttura è costituita da:

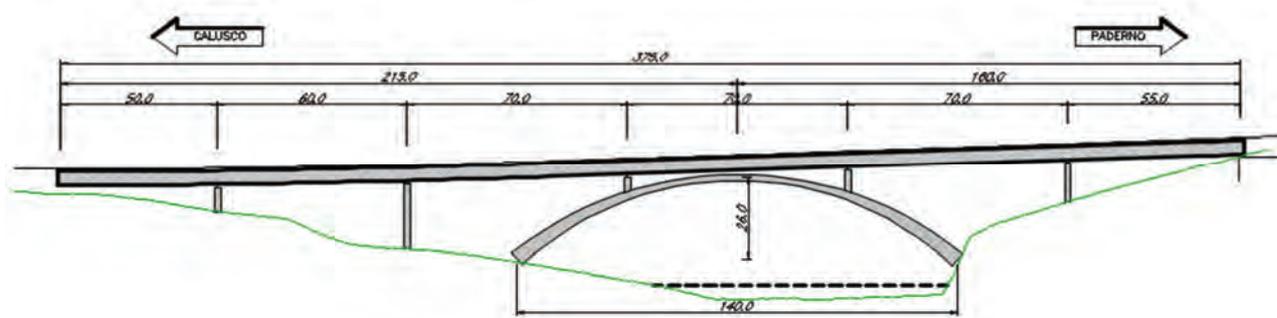
- impalcati a cassone a sezione mista posto in adiacenza all'opera esistente. L'impalcato è un cassone a tre anime e l'altezza del pacchetto P.F. – intradosso trave è costante e pari a 5.5 m.
- tre archi arco a via superiore in c.a. non simmetrici di luce tra le imposte pari a 240 m e di frecce comprese tra 78 m e 50 m. La sezione dell'arco è rettangolare e rastremata sia in altezza che in larghezza.
- pile in c.a. di sezione rettangolare, dotate di pulvini per ospitare gli apparecchi d'appoggio dell'impalcato a cassone. I punti di appoggio dell'impalcato sono in corrispondenza delle imposte e della chiave dell'arco.
- lo schema di vincolo ipotizzato prevede su ogni pila la presenza di un allineamento di appoggi fisso e un allineamento mobile longitudinalmente
- fondazioni profonde con pali di grande diametro in corrispondenza degli appoggi dell'arco (che insistono su depositi alluvionali sciolti) e fondazioni dirette per le pile e spalle, con consolidamento corticale, posizionate sulla porzione medio alta dei versanti (caratterizzati dalla presenza della formazione conglomeratica al di sotto di una copertura corticale)

Le considerazioni avanzate per la soluzione precedente continuano a valere anche in questo caso, data la somiglianza tra le due opere. Tuttavia, rispetto alla soluzione precedente, quella corrente ha delle geometrie più contenute e risulta più idonea sia da un punto di vista realizzativo che paesaggistico.

6.1.2.2 Ponte stradale a nord del ponte esistente

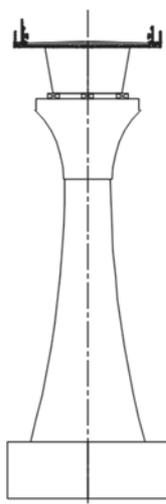
Per tale opera sono state avanzate due proposte con schemi strutturali differenti, entrambe aventi impalcato continuo a sezione mista acciaio – calcestruzzo. Per questa soluzione, la ridotta presenza di vincoli rispetto alle altre soluzioni di tracciato consente una maggiore libertà nella scelta della tipologia strutturale da adottare.

Arco in c.a. a via superiore (S2 sol1 nord)



Sezione trasversale

Ponte stradale



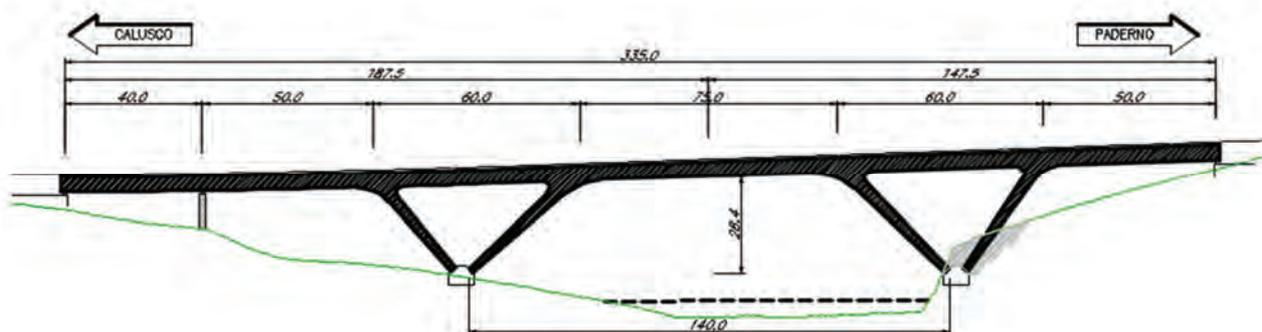
La luce complessiva dell'opera è di 375 m, suddivisa in 6 campate di lunghezza variabile (55 m + 60 m + 70 m + 70 m + 70 m + 55 m). La struttura è costituita da:

- Un impalcato a cassone a sezione mista a tre anime e l'altezza del pacchetto P.F. – intradosso trave è costante e pari a 5.3 m.
- Un arco a via superiore in c.a. di luce tra le imposte pari a 140 m e freccia pari a 26 m. La sezione dell'arco è rettangolare e rastremata sia in altezza che in larghezza

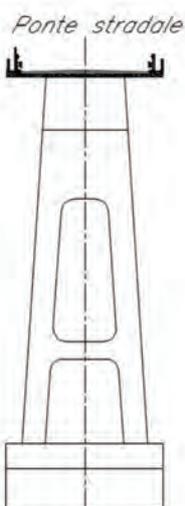
- pile in c.a. di sezione rettangolare costante, dotate di pulvini per ospitare gli apparecchi d'appoggio dell'impalcato a cassone. I punti di appoggio dell'impalcato sono in corrispondenza delle imposte e della chiave dell'arco.
- lo schema di vincolo ipotizzato prevede la presenza di isolatori elastomerici
- fondazioni profonde con pali di grande diametro (per la presenza di depositi fluvioglaciali sciolti)

La presenza di isolatori consentirebbe il taglio delle forze orizzontali su sottostrutture e fondazioni consentendo un'ottimizzazione delle stesse.

Cavalletto in acciaio (S2 sol2 nord)



Sezione trasversale



La luce complessiva dell'opera è di 335 m, suddivisa in 6 campate di lunghezza variabile (40 m + 50 m + 60 m + 75 m + 60 m + 50 m). La struttura è costituita da:

- un impalcato a cassone a sezione mista a tre anime e l'altezza del pacchetto P.F. – intradosso trave è costante e pari a 5.3 m.
- una struttura a cavalletto in acciaio incernierato alla base, solidale all'impalcato, composta da quattro coppie di due piedritti affiancati di sezione scatolare collegati tra loro da traversi anch'essi scatolari. La geometria della sezione dei cavalletti è rettangolare, di larghezza costante e altezza variabile (con una rastremazione alla base, in corrispondenza del vincolo di cerniera). La luce tra le imposte pari a 140 m e freccia pari a 28 m.
- pila in c.a. di sezione rettangolare costante, dotata di pulvino per ospitare gli apparecchi d'appoggio dell'impalcato a cassone.
- lo schema di vincolo ipotizzato prevede vincoli UL sulla pila e le spalle mentre i vincoli F sono costituiti dai collegamenti rigidi impalcato – cavalletti. Questi ultimi sono vincolati alla base con vincolo di cerniera
- fondazioni profonde con pali di grande diametro (per la presenza di depositi fluvioglaciali sciolti).

Per tale soluzione è previsto un importante intervento di sbancamento in corrispondenza dell'imposta del cavalletto lato Paderno. Per questo motivo tale soluzione risulta più impattante dal punto di vista paesaggistico rispetto alla soluzione precedente.

6.1.3 SCENARIO 3 - Ponte ferroviario in stretto affiancamento + ponte stradale a nord

Si tratta dello scenario che contempla la realizzazione di un tracciato ferroviario, posto in stretto affiancamento al ponte esistente, e di uno stradale indipendente da questo. Per tale soluzione vengono presentate varie proposte strutturali.

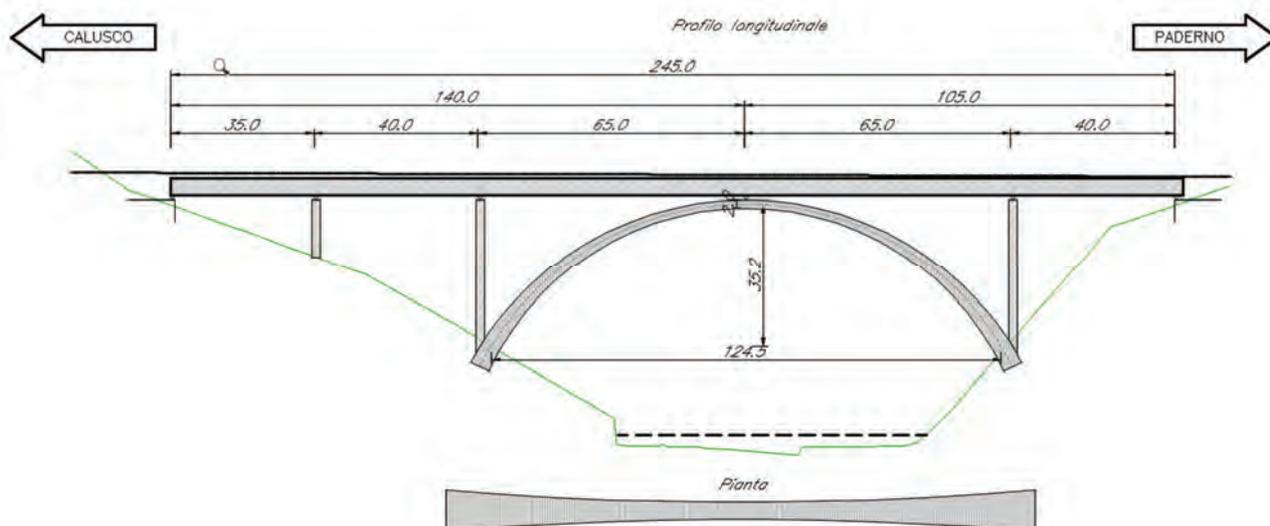
6.1.3.1 Ponte Ferroviario in stretto affiancamento

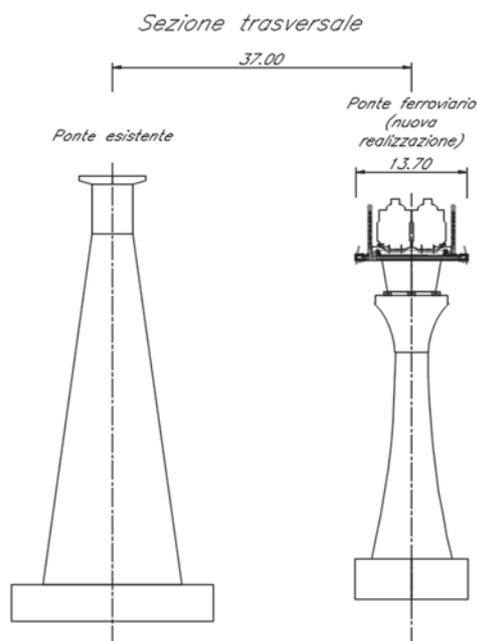
Per tale soluzione vengono presentate varie proposte strutturali, per le quali valgono le considerazioni avanzate per lo scenario 1. Infatti, si tratta di opere vincolate fortemente nella geometria da fattori di carattere paesaggistico, geotecnico e di tracciato.

Anche in questo caso, la necessità di minimizzare l'ingombro dell'impalcato e quindi l'impatto visivo del nuovo ponte nei confronti dell'opera esistente ha contribuito all'adozione di schemi continui.

Ciascuna di delle soluzioni riportate di seguito vede l'adozione di un impalcato a cassone che si sviluppa al di sotto del P.F. quando invece l'impalcato reticolare del ponte esistente si sviluppa al di sopra della quota della rotaia. L'effetto di tale nuova soluzione viste le quote del P.F., tenderebbe pertanto a non "mascherare" prospetticamente l'impalcato del ponte esistente.

Arco in c.a. a via superiore (S3 sol1)



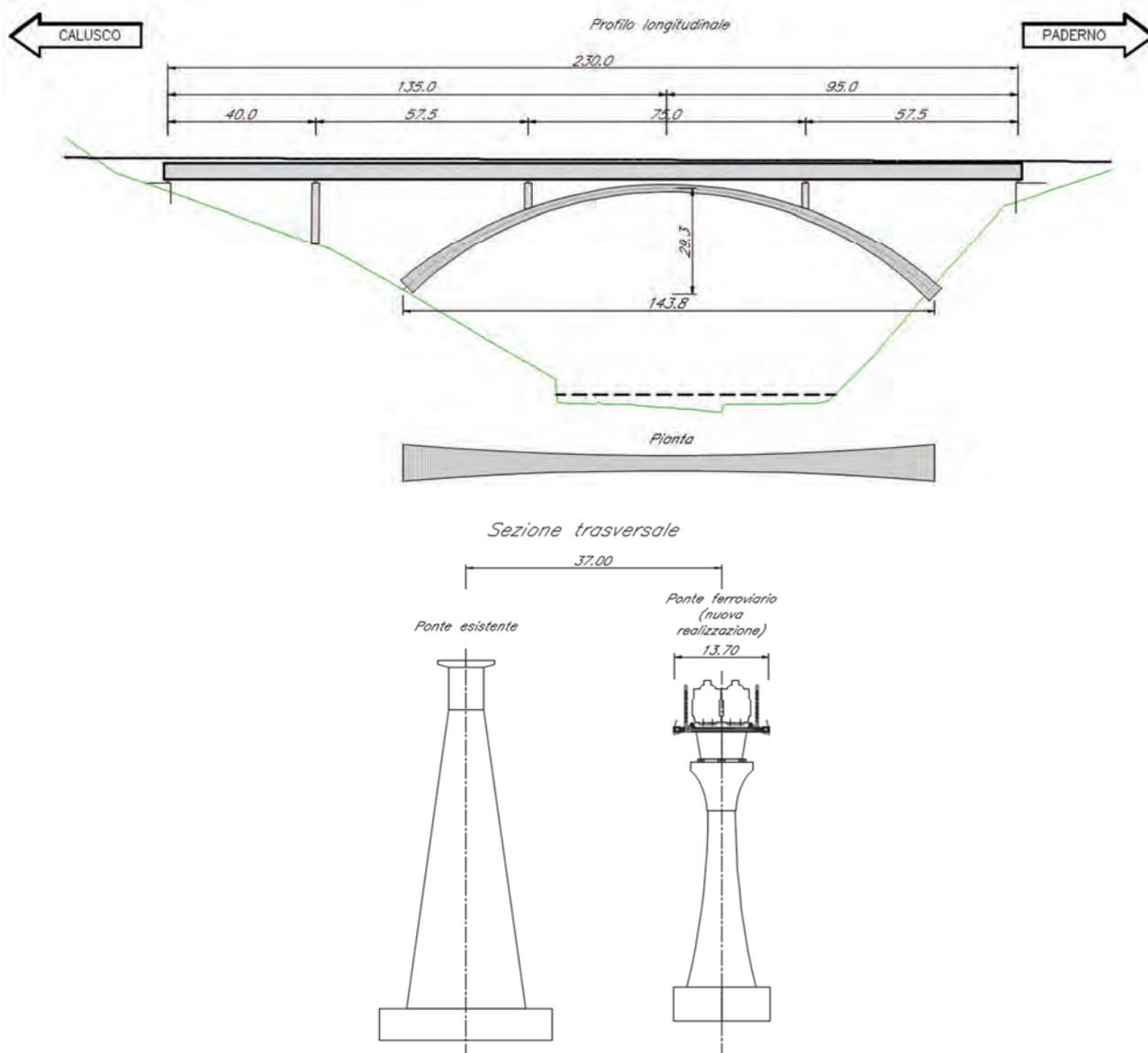


La luce complessiva dell'opera è di 245 m, suddivisa in 5 campate di lunghezza variabile (35 m + 40 m + 65 m + 65 m + 40 m). La struttura è costituita da:

- Un impalcato a cassone a sezione mista posto in adiacenza all'opera esistente. L'impalcato è un cassone a tre anime e l'altezza del pacchetto P.F. – intradosso trave è costante e pari a 5.3 m.
- Un arco a via superiore in c.a. di luce tra le imposte pari a 125 m e freccia pari a 35 m. La sezione dell'arco è rettangolare e rastremata sia in altezza che in larghezza.
- pile in c.a. di sezione rettangolare costante, dotate di pulvini per ospitare gli apparecchi d'appoggio dell'impalcato a cassone. I punti di appoggio dell'impalcato sono in corrispondenza delle imposte e della chiave dell'arco.
- lo schema di vincolo ipotizzato prevede vincoli UL su tutte le pile e sulla spalla lato Calusco e vincolo F sulla spalla lato Paderno. Sulle spalle è inoltre prevista la presenza di STU che si attivano in caso di eventi sismici e permettono una migliore ripartizione delle forze longitudinali.

Tale soluzione nelle sue geometrie è paragonabile all'opera esistente. La presenza di pile alle imposte dell'arco, in ogni caso, appesantisce la struttura da un punto di vista estetico.

