

Tronco

A52 - TANGENZIALE NORD DI MILANO

Oggetto

Potenziamento interconnessione A4-A52 ramo di svincolo tra A4 dir. Torino e A52 dir. Rho e svincolo Monza S. Alessandro - Opera connessa Olimpiadi 2026

CUP:

-

Fase progettuale

PROGETTO ESECUTIVO

LA CONCEDENTE



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE  
STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI

LA CONCESSIONARIA



MILANO SERRAVALLE  
MILANO TANGENZIALI S.p.A  
IL DIRETTORE TECNICO  
dott. ing. Giuseppe Colombo

Il progettista



Descrizione elaborato

SIA - STUDIO AMBIENTALE

-

Studio di Impatto Ambientale

Sezione 4 Quadro ambientale

Sezione 4.2 Geologia e acque

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	29/02/2024	EMISSIONE	R. Vezzani	M. Tomasin	M. Mariani
B	-	-	-	-	-
C	-	-	-	-	-
D	-	-	-	-	-
E	-	-	-	-	-

Codifica elaborato

5	0	2	3	E	S	I	A	0	0	6	R	0	X	X	X	X	X	A
Codice				Fase	Ambito			Progressivo	Tipo	Lotto	Zona		Opera			Tratto	Rev	

Scala

-

IL PRESENTE DOCUMENTO NON POTRA' ESSERE COPIATO, RIPRODOTTO O ALTRIMENTI PUBBLICATO, IN TUTTO O IN PARTE, SENZA IL CONSENSO SCRITTO DELLA MILANO SERRAVALLE MILANO TANGENZIALI S.P.A.  
OGNI UTILIZZO NON AUTORIZZATO SARA' PERSEGUITO A NORMA DI LEGGE.

THIS DOCUMENT MAY NOT BE COPIED, REPRODUCED OR PUBLISHED, EITHER IN PART OR IN ITS ENTIRETY, WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF MILANO SERRAVALLE MILANO TANGENZIALI S.P.A.  
UNAUTHORIZED USE WILL BE PROSECUTED BY LAW.

## INDICE

1	PREMESSA .....	2
1.1	FINALITÀ DELL'