Arco in c.a. ribassato a via superiore (S3 sol2)



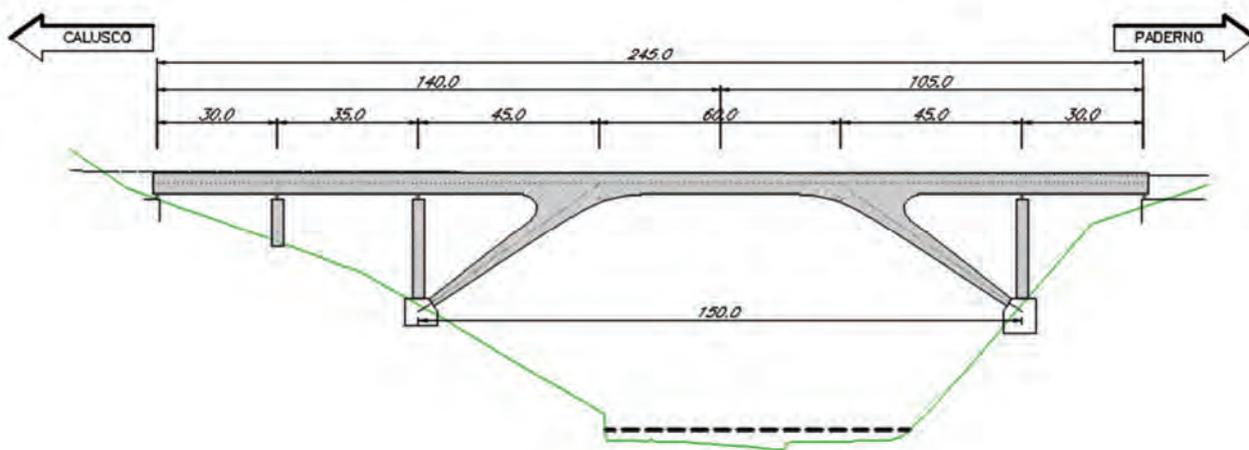
Si tratta di una soluzione simile alla precedente. La luce complessiva dell'opera è di 230 m, suddivisa in 4 campate di lunghezza variabile (40 m + 57.5 m + 75 m + 57.5). La struttura è costituita da:

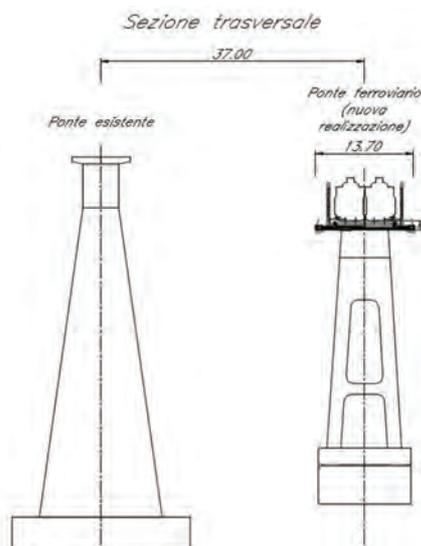
- Un impalcato a cassone a sezione mista posto in adiacenza all'opera esistente. L'impalcato è un cassone a tre anime e l'altezza del pacchetto P.F. – intradosso trave è costante e pari a 5.3 m.

- Un arco a via superiore in c.a. di luce tra le imposte pari a 144 m e freccia pari a 29 m. La sezione dell’arco è rettangolare e rastremata sia in altezza che in larghezza.
- pile in c.a. di sezione rettangolare costante, dotate di pulvini per ospitare gli apparecchi d’appoggio dell’impalcato a cassone. I punti di appoggio dell’impalcato sono in corrispondenza dei quarti dell’arco
- Lo schema di vincolo ipotizzato prevede vincoli UL su tutte le pile e sulla spalla lato Calusco e vincolo F sulla spalla lato Paderno. Sulle spalle è inoltre prevista la presenza di STU che si attivano in caso di eventi sismici e permettono una migliore ripartizione delle forze longitudinali.

Per tale soluzione, l’assenza di pile alle alle imposte dell’arco, anche in raffronto alla soluzione precedente, alleggerisce la struttura da un punto di vista estetico e la rende maggiormente compatibile con l’opera esistente.

Cavalletto in acciaio a via superiore con pile alle imposte (S3 sol3)



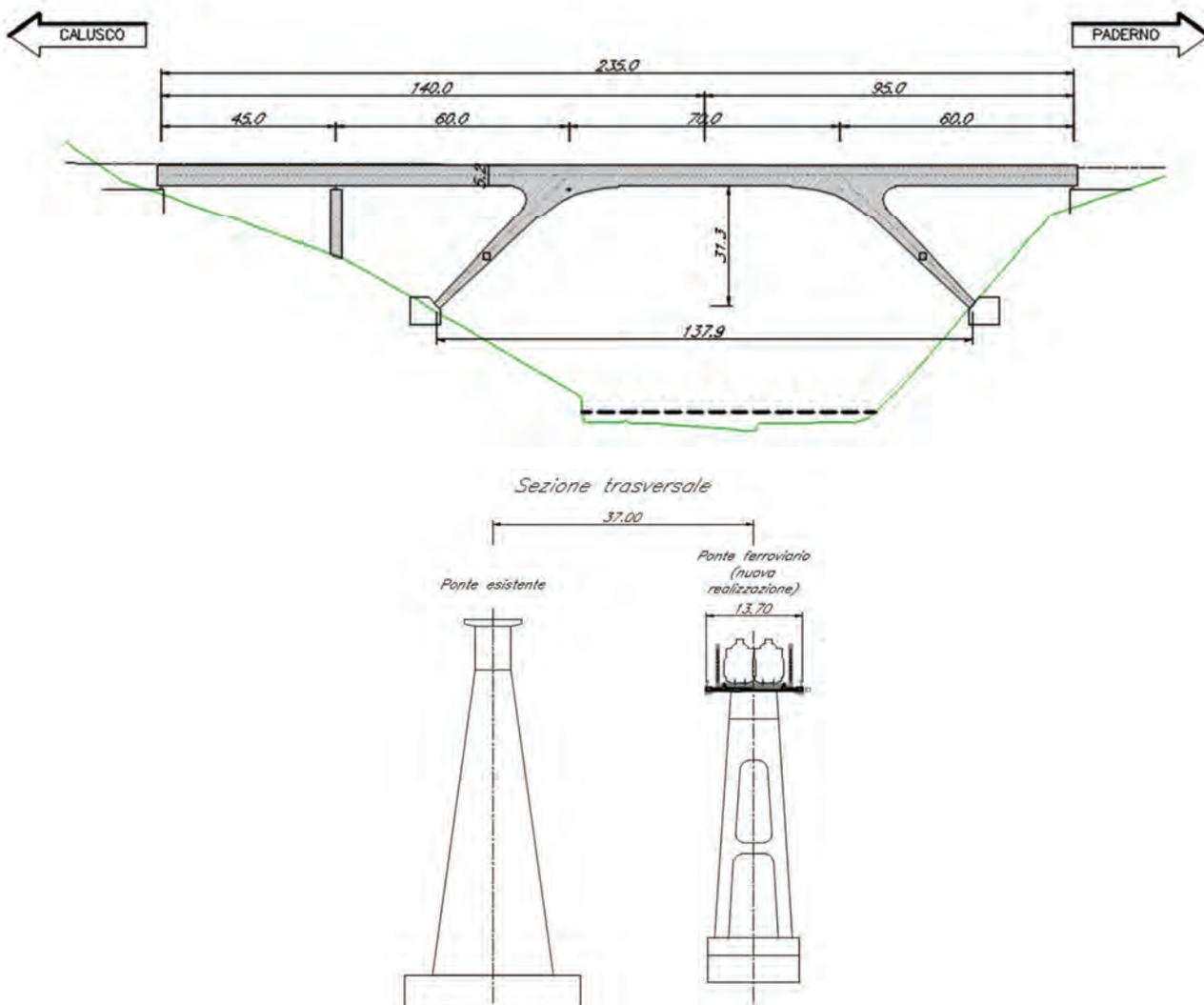


La luce complessiva dell'opera è di 245 m, suddivisa in 6 campate di lunghezza variabile (30 m + 35 m + 45 m + 60 m + 45 m + 30 m). La struttura è costituita da:

- un impalcato a cassone a sezione mista posto in adiacenza all'opera esistente. L'impalcato è un cassone a tre anime e l'altezza del pacchetto P.F. – intradosso trave è costante e pari a 5.3 m.
- una struttura a cavalletto in acciaio incernierato alla base, solidale all'impalcato, composta da due coppie di due piedritti affiancati di sezione scatolare collegati tra loro da traversi anch'essi scatolari. La geometria della sezione dei cavalletti è rettangolare, di larghezza costante e altezza variabile (con una rastremazione alla base, in corrispondenza del vincolo di cerniera). La luce tra le imposte pari a 150 m e freccia pari a 34 m.
- pile in c.a. di sezione rettangolare costante, dotate di pulvini per ospitare gli apparecchi d'appoggio dell'impalcato a cassone. La presente soluzione progettuale consente all'impalcato un appoggio in corrispondenza delle imposte del cavalletto.
- lo schema di vincolo ipotizzato prevede vincoli UL su tutte le pile e spalle mentre i vincoli F sono costituiti dai collegamenti rigidi impalcato – cavalletti. Questi ultimi sono vincolati alla base con vincolo di cerniera.

La struttura avrebbe uno schema strutturale e delle geometrie differenti rispetto all'opera esistente. Inoltre, la presenza di pile alle alle imposte del cavalletto appesantisce la struttura da un punto di vista estetico anche se la favorisce da un punto di vista strutturale.

Cavalletto in acciaio a via superiore senza pile alle imposte (S3 sol4)



La luce complessiva dell'opera è di 235 m, suddivisa in 4 campate di lunghezza variabile (45 m + 60 m + 70 m + 60 m). La struttura è costituita da:

- un impalcato a cassone a sezione mista posto in adiacenza all'opera esistente. L'impalcato è un cassone a tre anime e l'altezza del pacchetto P.F. – intradosso trave è costante e pari a 5.3 m.
- una struttura a cavalletto in acciaio incernierato alla base, solidale all'impalcato, composta da due coppie di due piedritti affiancati di sezione scatolare collegati tra loro da traversi anch'essi scatolari. La geometria della sezione dei cavalletti è rettangolare, di larghezza costante e altezza variabile (con una rastremazione alla base, in corrispondenza del vincolo di cerniera). La luce tra le imposte pari a 138 m e freccia pari a 31 m.

- pila in c.a. di sezione rettangolare costante, dotata di pulvino per ospitare gli apparecchi d'appoggio dell'impalcato a cassone.
- lo schema di vincolo ipotizzato prevede vincoli UL sulla pila e le spalle mentre i vincoli F sono costituiti dai collegamenti rigidi impalcato – cavalletti. Questi ultimi sono vincolati alla base con vincolo di cerniera.

L'assenza di pile alle imposte del cavalletto, anche in raffronto alla soluzione precedente, alleggerisce la struttura da un punto di vista estetico anche se parzialmente la penalizza da un punto di vista strutturale.

6.1.3.2 Ponte stradale a nord del ponte esistente

Tale opera è analoga a quella prevista nell'ambito dello scenario 2, pertanto vale quanto riportato nel capitolo 7.2.2.2.

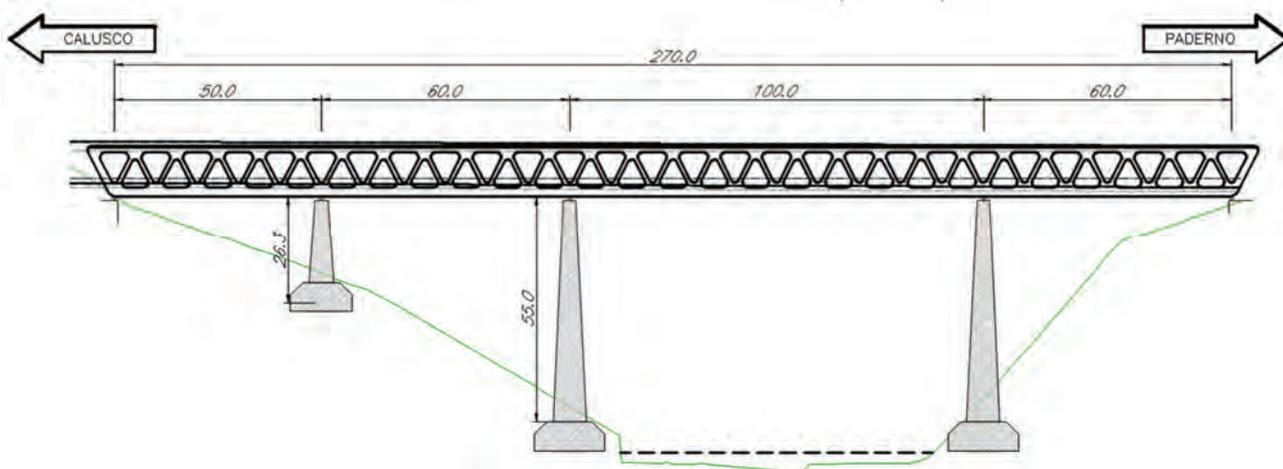
6.2 IPOTESI STRUTTURALI DI RIFERIMENTO PER CIASCUNO SCENARIO

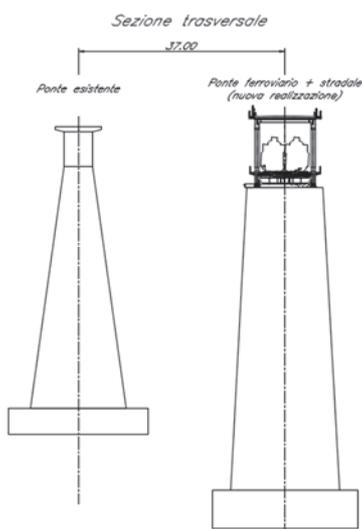
Alla luce delle considerazioni esplicitate nei paragrafi precedenti sono state stabilite, per ciascuno scenario di tracciato, le soluzioni strutturali più adeguate. Di seguito se ne propone la rassegna.

SCENARIO 1

Ponte in stretto affiancamento (stradale + ferroviario)		
codice	Soluzione strutturale	Tipologia di impalcato
S1_sol1	Travatura reticolare a via inferiore e strada all’estradosso	travatura reticolare

Trave reticolare a via inferiore (S1_sol1)

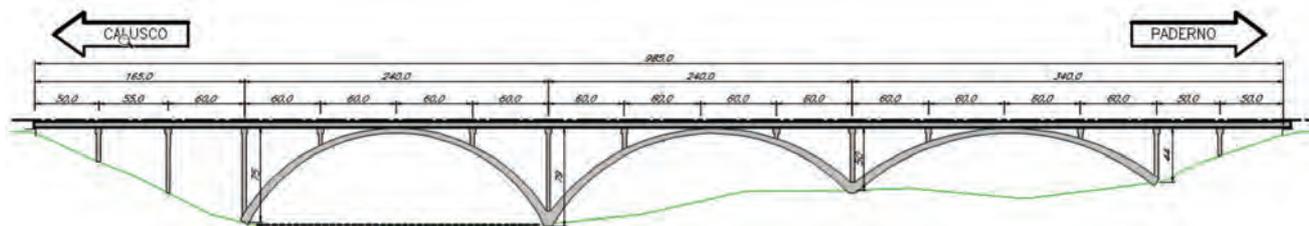




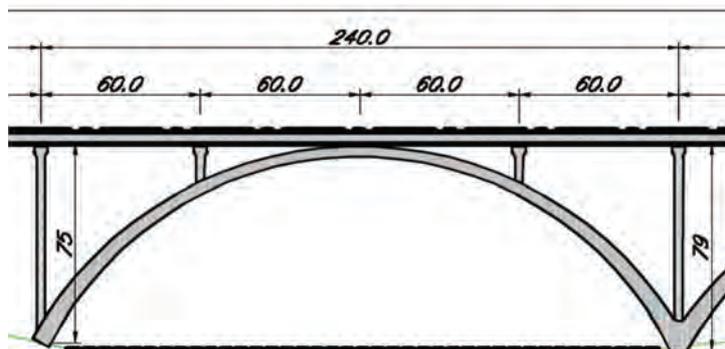
SCENARIO 2

Ponte ferroviario a sud		
codice	Soluzione strutturale	Tipologia di impalcato
S2_sol2_sud	3 Archi consecutivi in c.a. a via superiore	Cassone appoggiato a sezione mista

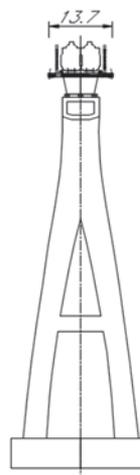
Ponte a 3 archi in c.a. (S2_sol2_sud)



Dettaglio campata di scavalco:

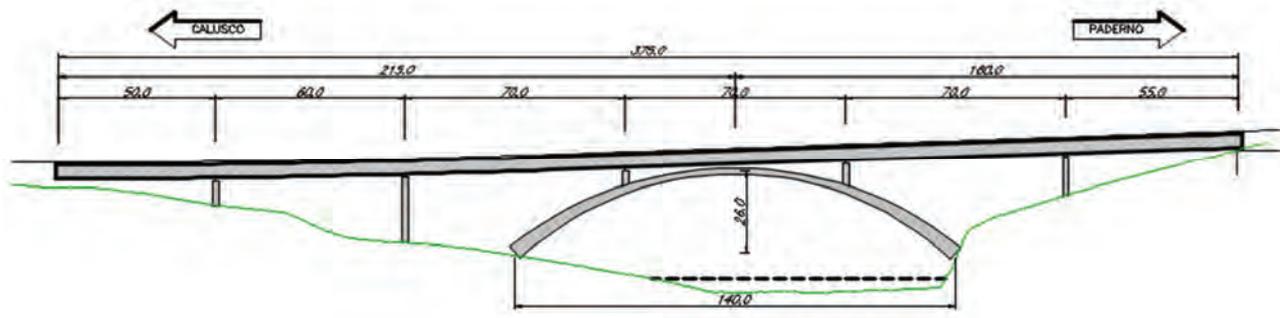


*Sezione trasversale
Ponte ferroviario*



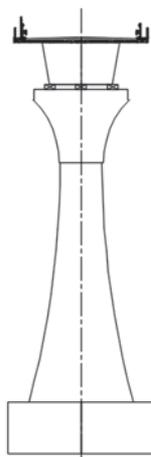
Ponte stradale a nord *		
codice	Soluzione strutturale	Tipologia di impalcato
S2_sol1_nord	Arco in c.a. ribassato a via superiore	Cassone continuo a sezione mista

Arco in c.a. a via superiore (S2 sol1 nord)



Sezione trasversale

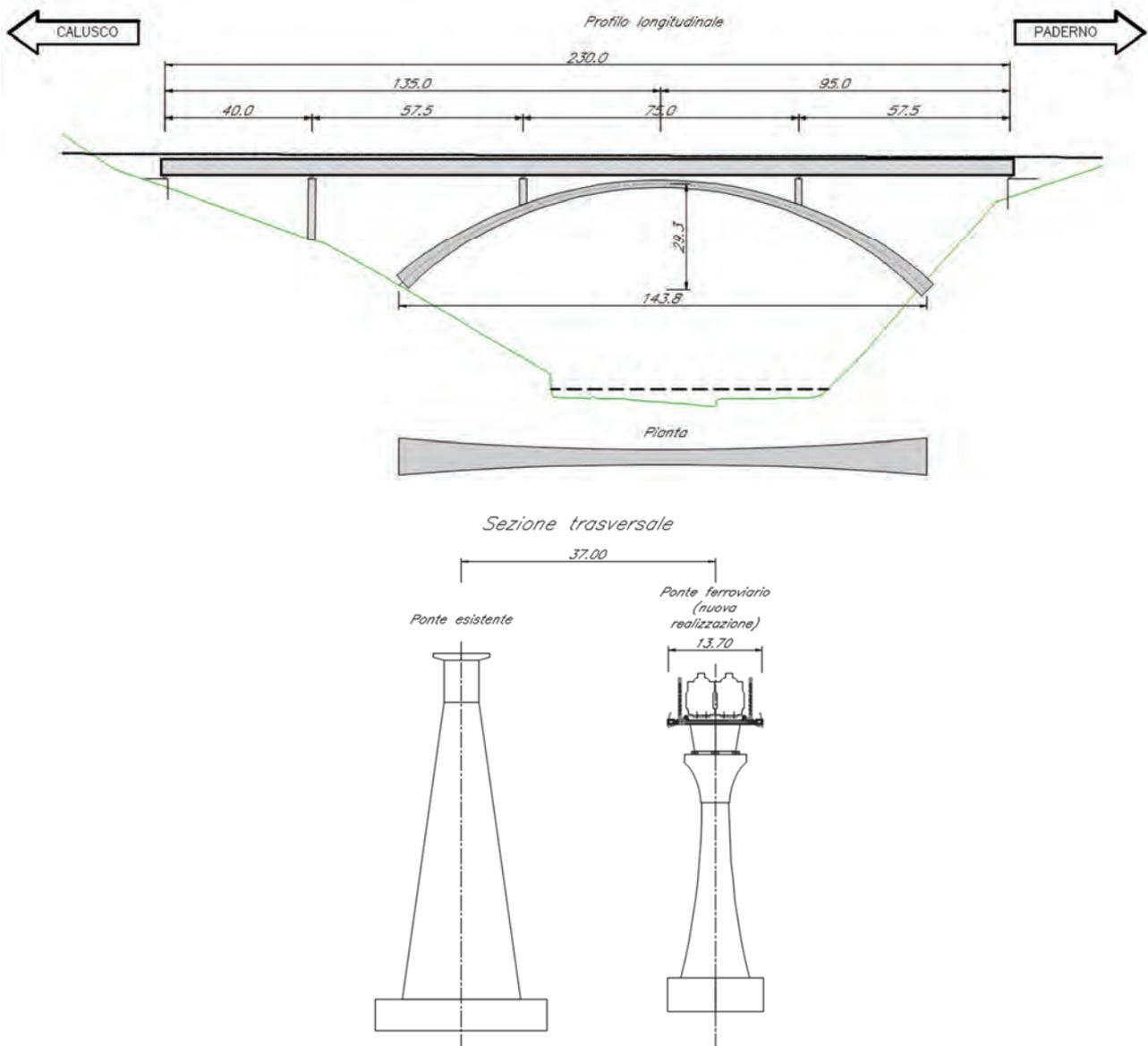
Ponte stradale



SCENARIO 3

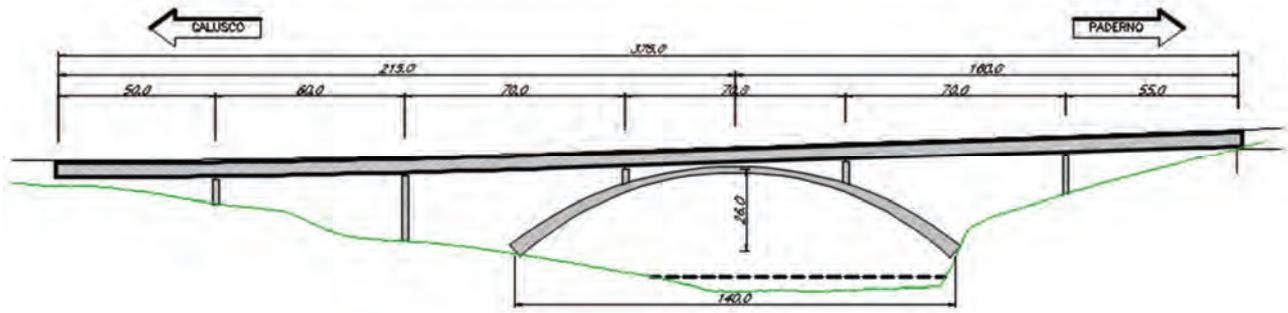
Ponte in stretto affiancamento (ferroviario)		
codice	Soluzione strutturale	Tipologia di impalcato
S3_sol2	Arco in c.a. ribassato a via superiore	Cassone continuo a sezione mista

Arco in c.a. ribassato a via superiore (S3_sol2)



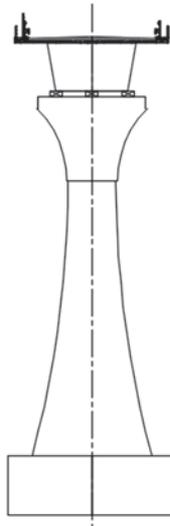
Ponte stradale a nord		
codice	Soluzione strutturale	Tipologia di impalcato
S3_sol1_nord (S2_sol1_nord)	Arco in c.a. ribassato a via superiore	Cassone continuo a sezione mista

Arco in c.a. a via superiore (S2_sol1_nord)



Sezione trasversale

Ponte stradale



7 ESERCIZIO

7.1 Situazione Infrastrutturale

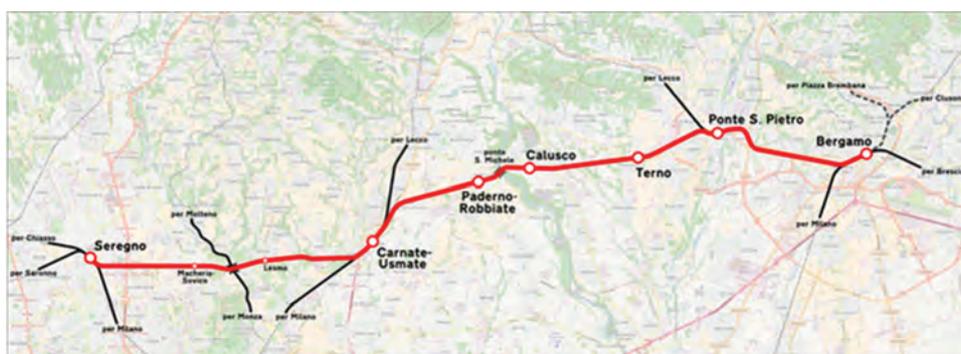


Figura 1– Tratta Paderno/Robbiate-Calusco (linea ferroviaria Seregno-Bergamo)

La tratta di studio fa parte della linea Seregno-Bergamo, che ha una lunghezza complessiva di circa 40 km, è a binario semplice ed è elettrificata a 3000 V in corrente continua. Il tracciato si presenta pianeggiante, senza gallerie e prevalentemente rettilineo.

Nel tratto Seregno-Carnate presenta un posto di blocco intermedio presso la stazione di Macherio-Sovico (senza possibilità di effettuare incrocio) e la stazione di Lesmo, unica fermata impresenziata della linea. Il tratto Carnate-Bergamo, ad eccezione della fermata di Bergamo Ospedale, è invece dotato di binario d'incrocio in ogni punto di sosta.

Sulla linea sono presenti tre ponti: il primo attraversa la valle del Lambro e con esso la ferrovia Monza-Molteno-Lecco, chiamato "ponte di Gernetto"; il secondo è un viadotto ad arco singolo che attraversa la valle del fiume Adda tra i paesi di Paderno e Calusco; il terzo, in località Ponte San Pietro, attraversa il fiume Brembo. Ultimo il ponte sull'Adda, noto come ponte San Michele (oggetto di studio nel progetto), rinomata opera di ingegneria ed archeologia industriale (è interamente realizzato in ferro chiodato senza saldature, stessa tecnica costruttiva della Torre Eiffel di Parigi, risalente infatti alla stessa epoca, e si eleva ad 85 metri di quota sopra il fiume) ed ha anche la funzione di ponte stradale. Il ponte è stato chiuso per lavori di manutenzione straordinaria dal 2018 al 2020 e, per via delle caratteristiche strutturali, fin dagli anni novanta è oggetto di particolari restrizioni per il traffico: i treni devono attraversarlo con limite di velocità di 15 km/h (tale limitazione vigeva anche prima della chiusura) ed i semafori che regolano il traffico nella parte stradale sono regolati in modo tale da non far coincidere il transito dei treni con quello degli autoveicoli.

Nel dettaglio la tratta Paderno/Robbiate- Calusco è una linea a singolo binario con una lunghezza pari a 2,662 km. Di seguito le attuali caratteristiche tecniche e infrastrutturali:

SEZIONE 7.2.2 FL - FIANCATA DI LINEA BERGAMO-SEREGNO

Orizz. e Vertic. (km/h)	Velocità max Km/h		Prog. Ctilom.	LOCALITA' DI SERVIZIO
	A	B		
III	100	105	21,88	BERGAMO
			9,00	
			2,955	Bergamo Ospedale
I	70	90		Dev. I.
	90	95	2,74	PONTE S.PIETRO
			0,00	
III	110	120		C.C. km 3,421
			4,05	Terno
			9,18	Calusco
III	80	85		Dev. U.
	110	120		Dev. I.
			11,84	PADERNO
I	100	105		17,52
				CARNATE
			23,37	Lesmo
I	65	70		26,73
				Macherio S.
				C.C. km 30,577 P.L.A. Km 30,595 P.L.A. Km 30,742 Dev. I.
	30	30		31,86
				SEREGNO

▲ RALLENTAMENTI : tra CALUSCO e PADERNO R. (tra i Cippi Km 10,000 e Km 11,000) velocità a 15 Km/h per m 400 in corrispondenza del ponte sul fiume Adga dal Km 10,471 al Km 10,871.

SEZIONE 7.2.3 FL - FIANCATA PRINCIPALE BERGAMO-SEREGNO

Titolare attività a competenza Servizio (con Direzione Centrale (ex-Milano-Credito) di Bergamo a Carnate e con Direzione Locale di Carnate a Seregno).

Orizz. e Vertic. (km/h)	Orizz. e Vertic. (km/h)	Orizz. e Vertic. (km/h)	LOCALITA' DI SERVIZIO	Indicazioni di SERVIZIO E PROTEZIONE P.L.	Numero carte km/h
7	8	0,000	BERGAMO	(S)	Vari 325-490
		1,453			
		2,916			
		2,955			
		4,241			
		5,192			
		7,262			
		8,003			
		1,421			
		1,423			
3,247					
3,712					
11	11	4,057	Terno	(S)	290
		4,526			
		4,707			
		8,387			
		8,588			
		9,184			
		11,792			
		11,848			
		12,863			
		13,363			
13,383					
14,284					
15,056					
16,384					
11	13	17,320	CARNATE-USMATE	(S)	230-290
		20,579			
		21,408			
		22,740			
		23,372			
		26,193			
		26,662			
		27,291			
		28,544			
		28,813			
28,819					
30,071					
30,956					
30,762					
31,250					
31,867					
			SEREGNO	(S)	Vari 340-370

(S) Pista semplice Bergamo
(S) Lato P. di Ponte e marcia di ingrandimento piano di pendente
(S) Seregno di partenza nei limiti di Carnate collegati con RT2 Km 13,383
(S) Seregno in PSC in via di servizio di protezione Km 31,255
(S) Seregno di partenza del tronco P.F. di Bergamo collegato con RT2 Km 25-485 della linea Brescia-Carnate

Figura 3– Fiancata di Linea-Fiancata Principale senso dispari, tratta Calusco-Paderno

	<p>DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI</p> <p>POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA</p>												
<p>DOCFAP</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NB3P</td> <td>01</td> <td>T 14</td> <td>RGMD0000001</td> <td>A</td> <td>187 DI 222</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	187 DI 222
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	187 DI 222								



Figura 5– Ipotesi di modello di esercizio giornaliero di progetto (riattivazione del collegamento Paderno – Calusco)

A valle di tale progettazione, si prevede un ulteriore incremento del modello di esercizio passeggeri, a seguito di interventi di potenziamento infrastrutturale non a carico nell’ambito della presente progettazione, nonché l’istituzione di servizi merci.

7.1.1.1 ANALISI FUNZIONALE DELLE ALTERNATIVE DI TRACCIATO

Viene riportata nei seguenti paragrafi l’analisi funzionale delle tre alternative di tracciato (denominate “Corridoi”). Tale analisi comprende:

- una sintesi delle caratteristiche funzionali di ogni corridoio;
- il confronto delle simulazioni di marcia sui vari corridoi;
- l’analisi di capacità dei vari corridoi.

L’analisi è effettuata considerando la sezione Terno – Usmate Carnate (per una estesa, su percorso attuale, di 13,87 km), che risultano essere le due stazioni di estremità della tratta interessata dalle varianti. La scelta di riportare l’analisi alla tratta tra questi impianti estremali è dovuta al fatto di ottenere risultati paragonabili tra i vari corridoi, non avendo i vari corridoi inizio e fine univoci.

Gli impianti attualmente esistenti tra Terno e Usmate Carnate sono le stazioni di Calusco e Robbiate-Paderno.

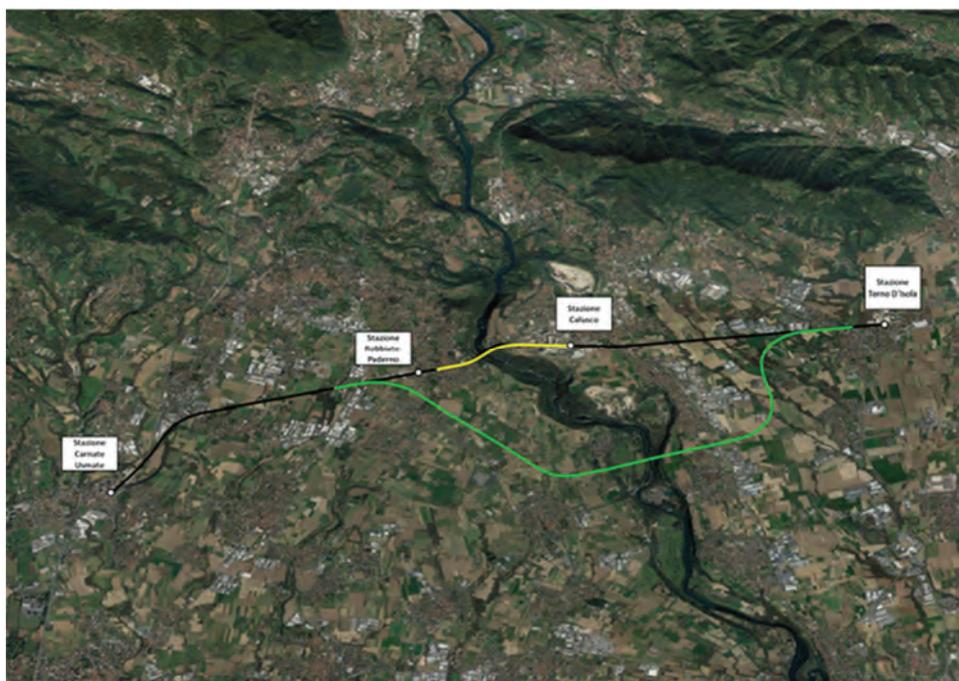


Figura 6– Inquadramento tre alternative di progetto

Per quello che riguarda le velocità, nei punti di innesto dei corridoi si è garantita la ricucitura con le attuali velocità riportate da FCL. Il rango massimo attuale della linea è B; si è ipotizzato, negli scenari di progetto, l’istituzione del rango C, mantenendolo coincidente con il rango B nelle sezioni non oggetto di intervento (prima e dopo gli allacci) e impostandolo in C sulle tratte di nuova realizzazione.

7.1.2 CARATTERISTICHE FUNZIONALI DEI CORRIDOI

7.1.2.1 SOLUZIONE 1-CORRIDOIO GIALLO

Tale corridoio viene realizzato in stretto affiancamento al ponte preesistente, a una distanza all’incirca di 30 metri. Si innesta lato Ovest in prossimità del cavalcavia in Via G. Marconi e lato Est in prossimità del cavalcavia Via Vittorio Emanuele. Di seguito l’inquadramento della soluzione progettuale e le principali caratteristiche funzionali.



Figura 7 – Corridoio giallo (in nero tracciato e impianti attuali)

Tabella 1 – Principali Caratteristiche funzionali del corridoio giallo

Estensione corridoio	3,60 km
Estensione tratta Paderno-Calusco	2,66 km
Pendenza max	11,705 ‰
Peso assiale	D4
Velocità max di rango C	120 km/h

SCENARIO DI PROGETTO-SOLUZIONE 1



Figura 8 –Schematico di progetto Soluzione 1-Corridoio giallo

7.1.2.2 SOLUZIONE 2-CORRIDOIO VERDE

Tale corridoio viene a sud dell’attuale ponte che si innesta al km 4,6 circa e si ricongiunge al km 13,263 dell’attuale infrastruttura. Inoltre, per tale soluzione si prevede una nuova localizzazione degli impianti di Calusco approssimativamente al km 9,0 e Paderno-Robbiate al km 14,7.

L’intero corridoio è stato progettato a doppio binario; questa soluzione prevede la nascita di due punti di passaggio da singolo a doppio binario in corrispondenza delle interconnessioni tra il presente corridoio e la linea storica. Tali punti singolari andranno dettagliati nelle successive fasi progettuali al fine di verificarne sia l’attrezzaggio relativamente all’armamento (posa comunicazione di richiusura doppio/singolo binario e tronchino) sia la gestione dal punto di vista IS (se verranno, ad esempio, gestiti come bivi o potranno ricadere dentro i limiti del segnalamento delle stazioni più prossime).

Di seguito l’inquadramento della soluzione progettuale e le principali caratteristiche funzionali.

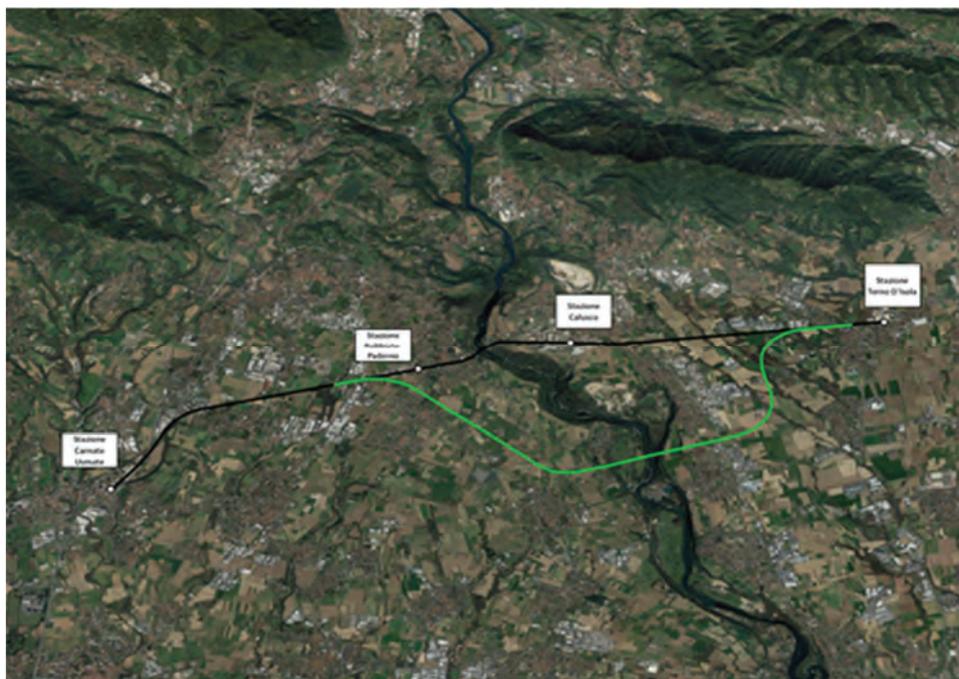


Figura 9 – Corridoio verde(in nero tracciato e impianti attuali)

Tabella 2 – Principali Caratteristiche funzionali del corridoio verde

Estensione corridoio	11,34 km
Estensione tratta Paderno-Calusco	5,70 km
Pendenza max	11,23 ‰
Peso assiale	D4
Velocità max di rango C	130 km/h



Figura 10 – Schematico di progetto Soluzione 2-Corridoio verde

7.1.3 SIMULAZIONI DI MARCIA

7.1.3.1 METODOLOGIA

La simulazione è effettuata attraverso il software specialistico IF-SIM (software proprietario di Italferr). Il software rende possibile lo studio della marcia del treno su una linea in relazione alle prestazioni di uno specifico materiale rotabile, alla configurazione del tracciato (livellette, curve planimetriche, stazioni, PM, sistema di distanziamento, segnalamento ecc.) e alle caratteristiche commerciali del servizio (tempi di fermata, allungamenti), fornendo tempi di percorrenza, velocità e consumi energetici.

Il modello ha come dati di input, oltre alle caratteristiche plano-altimetriche della linea ferroviaria, le curve di trazione e di frenatura del materiale rotabile ed un modello di orario caratteristico del treno attualmente più veloce sulla tratta.

Il programma calcola ad intervalli di 1 metro le seguenti grandezze caratteristiche del moto: tempo di percorrenza, velocità e potenza assorbita.

Si ottiene, in tal modo, l'andamento spazio – velocità – tempo in funzione del treno, della linea e del servizio.

	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D'ADDA					
	DOCFAP	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	192 DI 222

Il calcolo dei tempi di percorrenza è stato effettuato secondo le seguenti ipotesi:

- tutti i tempi riportati, sia nella situazione attuale sia nella situazione di progetto, sono al netto degli allungamenti di percorrenza. Quindi i risultati della simulazione della situazione attuale confrontati con l'attuale orario dei treni evidenziano un sensibile scostamento determinato, in generale, dalla mancanza dei margini di regolarità e di manutenzione e degli eventuali tempi di attesa del treno incrociante. Volendo fornire una indicazione, sia pure di larga massima, tali tempi variano intorno ai 15 minuti di aumento di percorrenza ogni 100 chilometri di linea;
- dai recuperi di percorrenza manca, pertanto, il guadagno delle riduzioni dei tempi di incrocio dovuto alla velocizzazione degli itinerari in deviata ed agli itinerari convergenti contemporanei. Tali recuperi non sono comunque evidenziabili nella simulazione effettuata perché si è ipotizzato che il treno oggetto di cui si vuole determinare la marcia transiti o arrivi sempre per secondo e, quindi, parta per primo (ipotesi del treno isolato);
- i tratti di linea utilizzati come dato di input sono i tracciati planoaltimetrici esistenti per i tratti di linea attuali e i tracciati planoaltimetrici derivanti dalla progettazione;
- la definizione del profilo di velocità è stata ipotizzata in questo documento nel rispetto della disposizione 14/2004 di RFI. Tale suddivisione non è univoca e, perciò, diverse ipotesi possono portare a diversi tempi di percorrenza la cui differenza, comunque, dovrebbe risultare al massimo di poche decine di secondi.

Per quello che riguarda questo ultimo punto, si sottolinea che la definizione del profilo delle velocità, di competenza di RFI, non è univoco in quanto derivante da una molteplicità di esigenze a volte non in accordo. Perciò, diversi profili di velocità potrebbero comportare diversi tempi di percorrenza rispetto a quelli calcolati nei prossimi paragrafi. Si evidenzia, comunque, che tali diversità sono normalmente piccole, dell'ordine di poche decine di secondi.

Nell'analisi è stato considerato un servizio di tipo regionale con locomotrice E464 o in alternativa altro materiale rotabile di tipo leggero (POP). Le caratteristiche utilizzate sono sintetizzate nelle tabelle seguenti.

Tabella 3 – Caratteristiche locomotrice E464

Lunghezza totale	26 m
Peso totale con carico	72 t (con carico all'80%)
Velocità massima raggiungibile	160 km/h
Fermate effettuate	in tutti gli impianti
Tempo di sosta	1 minuto (al netto di eventuali tempi di incrocio)
Rango massimo	C

Vengono anche riportate le simulazioni relative alla situazione inerziale.

7.1.3.2 SITUAZIONE ATTUALE

Di seguito vengono riportati i diagrammi di marcia simulati per la situazione attuale, ossia linea attuale elettrificata, con treni regionali con locomotore E464 a 6 carrozze, per entrambi i sensi di marcia. Le simulazioni riguardano la sezione Terno-Usmate Carnate. Tali diagrammi rappresentano il tempo di percorrenza al netto di perditempi dovuti agli incroci e allungamenti puntuali di percorrenza, che invece vengono considerati nel tempo di percorrenza commerciale. Per la simulazione del servizio regionale è stata ipotizzata la sosta in Calusco e Robbiate. Il rango di percorrenza è B per entrambi i servizi (che è il rango massimo ammesso allo stato attuale dalla linea).

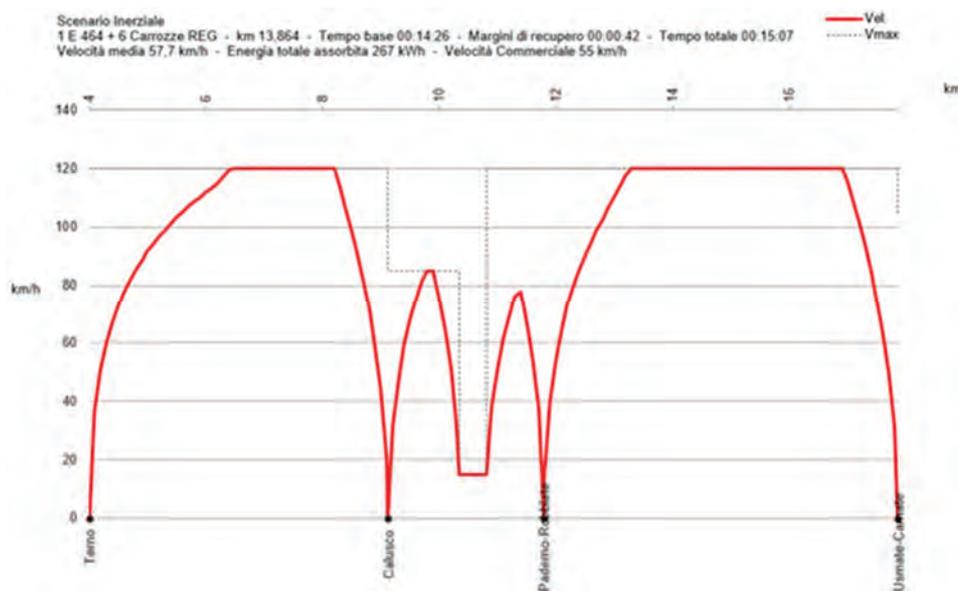


Figura 14 – Diagramma di marcia scenario inerziale Terno-Usmate Carnate treno regionale di tipo E464+6 carrozze

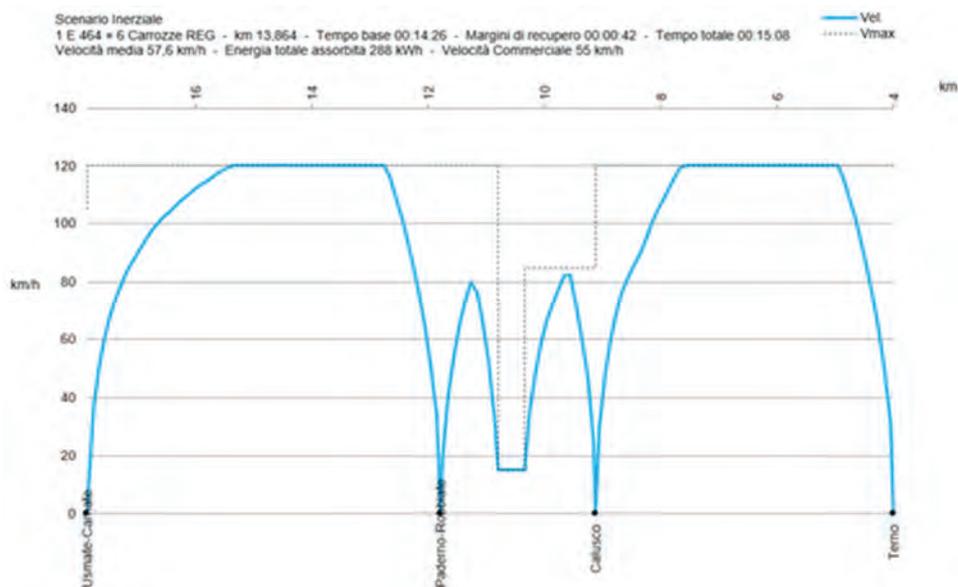


Figura 15 – Diagramma di marcia scenario inerziale Usmate Carnate-Terno treno regionale di tipo E464+6 carrozze

Al fine di valutare il tempo aggiunto per la costruzione dell’orario commerciale e, quindi, degli incroci, tale tempo è stato confrontato con quello da orario Trenitalia attualmente in vigore, riportato nella figura seguente (per le due direzioni di marcia). Dal confronto si evince che:

- nella tratta Terno-Carnate Usmate, il tempo di percorrenza commerciale pari a 23 minuti, è comprensivo di circa 8 minuti di allungamento, ipotizzati essere funzionali alla gestione degli incroci e all’inserimento delle tracce all’interno dell’orario commerciale.
- nella tratta Carnate Usmate-Terno, il tempo di percorrenza commerciale pari a 18 minuti, è comprensivo di circa 3 minuti di allungamento, ipotizzati essere funzionali alla gestione degli incroci e all’inserimento delle tracce all’interno dell’orario commerciale.



Figura 16 – Tempo di percorrenza commerciale da Terno-Carnate Usmate e viceversa da orario Trenitalia (estrazione di due circolazioni tipo, Maggio 2023)

7.1.3.3 S1-CORRIDOIO GIALLO

Di seguito vengono riportati i diagrammi di marcia simulati per la soluzione 1 corridoio giallo, ossia linea attuale elettrificata, con treni regionali con locomotore E464 a 6 carrozze, per entrambi i sensi di marcia. Le simulazioni riguardano la sezione Terno-Usmate Carnate. Tali diagrammi rappresentano il tempo di percorrenza al netto di perditempi dovuti agli incroci e allungamenti puntuali di percorrenza, che invece vengono considerati nel tempo di percorrenza commerciale. Per la simulazione del servizio regionale è stata ipotizzata la sosta in Calusco e Robbiate.

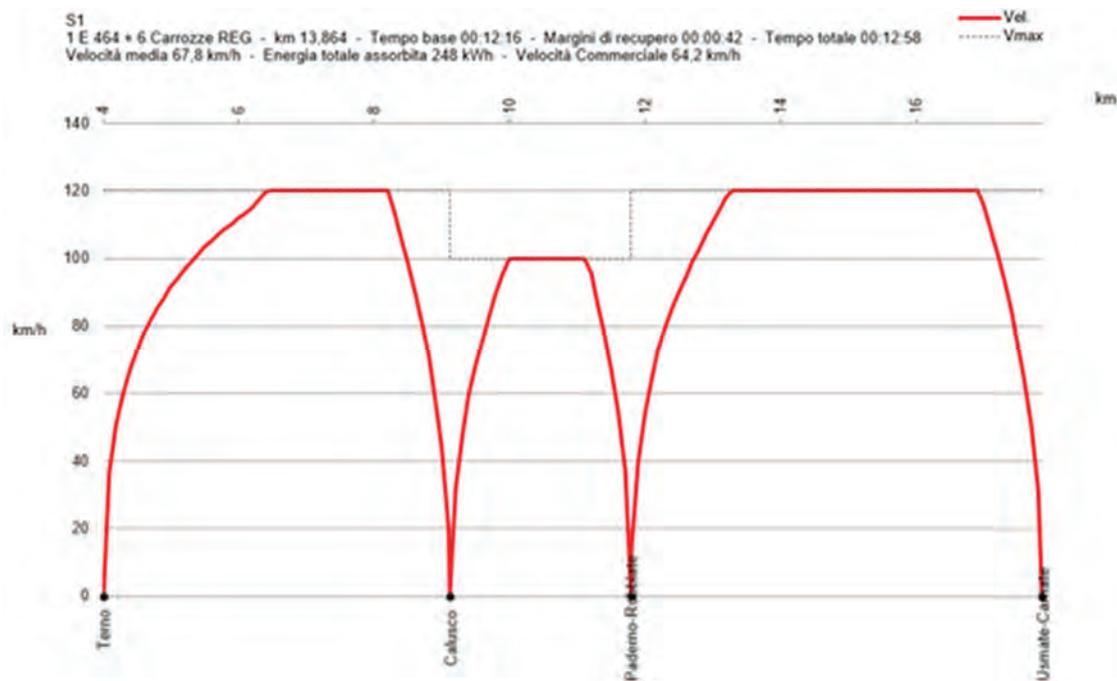


Figura 17 – Diagramma di marcia soluzione 1 Terno-Usmate Carnate treno regionale di tipo E464+6 carrozze

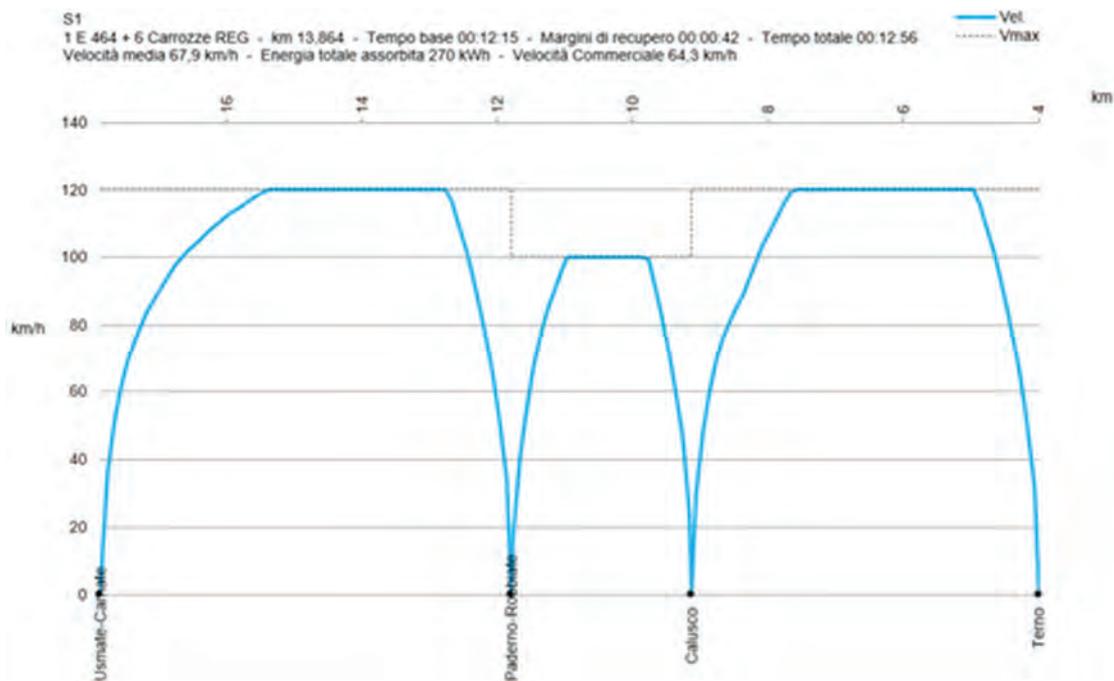


Figura 18 – Diagramma di marcia soluzione 1 Usmate Carnate-Terno treno regionale di tipo E464+6 carrozze

7.1.3.4 S2-CORRIDOIO VERDE

Di seguito vengono riportati i diagrammi di marcia simulati per la soluzione 2 corridoio verde, ossia linea attuale elettrificata, con treni regionali con locomotore E464 a 6 carrozze, per entrambi i sensi di marcia. Le simulazioni riguardano la sezione Terno-Usmate Carnate. Tali diagrammi rappresentano il tempo di percorrenza al netto di perditempi dovuti agli incroci e allungamenti puntuali di percorrenza, che invece vengono considerati nel tempo di percorrenza commerciale. Per la simulazione del servizio regionale è stata ipotizzata la sosta in Calusco e Robbiate.

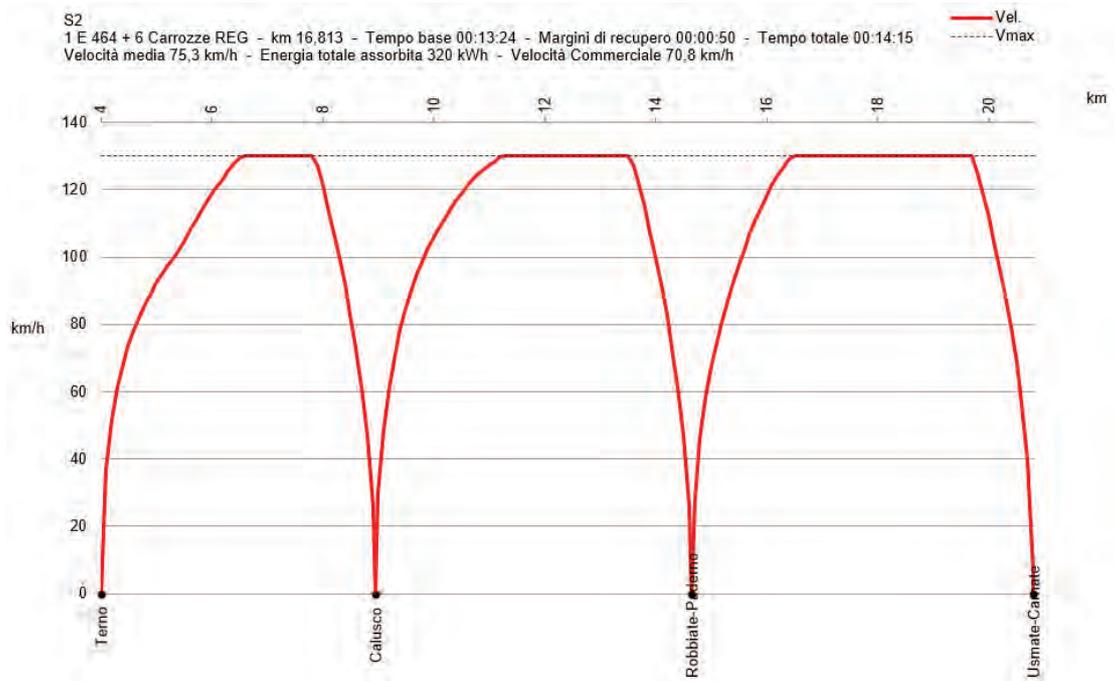


Figura 19 – Diagramma di marcia soluzione 2 Terno-Usmate Carnate treno regionale di tipo E464+6 carrozze

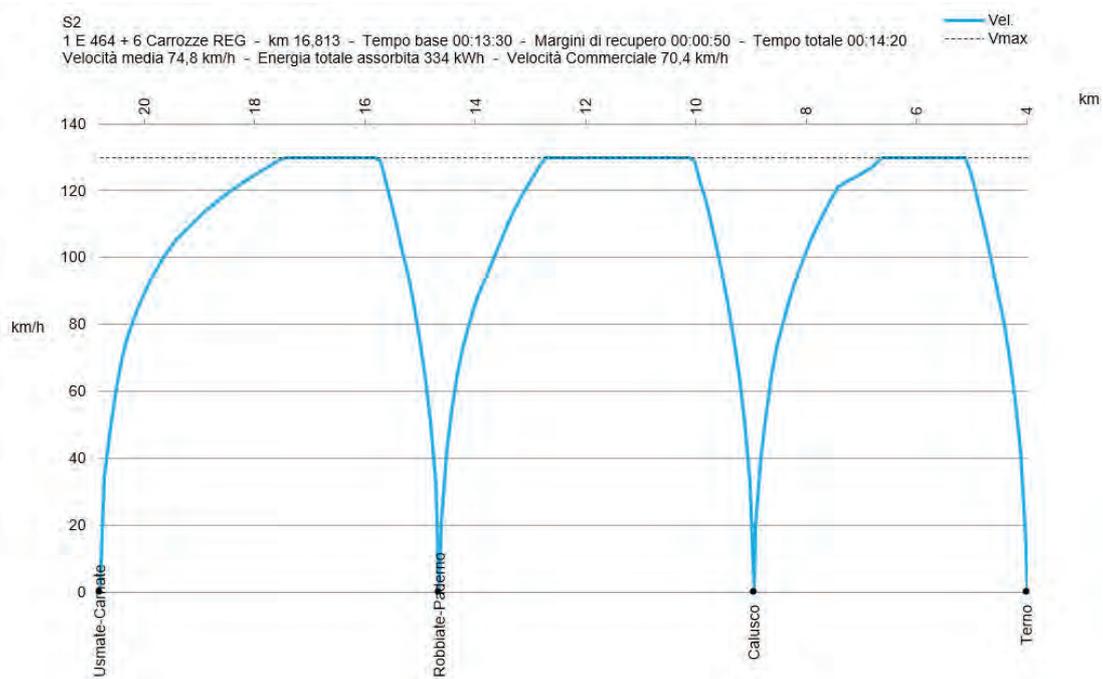


Figura 20 – Diagramma di marcia soluzione 2 Usmate Carnate-Terno treno regionale di tipo E464+6 carrozze

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA					
	DOCFAP	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	198 DI 222

7.1.3.5 CONFRONTO SIMULAZIONI

Nelle tabelle seguenti si riporta una sintesi dei risultati ottenuti in termini di percorrenza per i due corridoi di progetto.

Viene riportato, il tempo di percorrenza per entrambe le direzioni di marcia e per ogni corridoio la differenza tra la situazione inerziale e la situazione di progetto (tempi al netto di allungamenti dovuti agli incroci).

Tabella 4 – Confronto tempi di percorrenza simulati (con locomotore E464+ 6 carrozze) per entrambe le direzioni

	Tratta	Tipologia materiale rotabile	Scenario	T _{tot} (mm:ss)
Servizio Regionale	Terno-Calusco-Robbiate Paderno-Usmate Carnate	E464 + 6 carrozze	Attuale	15:07
			S1	12:58
			S2	14:15
Servizio Regionale	Usmate Carnate- Paderno Robbiate- Calusco-Terno	E464 + 6 carrozze	Attuale	15:08
			S1	12:56
			S2	14:20

Per il senso di marcia Terno-Usmate Carnate, si registra una diminuzione dei tempi di percorrenza di circa 2 minuti e 10 secondi per la soluzione 1 e di circa 1 minuto per la soluzione 2 (entrambi al netto dei tempi di incrocio). Tale differenza aumenta se si considerano i tempi di percorrenza commerciali dello scenario attuale (comprensivi di 8 minuti di tempo medio di incrocio) **con un risparmio medio pari a circa 10 minuti e 10 secondi per la soluzione 1 e di circa 9 minuti per la soluzione 2.**

Per il senso di marcia Usmate Carnate-Terno, si registra una diminuzione dei tempi di percorrenza di circa 2 minuti e 10 secondi per la soluzione 1 e di circa 1 minuto per la soluzione 2 (entrambi al netto dei tempi di incrocio). Tale differenza aumenta se si considerano i tempi di percorrenza commerciali dello scenario attuale (comprensivi di 3 minuti di tempo medio di incrocio) **con un risparmio medio pari a circa 5 minuti e 10 secondi per la soluzione 1 e di circa 4 minuti per la soluzione 2.**

Per lo scenario futuro, per entrambi i servizi, si è considerato che il raddoppio permetta di eliminare tempi aggiuntivi di incrocio, in quanto l’orario commerciale verrà organizzato in modo da sfruttare la potenzialità dei tratti in doppio binario per ridurre/evitare la necessità di incroci.

	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA					
	DOCFAP	COMMESSA NB3P	LOTTO 01	CODIFICA T 14	DOCUMENTO RGMD0000001	REV. A

7.1.4 VERIFICA DI CAPACITÀ

Per il calcolo della capacità della linea si fa riferimento alla Norma interna RFI “Determinazione della capacità di infrastruttura ferroviaria: linee” che, per le linee a semplice binario, si effettua applicando la formula:

$$Capacità\ commerciale\ giornaliera = \frac{60 * Ore\ esercizio}{(T_d + z) * K}$$

dove:

- **Ore esercizio** sono le ore in cui la circolazione non è interrotta,
- **Td** rappresenta il tempo necessario a percorrere alla velocità di rango A la sezione rilevante senza allungamenti di percorrenza,
- **z** il tempo di incrocio ricavato dallo “Scenario Tecnico”,
- **K** è il coefficiente che considera i diversi livelli di velocità commerciale presenti sulla linea.

L’analisi è stata effettuata sulla porzione di linea tra Carnate Usmate e Terno, in quanto è la tratta direttamente interessata dagli interventi oggetto della presente progettazione. I valori utilizzati sono cautelativi, al fine di fornire un valore indicativo conservativo di capacità. Tale analisi potrà eventualmente essere approfondita nelle successive fasi progettuali ed estesa all’intera linea tra Seregno e Bergamo, al fine di contestualizzare su più ampia scala tali risultati.

7.1.4.1 VERIFICA CAPACITÀ SCENARIO ATTUALE

I parametri di cui sopra, per lo scenario attuale, sono assunti pari a:

- Ore Esercizio = 18 (24 ore meno 6 ore sospensione notturna);
- Td = 5’ (tratta con maggiore tempo di percorrenza, ossia Calusco-Paderno Robbiate attuale);
- z = 5’;
- K = 1,2 (un livello di velocità commerciale: REG).

Tabella 5 – Potenzialità della linea nello scenario attuale

Tratta	N _{treni} in esercizio	C _{commerciale} giornaliera	% Utilizzo
Terno-Usmate Carnate	40	90	45

	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA					
	DOCFAP	COMMESSA NB3P	LOTTO 01	CODIFICA T 14	DOCUMENTO RGMD0000001	REV. A

Applicando le formule e considerando i valori dei coefficienti riportati, si ottiene tra Carnate e Terno una capacità di 90 treni giornalieri, che verifica il modello di esercizio attuale.

7.1.4.2 VERIFICA CAPACITA' DEL CORRIDOIO S1

Considerando che, nello scenario di attivazione del presente progetto, la linea a monte e a valle della tratta oggetto di intervento si prevede a singolo binario e che il modello di esercizio di progetto prevede 68 treni/giorno, e fermo restando la realizzazione di tutte le OO.CC. predisposte per accogliere un doppio binario, è stata condotta una verifica di capacità nel caso di attrezzaggio di un unico binario tra Paderno e Calusco. Nel particolare, per lo scenario S1, che mantiene gli attuali impianti di Robbiate-Paderno e Calusco con i relativi binari d'incrocio, i risultati di capacità mostrano che per tale scenario è soddisfatto il modello di esercizio di progetto anche per il singolo binario.

Il completo raddoppio della S1 permette tuttavia maggior margine di flessibilità all'orario, con maggiore possibilità di assorbimento di eventuali ritardi o perturbazioni sulla circolazione. Un approfondimento dovrà essere condotto nelle successive fasi progettuali sull'attrezzaggio e sulla gestione dei due bivi di passaggio doppio-semplce.

I parametri utilizzati per la verifica di capacità del singolo binario, per il corridoio S1, sono assunti pari a:

- Ore Esercizio = 18 (24 ore meno 6 ore sospensione notturna, ipotizzata come attuale);
- Td = 5' (tratta con maggiore tempo di percorrenza, ossia Usmate Carnate-Paderno Robbiate);
- z = 5';
- K = 1,2 (un livello di velocità commerciale: REG).

Tabella 6 – Potenzialità della linea nello scenario di progetto soluzione 1

Tratta	N _{treni} in esercizio	C _{commerciale} giornaliera	% Utilizzo
Terno-Usmate Carnate	68	90	76

7.1.4.3 VERIFICA CAPACITA' DEL CORRIDOIO S2

Considerando che, nello scenario di attivazione del presente progetto, la linea a monte e a valle della tratta oggetto di intervento si prevede a singolo binario e che il modello di esercizio di progetto prevede 68 treni/giorno, e fermo restando la realizzazione di tutte le OO.CC. predisposte per accogliere un doppio binario, è stata condotta una verifica di capacità nel caso di attrezzaggio di un unico binario anche per la soluzione S2.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D'ADDA					
	DOCFAP	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	201 DI 222

Va specificato che tale soluzione in variante riloca le località di servizio, declassandole a fermate, pertanto le verifiche sono state eseguite per 3 casi:

1. Paderno e Calusco rilocate e declassate a fermata, sezione critica estesa da Usmate a Terno;
2. Paderno rilocata stazione con binario di incrocio e Calusco rilocata declassata a fermata, sezione critica estesa da Paderno-Terno.
3. Sia Paderno che Calusco rilocate stazioni con binario di incrocio, sezione critica ...

I parametri utilizzati per la verifica di capacità del singolo binario, per il corridoio S2, sono assunti pari a:

- CASO 1
 - Ore Esercizio = 18 (24 ore meno 6 ore sospensione notturna, ipotizzata come attuale);
 - Td = 15' (tratta con maggiore tempo di percorrenza, ossia Usmate Carnate-Terno);
 - z = 5';
 - K = 1,2 (un livello di velocità commerciale: REG).

Tabella 7 – Potenzialità della linea caso 1

Tratta	N _{treni in esercizio}	C _{commerciale giornaliera}	% Utilizzo
Terno-Usmate Carnate	68	45	152

CASO 2

- Ore Esercizio = 18 (24 ore meno 6 ore sospensione notturna, ipotizzata come attuale);
- Td = 9' (tratta con maggiore tempo di percorrenza, ossia Paderno-Terno);
- z = 5';
- K = 1,2 (un livello di velocità commerciale: REG).

Tabella 8 – Potenzialità della linea caso 2

Tratta	N _{treni in esercizio}	C _{commerciale giornaliera}	% Utilizzo
Terno-Usmate Carnate	68	64	107

- CASO 3

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D'ADDA					
	DOCFAP	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	202 DI 222

- Ore Esercizio = 18 (24 ore meno 6 ore sospensione notturna, ipotizzata come attuale);
- Td = 9' (tratta con maggiore tempo di percorrenza, ossia Paderno-Terno);
- z = 5';
- K = 1,2 (un livello di velocità commerciale: REG).

Tabella 9 – Potenzialità della linea caso 3

Tratta	N _{treni} in esercizio	C _{commerciale} giornaliera	% Utilizzo
Terno-Usmate Carnate	68	90	76

I risultati di capacità mostrano che, qualora si decidesse di attrezzare un singolo binario (fermo restando la realizzazione di tutte le OO.CC. predisposte per accogliere il futuro doppio binario), il modello di esercizio di progetto:

- non sarebbe garantito nel caso 1, senza la realizzazione di binari di incrocio nelle due nuove LdS;
- non sarebbe garantito nel caso 2, prevedendo un binario di incrocio a Paderno;
- sarebbe infine garantito con un discreto margine di capacità residua per il caso 3, di realizzazione di binari di incrocio sia a Paderno che a Calusco.

Il completo raddoppio della S1 permette tuttavia maggior margine di flessibilità all'orario, con maggiore possibilità di assorbimento di eventuali ritardi o perturbazioni sulla circolazione. Un approfondimento dovrà essere condotto nelle successive fasi progettuali sull'attrezzaggio e sulla gestione dei due bivi di passaggio doppio-semplce.

7.1.4.4 SINTESI DEI RISULTATI OTTENUTI

Nella seguente tabella è riportata una sintesi dei risultati ottenuti nelle soluzioni rispetto allo scenario attuale.

Tabella 10 – Riepilogo potenzialità della linea degli scenari

Tratta Terno-Usmate Carnate	Riferimento giornaliero [treni/giorno]		
	Attuale	Corridoio giallo-S1	Corridoio verde-S2(*)
N _{treni} in esercizio	40	68	68
C _{commerciale} giornaliera	90	90	90
% Utilizzo	45	76	76

*(la capacità della soluzione S2-corridoio verde è quella calcolata nel caso di singolo binario con possibilità di incrocio sia a Paderno che a Calusco).

	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI					
	POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D'ADDA					
DOCFAP	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	203 DI 222

Tale tabella evidenzia come in tutte le soluzioni, compresa quella attuale, i valori di capacità di linea ottenuti risultino essere coerenti con il modello di esercizio richiesto.

7.1.5 ANALISI DELLA CAPACITÀ STAZIONE PADERNO-ROBBIATE DURANTE LA FASE INERZIALE

Nel seguente paragrafo è stata analizzata la capacità della stazione di Paderno-Robbiate durante la fase inerziale che prevede la chiusura del ponte con l'utilizzo degli impianti di Paderno-Robbiate e Calusco come stazioni di testa, rispettivamente per le circolazioni da Milano la prima e da Bergamo la seconda. La verifica è stata effettuata su Paderno, che rappresenta la situazione più restrittiva con 2 binari per attestamento, a fronte dei 3 presenti in Calusco.

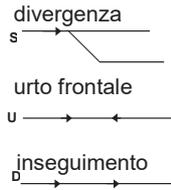
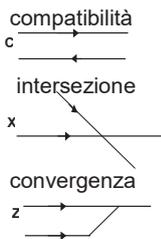
Le analisi sono state svolte attraverso il metodo Potthoff; nel dettaglio, l'applicazione di tale metodo si articola in quattro fasi successive:

- acquisizione della topologia dell'impianto, desumibile dai piani schematici;
- rappresentazione matematica del funzionamento dell'impianto mediante strutture matriciali (matrice di compatibilità degli itinerari);
- definizione e calcolo degli indicatori quantitativi che descrivono il funzionamento dell'impianto;
- verifica dell'impianto.

Gli indicatori sintetici utilizzati sono di seguito riportati.

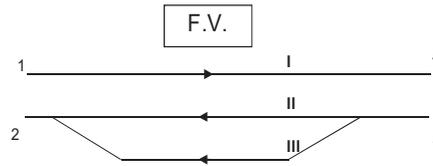
$n_{medio} = \frac{N^2}{\sum_{inc} n_i n_j}$	numero medio delle circolazioni compatibili
$t_{medio} = \frac{\sum_{inc} n_i n_j t_{ij}}{\sum_{inc} n_i n_j}$	tempo medio di occupazione
$R = \frac{\sum_{incr} n_i n_j t_{ij}^2}{2T}$	ritardo totale R
$C_{reg} = \frac{1}{T} \left(\frac{N \cdot t_{medio}}{n_{medio}} \right)$	coefficienti di utilizzazione regolare
$C_{tot} = \frac{1}{T} \left(\frac{N \cdot t_{medio} + R}{n_{medio}} \right)$	coefficienti di utilizzazione totale

Di seguito solo elencate le tipologie di incompatibilità considerate, con un esempio applicativo.



ESEMPIO APPLICATIVO

IMPIANTO TIPO



MATRICE INCOMPATIBILITA'

	1-I	1-4	3-II	3-III	II-2	III-2
1-I	\	D
1-4	D	\
3-II	.	.	\	S	D	.
3-III	.	.	S	\	.	D
II-2	.	.	D	.	\	Z
III-2	.	.	.	D	Z	\

La condizione di verifica dell'impianto risulta essere:

$$C_{reg} = \frac{1}{T} \left(\frac{N \cdot t_{medio}}{n_{medio}} \right)$$

in cui:

- C_{reg} = coefficiente di utilizzazione regolare;
- T = intervallo temporale di osservazione;
- N = numero totale di treni nel tempo T ;
- t_{medio} = tempo medio di occupazione da parte di gruppi di n_{medio} treni ciascuno;
- n_{medio} = numero medio di itinerari compatibili.

Il coefficiente di utilizzazione totale aggiunge, al coefficiente di utilizzazione regolare, un tempo aggiuntivo R che considera il ritardo che si può globalmente generare.

La letteratura tecnica fornisce un limite, ricavato sperimentalmente nell'ora di punta, sull'utilizzazione dell'impianto C_{reg} pari al 65% di T , oltrepassato il quale la regolarità della circolazione verrebbe meno, con conseguenti fenomeni perturbativi (accumuli di ritardi).

Per l'intero arco della giornata il valore di riferimento è intorno a 40÷55% in funzione della tipologia di impianto. In fase di progettazione un valore di riferimento tipicamente dimensionante è il 42%.

Le verifiche sul grado di utilizzazione del bivio analizzato sono state eseguite utilizzando il software IF-CAP di proprietà ITF.

Dal punto di vista pratico, per ciascuna verifica si sono eseguite le seguenti attività:

- acquisizione dati di base, ovvero raccolta delle informazioni su infrastruttura e servizio di trasporto offerto, necessarie ad alimentare il metodo/software di verifica, quali:
 - piani schematici;
 - modello di esercizio futuro;
- definizione analitica del modello di offerta, ovvero individuazione degli itinerari seguiti, dei binari impegnati per l’attestamento o il transito e della consistenza, in termini di numero di treni/giorno, di ciascun servizio su ciascun itinerario;
- costruzione del modello di rete, ovvero rappresentazione della topologia dell’impianto attraverso un grafo costruito utilizzando uno specifico modulo del programma proprietario (IF-CAP);
- caricamento dei dati di traffico su modulo di calcolo del software IF-CAP, ovvero inserimento dei dati su consistenza delle circolazioni e tempo di occupazione calcolati per ciascun itinerario;
- esecuzione del programma IF-CAP ed analisi dei risultati ottenuti.

Di seguito si riportano i dati di input ed output relativi al bivio oggetto di analisi.

ROUTES COMPATIBILITY MATRIX				
Routes	II-1_A	1-II_A	1-I_A	I-1_A
II-1_A	A	U	Z	Z
1-II_A	U	A	S	Z
1-I_A	Z	S	A	U
I-1_A	Z	Z	U	A



Figura 21: Routes compatibility matrix-Topologia impianto di Paderno-Robbiate oggetto di analisi

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA					
	DOCFAP	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	206 DI 222

I valori di input e di output sono sintetizzati nella figura seguente. Con riferimento ad un carico giornaliero pari aa 68 treni/gg ed ipotizzando un periodo di osservazione di 18 h, il grado di utilizzazione regolare risulta essere di circa il 31%, valore per il quale si evince che la circolazione in corrispondenza dell’impianto di Paderno-Robbiate non presenta particolari criticità in questa fase di configurazione ridotta.

Input			Output	
Reference time period (hours)			Observation Period (sec) (T)	64.800
18			Total number of circulations (N)	68
Route compatibility-table % occupation time			Average number of compatible circulations (n_{avg})	1,000
Type	Description	%	Average occupation time per route (t_{avg})	292,500
C	Indipendent routes	0	Total delays (S_r)	2.006,944
A	Same routes	1	Regular occupation time (B)	19.890,000
X	Crossing routes	0,8	Occupation time due to interferences (R_p)	2.006,944
Z	Converging Routes	1	B+ R_p	21.896,944
S	Diverging Routes	0,8	Regular Utilization Coefficient (C_{reg})	0,3069
U	Head-on collision	1	Total Utilization Coefficient (C_{tot})	0,3379
D	Following routes	1	Number of compatible routes (type C)	0
F	Overtaking protection point	1		

Figura 22: Input ed Output IF_CAP

7.1.6 PRIME VALUTAZIONI SULLE SOGGEZIONI ALL’ESERCIZIO FERROVIARIO

7.1.6.1 INTERRUZIONI PROGRAMMATE IN ORARIO

Per l’esecuzione dei lavori interferenti con l’esercizio ferroviario in via prioritaria devono essere utilizzate le interruzioni diurne e notturne programmate in orario (IPO).

Gli interventi relativi ai due scenari interessano la linea a semplice binario Seregno-Bergamo, nella tratta complessiva Terno-USmate Carnate.

Da Fascicolo Circolazione Linee (n. 21 – Parte Generale FCL Milano aggiornamento 012/2023) è stato estratto l’intervallo d’orario e periodi di sospensione della tratta oggetto di studio, come da figura che segue:

Linea SEREGNO – PONTE SAN PIETRO			
N.	TRATTO	FASCE DI MANUTENZIONE	
		FREQUENZA	Estremi d'orario delle interruzioni
1	Seregno Carnate U.	D/L ÷ S/D	21.00 – 06.00
2	Carnate U. Paderno	D/L ÷ S/D	23.10 – 05.40

Linea SEREGNO – PONTE SAN PIETRO			
N.	TRATTO	FASCE DI MANUTENZIONE	
		FREQUENZA	Estremi d'orario delle interruzioni
3	Paderno Calusco	D/L ÷ S/D	23.15 – 05.35
4	Calusco Ponte S. Pietro	D/L ÷ S/D	23.30 – 05.25

Figura 23- Intervalli d'orario riportate nel FCL Milano

Sez. 21 LINEE CON PERIODI DI SOSPENSIONE DAL SERVIZIO

FL/FO n°	Linea	Tratta	Sospensione		Nei giorni	Note
			Ora di inizio	Ora di fine		
24	Porto Ceresio - Milano	Gallarate – Varese	03.48	5.00	Tutti	
		Varese – P. Ceresio	0.00	24.00	Tutti	
27	Como – Molteno	P.M. Albate – Molteno	22.00	5.00	Feriali	
			21.00	9.00	Festivi	
27	Monza – Molteno – Lecco	Monza – Molteno	21.30	5.30	Feriali	
			21.00	9.00	Festivi	
		Molteno – Lecco	22.00	5.00	Feriali	
			21.00	9.00	Festivi	
28	Seregno – Bergamo	Seregno – Camate U.	21.12	6.00	Feriali	(1)
		Camate U. – Terno	24.00	5.00	Feriali	
		Terno – Ponte S. Pietro	23.45	4.45	Feriali	
28	Lecco – Brescia	Calozziocorte – Ponte S. Pietro	22.00	6.00	Tutti	
		Ponte S. Pietro – Bergamo	23.45	4.45	Tutti	
30	Treviglio – Cremona	Treviglio – Olmeneta	22.05	5.05	Tutti	
31	Milano – Mortara	Mi. P. Genova – Mi. S. Cristoforo	23.00	5.24	Tutti	
		Mi. S. Cristoforo – Mortara	23.45	5.30	Tutti	
34	Brescia – Parma	Brescia – Pama	23.00	5.00	Feriali	
			23.00	6.00	Festivi	
36	Cintura di Milano	Mi. S. Cristoforo – Mi. Rogoredo	24.00	5.00	Tutti	
37	Passante di Milano	Mi. Certosa / Mi. Nord Bovisa – B. Lambro / Mi. Rogoredo	1.40	4.40	Tutti	(2)

(1) Tutti i giorni dal 09/8 al 30/08.

(2) Sospensione dovuta all'impresenziamento delle fermate intermedie.

Figura 24- Periodi di sospensione nel FCL Milano

Le risorse di esercizio disponibili nella tratta possono essere sintetizzate:

- Binario unico: circa 5h 55'' per 6 notti/settimana

Tramite un'estrazione del Train Graph dalla piattaforma PIC di RFI si conferma la disponibilità di tali intervalli notturni da destinare ad interruzioni.

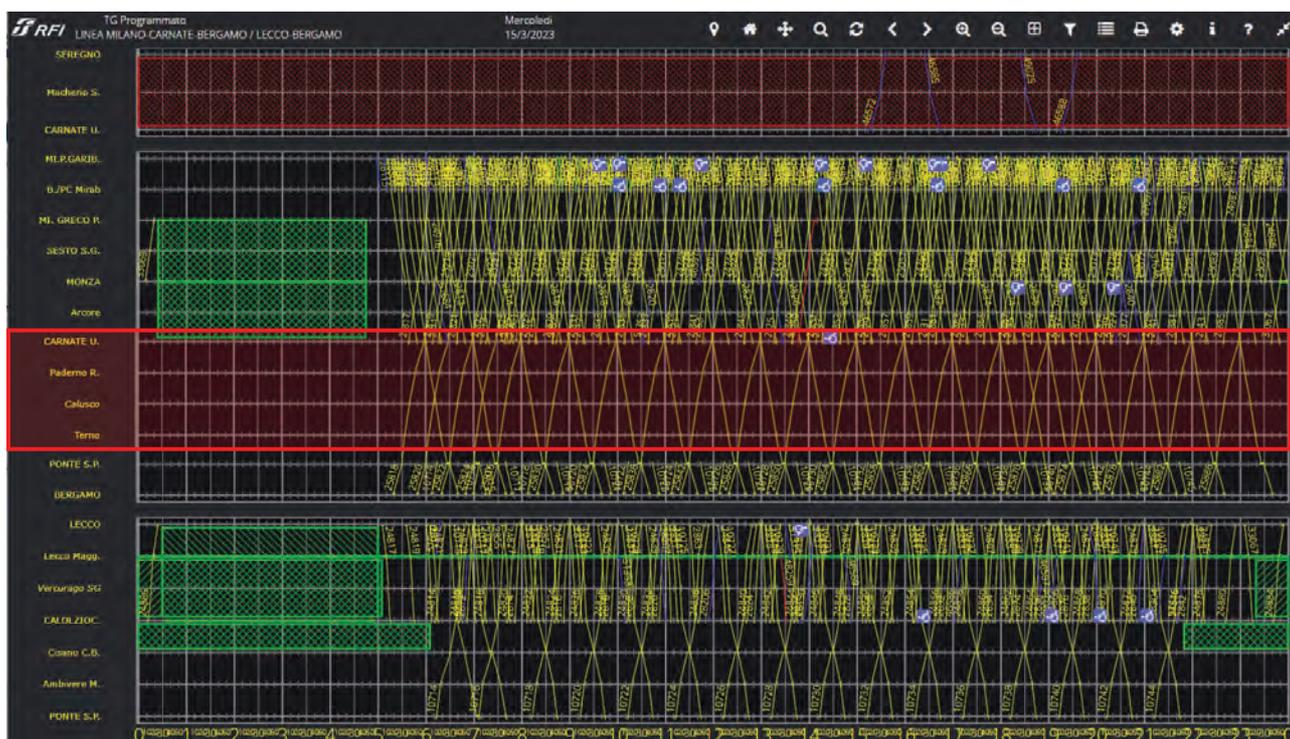


Figura 25- Disponibilità intervalli notturni Paderno Robbiate- Calusco (estrazione Train Graph)

Pertanto, sulla base delle risorse disponibili, **si possono utilizzare 5h 30' notturne con frequenza massima di 5 gg/settimana**, previa conferma con il Gestore dell'Infrastruttura (in coerenza al periodo di sospensione riportato nel FL, garantendo un margine di sicurezza in termini di ore notturne utilizzate e per altre attività in termini di numero di notti impiegate a settimana, ad esempio per manutenzione).

7.1.6.2 LAVORAZIONE PREVISTE CON INDICAZIONE DELLE SOGGEZIONI

Di seguito si riporta l'elenco delle principali lavorazioni interferenti con l'esercizio ferroviario ed una stima preliminare delle soggezioni prodotte in termini di interruzioni e fuori servizio continuativo dei binari necessari per la loro esecuzione.

Nelle successive fasi di approfondimento progettuale tali soggezioni dovranno essere qualificate, con riferimento alle attività e alle durate individuate nel Programma Lavori, in maniera più dettagliata e dovranno essere collocate temporalmente all'interno di un Gantt.

Per quanto concerne le attività che hanno impatti sulla circolazione ferroviaria, si riporta nel seguito una quantificazione preliminare delle soggezioni all'esercizio. Nello specifico, sono previste interruzioni puntuali prolungate relativamente ad alcune lavorazioni; tali interruzioni, stimate in via preliminare, saranno quantificate con maggior dettaglio nelle successive fasi progettuali, quanto sarà

	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA					
DOCFAP	COMMESSA NB3P	LOTTO 01	CODIFICA T 14	DOCUMENTO RGMD0000001	REV. A	FOGLIO 210 DI 222

disponibile un Programma Lavori più approfondito e previa condivisione e conferma da parte del Referente di Progetto.

Per le soluzioni si riportano di seguito la stima circa la durata complessiva dei lavori:

- Soluzione S1: durata complessiva dei lavori di circa 5 anni;
- Soluzione S2: durata complessiva dei lavori di circa 6 anni;

Per entrambe le soluzioni, la realizzazione degli allacci richiederà una chiusura prolungata della linea la cui entità potrà essere approfondita nelle successive fasi progettuali con uno studio di maggior dettaglio delle OO.CC. e della loro fasizzazione nelle zone in approccio alla linea e in corrispondenza degli allacci.

In particolare, per tutte le attività inerenti alla attivazione di nuove configurazioni del piano del ferro e dei relativi attrezzaggi tecnologici si ricorrerà a alcune interruzioni puntuali da collocarsi preferibilmente a cavallo del fine settimana la cui estensione effettiva sarà meglio definita nelle successive fasi progettuali.

Per quanto riguarda il sostegno della linea di contatto, si intendono utilizzati pali di tipo LS secondo quanto previsto dal progetto di TE o secondo le esigenze connesse con le fasi realizzative. Inoltre, gli interventi TE e IS relativi alle fasi esecutive si intendono sempre compresi nelle attività relative all’attivazione dei binari, anche se non esplicitamente descritte.

I corridoi di progetto, in variante, saranno realizzati minimizzando le interferenze alla circolazione ferroviaria; le attività sono previste con esercizio ferroviario ma alcune lavorazioni prossime ai binari in esercizio e gli allacci dei tratti di variante alla linea storica dovranno essere svolte in regime di interruzione notturna programmata dell’esercizio ferroviario o con interruzioni prolungate.

In generale, si sottolinea che tutte le lavorazioni a ridosso dei binari in esercizio dovranno essere eseguite nel rispetto della normativa vigente e in particolare delle distanze minime di sicurezza previste (IPC e Disp. 17 e successive).

In ogni caso tutte le potenziali interferenze dovranno essere preventivamente analizzate e concordate con il Referente di Progetto

Si fa presente inoltre che, ogni qualvolta sarà necessario usufruire del trasporto su ferro per alcune delle lavorazioni interessanti gli impianti e la sovrastruttura ferroviaria, si dovranno prendere accordi con il Gestore per definire le modalità di uso nei tempi e modi del suddetto utilizzo (con eventuale utilizzo anche notturno e/o nel fine settimana per non interferire con le normali attività giornaliere dell’impianto e dell’esercizio ferroviario).

	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D'ADDA					
DOCFAP	COMMESSA NB3P	LOTTO 01	CODIFICA T 14	DOCUMENTO RGMD0000001	REV. A	FOGLIO 211 DI 222

8 SINTESI DELL'ANALISI DI SOSTENIBILITÀ

L'Analisi di sostenibilità ha l'obiettivo di valutare le alternative progettuali per la realizzazione di un nuovo ponte ferroviario di attraversamento del fiume Adda, tra le stazioni di Paderno e Calusco, dal punto di vista della sostenibilità ambientale e socioeconomica dell'opera.

Il progetto in esame si pone tre obiettivi principali:

- La messa in sicurezza del ponte San Michele (noto anche come ponte di Calusco, ponte di Paderno o ponte Röhrlisberger), caratterizzato da fenomeni di ammaloramento diffusi che hanno interessato i suoi elementi strutturali. Questo riduce sensibilmente la vita utile dell'opera (che, nello scenario di non intervento, è stimata a circa 10 anni) e limita l'esercizio ferroviario e stradale in termini di capacità e velocità;
- Il ripristino di un attraversamento sicuro ed efficiente sul Fiume Adda lungo la direttrice Seregno-Bergamo. Il potenziamento di questa direttrice è fondamentale sia per il significativo traffico dei pendolari (poiché la stazione di Seregno rappresenta un nodo di scambio con la linea Milano-Chiasso e la linea di Ferrovie Nord verso Saronno/Malpensa/Novara) che per un potenziale utilizzo futuro come linea merci alternativa all'attraversamento dei treni nel Nodo di Milano;
- La valorizzazione del ponte San Michele, che rappresenta uno dei simboli dell'archeologia industriale italiana. Il ponte, realizzato tra il 1887 e 1889, è caratterizzato da una struttura a nove appoggi che sorregge un'arcata metallica di 150m di corda e 37,50 di freccia per un'estensione di 266m ed un'altezza di circa 85m. Diventato il monumento nazionale più importante tra le architetture in ferro dell'Ottocento, il ponte è un bene di notevole interesse pubblico, vincolato ai sensi del d.lgs. n. 42/2004, e nel 2017 è stato candidato per essere inserito nella lista UNESCO dei patrimoni dell'umanità.

L'intervento ricade in un'area di cerniera tra due sistemi territoriali, quello di Bergamo e quello di Lecco, assicurando la connessione tra i due lati del fiume Adda. Il territorio, dotato di reti infrastrutturali e di servizi capillari e distribuiti, è caratterizzato dalla presenza di aree di cintura che circondano i principali poli del territorio, ovvero Bergamo e Milano, e i poli intercomunali di Ponte San Pietro-Presezzo e Cernusco Lombardone, Merate, Olgiate Molgora, Osnago.

L'inquadramento demografico mostra un territorio connotato principalmente da piccoli centri caratterizzati da un andamento demografico in leggero calo (ad eccezione di alcuni comuni che hanno visto crescere leggermente la propria popolazione) e una popolazione residente in età lavorativa (15-64 anni) che supera il 60%. Inoltre, dall'analisi socioeconomica emerge un'area ricca, contrassegnata da PIL pro capite, tasso di occupazione e di crescita del PIL a livello provinciale significativamente superiori alla media nazionale.

L'area è distinta anche da un numero significativo di imprese principalmente di piccole e medie dimensioni e da flussi pendolari importanti che afferiscono a tre poli economico produttivi identificati nei Sistemi Locali di Lavoro (SLL) di Bergamo, Lecco e Milano. La messa in rete di questi centri tramite infrastrutture ferroviarie

	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA					
DOCFAP	COMMESSA NB3P	LOTTO 01	CODIFICA T 14	DOCUMENTO RGMD0000001	REV. A	FOGLIO 212 DI 222

rappresenta un’opportunità concreta per definire un nuovo modello di trasporto efficiente, sostenibile e maggiormente accessibile che migliorerà la qualità degli spostamenti sistematici collettivi.

Il territorio analizzato è inoltre caratterizzato dalla presenza di aree naturali di pregio, in gran parte ricadenti nel Parco Regionale dell’Adda Nord. Il fiume costituisce la principale risorsa ambientale dell’area, ma è anche l’elemento che ha dato origine al caratteristico paesaggio rivierasco, immortalato nei quadri di Leonardo, ricco di testimonianze storiche e archeologiche, compresi numerosi reperti di ingegneria idraulica e infrastrutturale – oltre al Ponte San Michele stesso, si possono citare le chiuse di Leonardo (a Trezzo sull’Adda), le centrali idroelettriche Edison e il villaggio operaio di Crespi d’Adda (inserito nel patrimonio Unesco). Tali ricchezze, sia in termini di memoria storica che di unicità paesaggistica, non hanno ancora fatto emergere una domanda turistica rilevante per l’area, nonostante i progressi nella loro messa a sistema – in particolare, la creazione dell’Ecomuseo “Adda di Leonardo”, nato nel 2019 dall’associazione di nove comuni del Parco. La valorizzazione del Ponte, la sua messa in sicurezza e la sua rifunzionalizzazione incentivano il cosiddetto slow tourism, contribuendo allo stesso tempo alle strategie regionali di sviluppo della rete ciclabile e dei cammini, che concentrano, in corrispondenza del Ponte, due tratti di ciclabili nazionali (Ciclovía Pedemontana Alpina e Ciclovía dell’Adda, che ripercorre il sentiero europeo E7) e tre cammini religiosi (Via del Viandante, Cammino di Sant’Agostino, Cammino di San Colombano).

Ad esito del quadro conoscitivo, sono stati definiti degli obiettivi di sostenibilità di supporto alla analisi delle alternative progettuali, strettamente collegati alle caratteristiche del contesto e del progetto stesso.

L’intento è quello di valutare e confrontare le alternative progettuali, offrendo una lettura chiara delle potenzialità e dei benefici del progetto e individuando gli impatti socioeconomici e territoriali correlati alla realizzazione di tali scenari.

Per il Progetto sono stati individuati alcuni ambiti di approfondimento che rimandano a specifici indicatori di sostenibilità.

Aspetti ambientali relativi alla realizzazione dell’opera

Il territorio che ospita il Ponte concentra in maniera unica per la regione servizi ecosistemici fondamentali che devono essere preservati arginando lo sviluppo edilizio nelle aree limitrofe e andando a qualificare i centri esistenti (si vedano le prescrizioni del PTCP di Bergamo). L’area subisce infatti il peso di un’urbanizzazione che ha messo a rischio tali risorse, e necessita di una particolare attenzione che deve comprendere anche la presa in carico della manutenzione delle infrastrutture. Il relativo carico emissivo condiziona infatti la qualità dell’aria, dell’acqua, dell’ambiente e della vita nel territorio. Per questo motivo risulta fondamentale, nel breve termine, misurare le emissioni climalteranti prodotte nella realizzazione delle diverse alternative e, nel lungo termine, nella fase di esercizio della linea.

In tal senso è stato possibile individuare alcune tematiche fondamentali inerenti agli aspetti di sostenibilità ambientale del Progetto su cui, mettendo a confronto le varie alternative, è possibile porre l’attenzione sui

	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA					
DOCFAP	COMMESSA NB3P	LOTTO 01	CODIFICA T 14	DOCUMENTO RGMD0000001	REV. A	FOGLIO 213 DI 222

punti di forza e di debolezza delle stesse. Nello specifico, gli indicatori di sostenibilità considerati in questo ambito sono Consumo di suolo e Riduzione dell’inquinamento.

Benefici per la mobilità sostenibile e la sicurezza

La realizzazione del Progetto mira non solo a preservare e valorizzare un bene monumentale storico-culturale, ma anche a generare un’opportunità concreta per migliorare il servizio ferroviario e renderlo più attrattivo e competitivo rispetto al trasporto privato.

La messa in sicurezza del ponte San Michele, al fine di ridurre le sollecitazioni alla struttura, prevede l’eliminazione del traffico sia ferroviario, con treni che attualmente viaggiano alternati con la circolazione viaria ad una velocità di 15 km/h, sia stradale, oggi caratterizzato da senso unico alternato della circolazione, effettuata attraverso regolazione semaforica e limite di velocità ridotto a 20 km/h, che produce di fatto code che spesso arrivano nei centri abitati.

In tal senso, un trasporto ferroviario sicuro, regolare e veloce crea le condizioni per uno spostamento della quota modale da gomma a ferro. Lo shift modale, oltre a decongestionare le arterie di collegamento stradale esistente, riducendo l’utilizzo dell’auto privata e favorendo una accessibilità sostenibile al territorio, favorisce un risparmio di tempo per gli utenti che rimangono su strada, per effetto del decongestionamento stesso della rete viaria.

Inoltre, il miglioramento del collegamento ferroviario rappresenta un’opportunità concreta sia per accrescere l’accessibilità ai servizi con modalità di trasporto collettivo e sostenibile, sia per migliorare la sicurezza di infrastrutture e interferenze, attraverso la soppressione dei passaggi a livello.

Pertanto, nel processo di scelta delle alternative sono stati identificati degli indicatori che prendono in considerazione gli aspetti trasportistici del Progetto e la possibile localizzazione delle stazioni/fermate, per valutare l’Attrattività del servizio ferroviario, la Mitigazione della frammentazione urbana e la Variazione dell’accessibilità.

Valorizzazione del Ponte di Paderno e delle risorse del territorio

La possibilità di conservare e valorizzare le risorse territoriali tramite il Progetto è una delle principali variabili da tenere in considerazione nella scelta delle alternative, in quanto tutte prevedono interventi, più o meno in variante rispetto all’attuale assetto infrastrutturale, su aree dall’alto valore storico-archeologico, ambientale e paesaggistico. Il particolare “paesaggio culturale”, evidenziato dall’iniziativa dell’Ecomuseo “Adda di Leonardo”, vede il Ponte sia come elemento caratterizzante dell’unicità del contesto, sia come opera infrastrutturale abilitante per l’accessibilità e la fruibilità dell’area.

L’aumento delle connessioni sicure tra il ferro e gli itinerari del turismo sostenibile si lega a un tema di integrazione e valorizzazione del territorio, in linea con le strategie locali e regionali (si vedano, ad esempio, il Piano Regionale della Mobilità Ciclistica, e il Piano Territoriale Regionale d’Area Navigli Lombardi, che investe il Naviglio di Paderno). Tale integrazione si allarga al territorio delle tre aree metropolitane messe in

	<p>DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI</p> <p>POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA</p>												
<p>DOCFAP</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NB3P</td> <td>01</td> <td>T 14</td> <td>RGMD0000001</td> <td>A</td> <td>214 DI 222</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	214 DI 222
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	214 DI 222								

connessione dalla tratta ferroviaria in esame, andando ad avvicinare, con un miglioramento del servizio, le aree dell’Adda all’aeroporto di Bergamo e agli aeroporti di Milano.

Questi aspetti possono essere valorizzati attraverso l’indicatore Attrattività turistica del territorio, che valuta l’accessibilità ai siti puntuali, alla rete ciclabile e ai cammini.

In conclusione, gli indicatori si pongono in linea con le strategie di sostenibilità definite a scala territoriale, che prevedono il potenziamento del trasporto collettivo e sostenibile, al fine di migliorare le condizioni di vita della comunità, garantendo una maggiore accessibilità al territorio e valorizzandone le risorse anche da un punto di vista turistico.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda all’elaborato Analisi di sostenibilità allegato al DOCFAP.

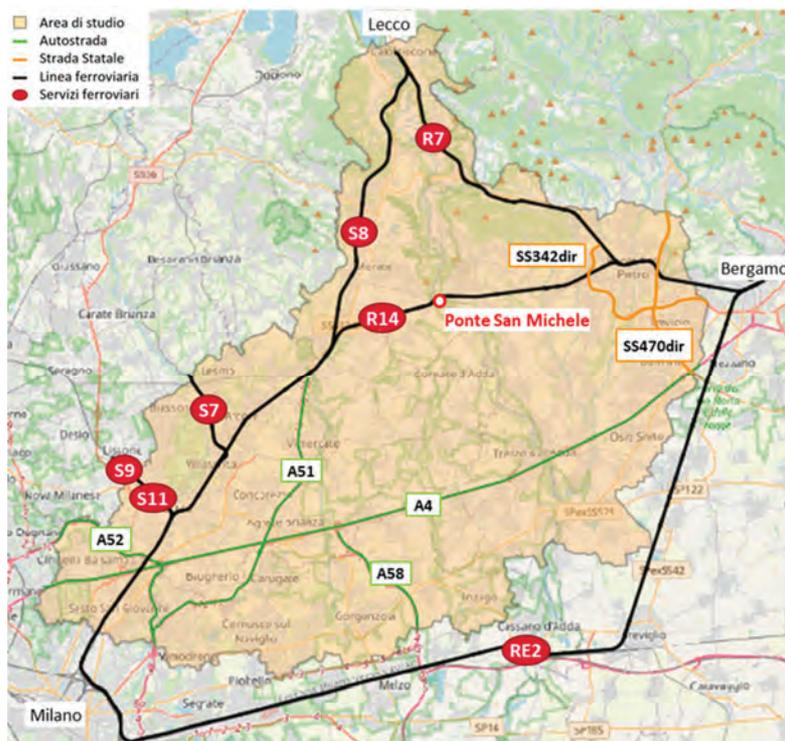
9 SINTESI DELLO STUDIO DI TRASPORTO

Lo studio di trasporto del presente DOCFAP è stato condotto attraverso un modello di simulazione di tipo macro ed ha previsto la ricostruzione dello scenario attuale della mobilità, oltre che la simulazione degli scenari di “riferimento” e di “progetto” relativi alle tre soluzioni progettuali negli orizzonti di attivazione (2030) e di lungo periodo.

Lo scenario di “riferimento” è caratterizzato dalla chiusura dell’attraversamento ferroviario sul ponte San Michele, producendo l’interruzione del servizio ferroviario tra le stazioni di Paderno Robbiate e Calusco, e dalla riduzione della velocità massima ammissibile da 30 a 20 km/h per l’attraversamento dei veicoli privati sul ponte stradale caratterizzato da senso unico alternato.

I tre scenari di “progetto” prevedono il ripristino del collegamento ferroviario tra Paderno e Robbiate e sono caratterizzati da una configurazione dell’offerta ferroviaria pari a 68 treni/giorno per la linea R14 Milano-Carnate-Bergamo.

Il modello assume come input principali la matrice O/D giornaliera del 2016 di Regione Lombardia, la rete viabilistica e la configurazione di offerta ferroviaria sulle direttrici Milano-Bergamo, Milano-Lecco, Lecco-Bergamo e sulle linee di adduzione. Nella seguente figura è riportato l’inquadramento dell’area considerata per lo studio.



	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA					
DOCFAP	COMMESSA NB3P	LOTTO 01	CODIFICA T 14	DOCUMENTO RGMD0000001	REV. A	FOGLIO 216 DI 222

I risultati della simulazione dello scenario attuale (2016) evidenziano un significativo utilizzo dei servizi di trasporto collettivo nell’area di studio, con una quota modale del ~9,6% per la modalità ferroviaria, mentre l’auto privata viene utilizzata per il restante ~90,4% degli spostamenti giornalieri.

I risultati delle simulazioni degli scenari di “progetto” dello Scenario 1, 2 e 3, per l’orizzonte temporale 2030, rispetto allo scenario di “riferimento” 2030, evidenziano che in riferimento al servizio ferroviario la quota modale subisce un incremento di circa 0,4% (da ~9,8% a ~10,2%) per gli Scenari 1 e 2 e dello 0,5% (da ~9,8% a ~10,3%) per lo Scenario 3.

In termini assoluti, lo Scenario 3 produce la maggiore diversione modale da auto a treno negli orizzonti temporali di attivazione (2030) e di lungo periodo, rispettivamente pari a 7.955 e 7.713 passeggeri/giorno. Tale tendenza è riconducibile alla minore attrattività del ponte stradale di progetto localizzato ~3,5 km a nord rispetto al Ponte San Michele ed il conseguente aumento dell’utilizzo del servizio ferroviario R14, che rappresenta l’unica modalità di attraversamento del Fiume Adda tra i due Comuni di Paderno e Calusco.

Con riferimento al risparmio complessivo del tempo di percorrenza su ferrovia, si riscontra che:

- lo Scenario 1 produce un risparmio complessivo dei tempi di viaggio per gli utenti ferroviari pari a circa 41.666 minuti/giorno nello scenario di attivazione (2030) e pari a circa 39.797 minuti/giorno nello scenario di lungo periodo;
- lo Scenario 2 produce un risparmio complessivo dei tempi di viaggio per gli utenti ferroviari pari a circa 39.420 minuti/giorno nello scenario di attivazione (2030) e pari a circa 37.648 minuti/giorno nello scenario di lungo periodo;
- lo Scenario 3 produce un risparmio complessivo dei tempi di viaggio per gli utenti ferroviari pari a circa 46.457 minuti/giorno nello scenario di attivazione (2030) e pari a circa 44.398 minuti/giorno nello scenario di lungo periodo.

La stima dei risparmi di tempo di percorrenza su strada, inoltre, evidenzia che:

- l’introduzione delle tre soluzioni progettuali produce una riduzione del tempo medio di percorrenza su strada nell’area di studio. Il ponte stradale in affiancamento all’esistente dello Scenario 1, in particolare, produce un risparmio complessivo per gli utenti che continuano ad andare su strada nell’area di studio pari a ~231.280 minuti/giorno nello scenario di attivazione (2030) e ~216.960 minuti/giorno nello scenario di lungo periodo, mentre il ponte stradale dislocato a nord negli scenari S2 e S3 produce rispettivamente un risparmio di ~203.599 e di ~221.961 minuti/giorno negli scenari di attivazione (2030) e rispettivamente di ~189.913 e di ~216.901 minuti/giorno negli scenari di lungo periodo;
- per gli utenti stradali che utilizzano il nuovo attraversamento del Fiume Adda il tempo medio di viaggio risparmiato risulta essere positivo in relazione allo Scenario 1, con un risparmio complessivo pari a ~25.148 minuti/giorno nello scenario di attivazione (2030) e pari a ~24.719 minuti/giorno nello scenario di lungo periodo, mentre per gli scenari S2 e S3 la dislocazione del ponte stradale 3,5 km a nord rispetto all’attuale produce un perditempo complessivo di ~19÷20 mila minuti/giorno.

In conclusione, la configurazione della rete stradale e ferroviaria di progetto produce una maggiore diversione modale da auto a treno in relazione allo Scenario 3. Tale scenario, caratterizzato da una riduzione del tempo di percorrenza del servizio ferroviario R14 tra le fermate di Paderno Robbiate e Calusco di ~2 minuti e dalla contestuale delocalizzazione dell'attraversamento stradale del Fiume Adda a ~3,5 km a nord rispetto all'esistente, è caratterizzato dal maggiore risparmio complessivo del tempo di percorrenza su treno (~46.457 minuti/giorno). Mentre lo Scenario 1, caratterizzato da ponte misto in affiancamento al ponte San Michele e dalla riduzione del tempo di percorrenza del servizio ferroviario R14 tra le fermate di Paderno Robbiate e Calusco di ~2 minuti, produce il maggiore risparmio complessivo del tempo di percorrenza per gli utenti della rete viabilistica (~256.428 minuti/giorno) in considerazione delle migliori performance, in termini di velocità e capacità, della viabilità stradale di attraversamento del Fiume Adda. Lo Scenario 2, infine, presenta i minori benefici in termini di risparmi complessivi dei tempi di percorrenza sulla rete stradale e ferroviaria (rispettivamente ~182.717 minuti/giorno e ~39.420 minuti/giorno) dovuti alla dislocazione e alla minore attrattività degli attraversamenti viario e ferroviario, rispettivamente a nord e a sud dell'attuale ponte, con conseguente riduzione dello shift modale da auto a treno e allungamento dei tempi medi di percorrenza per alcune componenti di domanda stradale e ferroviaria rispetto alle altre due soluzioni progettuali.

I tre scenari comunque presentano nello scenario di progetto quote modali omogenee, come di seguito sintetizzato:

Indicatori trasportistici sintetici Scenario 1

	ATTUALE 2016	RIFERIMENTO 2030	PROGETTO SCENARIO 1 2030
QUOTA MODALE			
<i>Auto</i>	90,39%	90,19%	89,80%
<i>Treno</i>	9,61%	9,81%	10,20%
TOT	100,0%	100,0%	100,0%
DOMANDA COMPLESSIVA [passeggeri/giorno]			
<i>Auto</i>	1.541.099	1.566.971	1.560.211
<i>Treno</i>	163.893	170.414	177.174
TOT	1.704.992	1.737.385	1.737.385
DOMANDA IN DIVERSIONE MODALE [passeggeri/giorno]			
<i>da auto a treno</i>	-	-	6.760
VARIAZIONE PERCORRENZE [veicoli*km sottratti alla mobilità stradale]			
<i>Auto*km/giorno sottratti</i>	-	-	144.779

Indicatori trasportistici sintetici Scenario 2

	ATTUALE 2016	RIFERIMENTO 2030	PROGETTO SCENARIO 2 2030
QUOTA MODALE			
<i>Auto</i>	90,39%	90,19%	89,81%
<i>Treno</i>	9,61%	9,81%	10,19%
TOT	100,0%	100,0%	100,0%
DOMANDA COMPLESSIVA [passeggeri/giorno]			
<i>Auto</i>	1.541.099	1.566.971	1.560.428
<i>Treno</i>	163.893	170.414	176.957
TOT	1.704.992	1.737.385	1.737.385
DOMANDA IN DIVERSIONE MODALE [passeggeri/giorno]			
<i>da auto a treno</i>	-	-	6.543
VARIAZIONE PERCORRENZE [veicoli*km sottratti alla mobilità stradale]			
<i>Auto*km/giorno sottratti</i>	-	-	140.132

Indicatori trasportistici sintetici Scenario 3

	ATTUALE 2016	RIFERIMENTO 2030	PROGETTO SCENARIO 3 2030
QUOTA MODALE			
<i>auto</i>	90,39%	90,19%	89,73%
<i>treno</i>	9,61%	9,81%	10,27%
TOT	100,0%	100,0%	100,0%
DOMANDA COMPLESSIVA [passeggeri/giorno]			
<i>Auto</i>	1.541.099	1.566.971	1.559.016
<i>Treno</i>	163.893	170.414	178.369
TOT	1.704.992	1.737.385	1.737.385
DOMANDA IN DIVERSIONE MODALE [passeggeri/giorno]			
<i>da auto a treno</i>	-	-	7.955
VARIAZIONE PERCORRENZE [veicoli*km sottratti alla mobilità stradale]			
<i>Auto*km/giorno sottratti</i>	-	-	170.373

Per maggiori approfondimenti si rimanda all'elaborato specialistico cod. rif. NB3P01T16RGTS0003001A.

	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA					
DOCFAP	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB3P	01	T 14	RGMD0000001	A	219 DI 222

10 SINTESI DELL’ANALISI COSTI BENEFICI (ACB)

L’Analisi Costi Benefici (ACB) è una tecnica di analisi finalizzata a confrontare l’efficienza di differenti alternative (di politiche pubbliche, di progetti, di interventi di regolazione, etc.) utilizzabili in un dato contesto per raggiungere un obiettivo ben definito. Essa verifica se i benefici che un’alternativa è in grado di apportare alla collettività nel suo complesso (i benefici sociali) sono maggiori dei relativi costi (costi sociali).

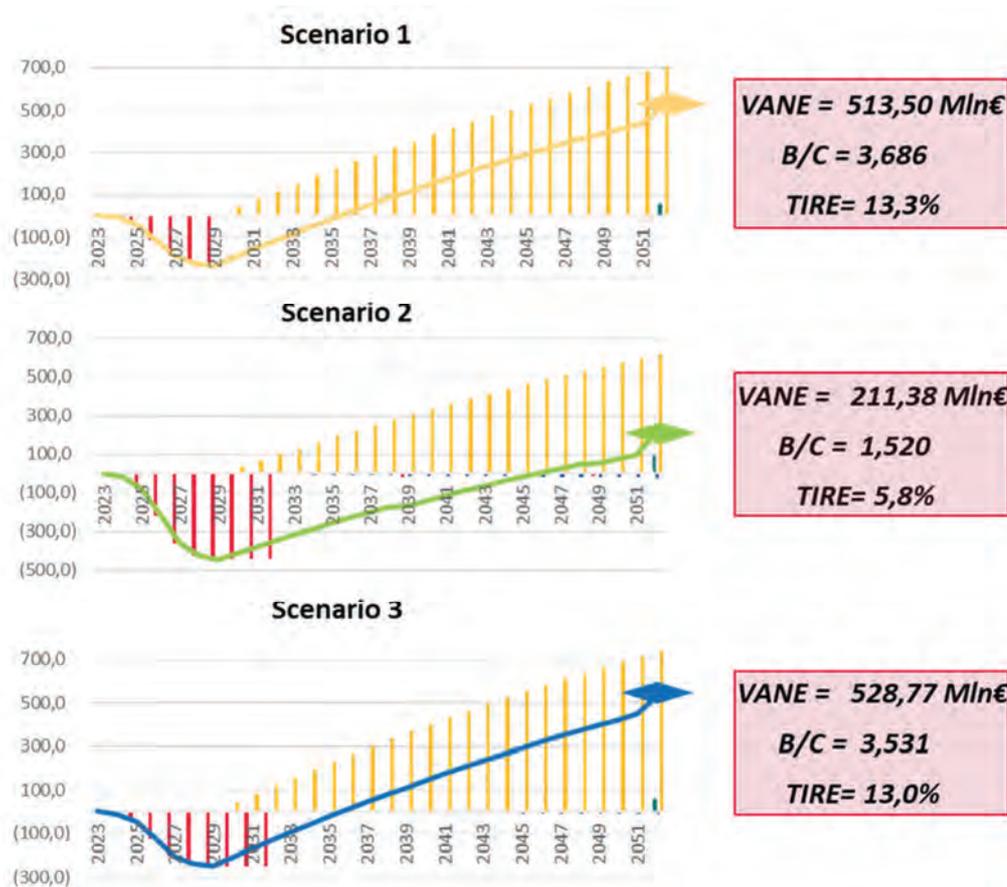
L’obiettivo dell’analisi è quindi, in coerenza con le finalità del Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) per il progetto del “Nuovo Ponte ferroviario Paderno d’Adda”, quello di fornire gli elementi necessari per effettuare una valutazione sulla sostenibilità economica dell’investimento.

Nell’ambito dello studio sono stati individuati tre possibili scenari infrastrutturali alternativi, la cui fattibilità è stata valutata tenendo in considerazione i vincoli di natura archeologica, ambientale nonché il rischio idrogeologico. Inoltre, sono state individuate le principali caratteristiche delle opere al fine di individuare i tempi di costruzione e i costi parametrici dell’intervento.

La sostenibilità economica-finanziaria dei tre scenari individuati, è stata valutata tramite un’Analisi Costi-Benefici condotta per ciascun scenario, evidenziando gli impatti che ogni progetto genera sul sistema dei trasporti locale.

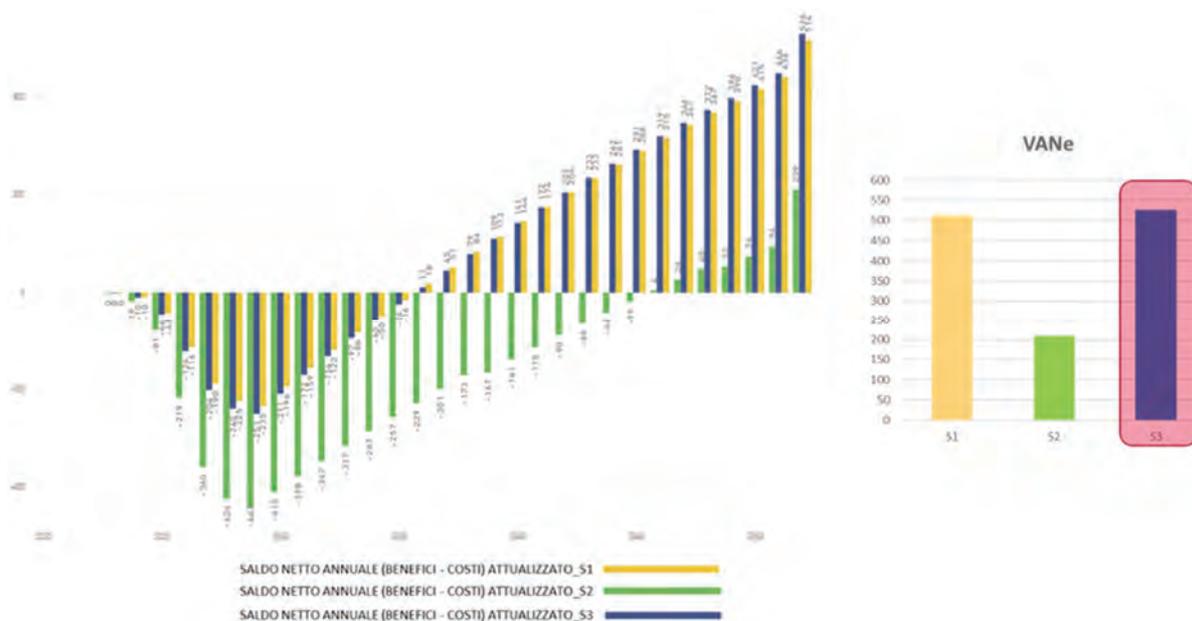
I valori degli indicatori finanziari evidenziano, come atteso, che il flusso monetario previsto in entrata, nell’orizzonte temporale di riferimento economico, non sarà in grado, nell’ammontare e nella distribuzione, di coprire i flussi monetari in uscita.

I risultati dell’analisi economica, dove sono stati considerati benefici tangibili e direttamente misurabili (risparmio del tempo per utenti del sistema ferroviario e stradale), oltre che esternalità prodotte dall’intervento per conseguente diversione modale dalla gomma alla ferrovia, per ciascuno dei tre scenari, sono illustrati di seguito:

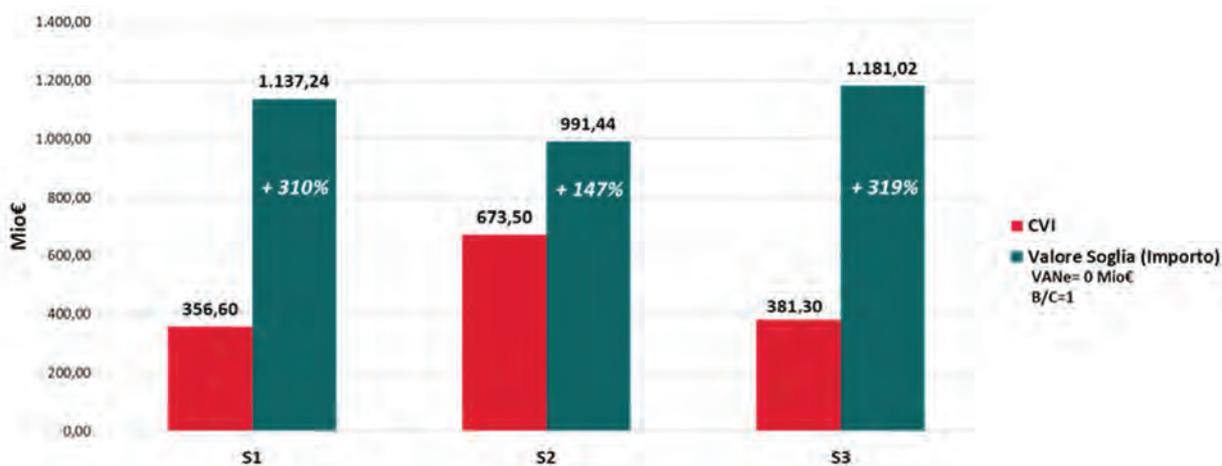


L'analisi economica evidenzia, che i tre scenari sono generatori di benefici economici e di esternalità per la collettività (rispetto allo Scenario di Riferimento). In relazione al valore del rapporto $B/C=1,520$ riferito allo Scenario 2 (più basso rispetto agli scenari 1 e 3 ma comunque soddisfacente), si evidenzia che non è imputabile a una minor efficienza della rete, bensì ad un aumento sostanziale dei costi di investimento, nonché di manutenzione ordinaria e straordinaria dell'infrastruttura.

Per quanto riguarda il VANe, come è possibile vedere dalla figura di seguito, il maggior valore è attribuito allo Scenario 3, in quando in questo scenario si riscontra una maggiore diversione modale rispetto agli altri scenari alternativi e quindi un aumento dei benefici e esternalità:



Infine, è stato stimato il valore soglia del CVI che annulla il VANe per ciascuno dei tre scenari, ovvero il valore massimo dell’investimento che può essere preso in considerazione affinché l’analisi abbia un rapporto limite B/C=1 e risulti dunque ancora sostenibile:



Per l’analisi di dettaglio si rimanda all’elaborato specialistico cod. rif. NB3P01T16RGEF0001001A.

	DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI POTENZIAMENTO CARNATE-PONTE SAN PIETRO 1 FASE – NUOVO PONTE FERROVIARIO PADERNO D’ADDA					
DOCFAP	COMMESSA NB3P	LOTTO 01	CODIFICA T 14	DOCUMENTO RGMD0000001	REV. A	FOGLIO 222 DI 222

11 CONCLUSIONI

Il DOCFAP ha avuto per oggetto l’analisi di soluzioni progettuali progettuali finalizzate e perseguire attraverso la realizzazione dell’intervento, i fabbisogni, le esigenze qualitative e quantitative espresse nel Quadro Esigenziale

Il documento illustra le principali incidenze delle alternative analizzate sul contesto territoriale, ambientale, paesaggistico, culturale e archeologico e sulla base del confronto comparato tra le alternative prese in considerazione fornisce un supporto decisionale individuando la soluzione che presenta il miglior rapporto tra costi e benefici per la collettività e per l’ambiente, in relazione alle specifiche esigenze da soddisfare e alle prestazioni da fornire.

Nell’ambito dello studio sono stati individuati tre possibili scenari infrastrutturali alternativi (ferrovia + strada). Al fine di fornire un supporto al processo decisionale è stata sviluppata per ciascuno scenario un’ Analisi Costi Benefici (ACB), che è una tecnica di analisi finalizzata a confrontare l’efficienza di differenti alternative per raggiungere un obiettivo ben definito. Essa verifica se i benefici che un’alternativa è in grado di apportare alla collettività nel suo complesso (i benefici sociali) sono maggiori dei relativi costi (costi sociali).

L’analisi economica evidenzia che i tre scenari sono generatori di benefici economici e di esternalità per la collettività rispetto allo Scenario di Riferimento.

Per quanto riguarda il VANe, il maggior valore è attribuito allo Scenario 3, in quando in questo scenario si riscontra una maggiore diversione modale rispetto agli altri scenari alternativi e quindi un aumento dei benefici e esternalità.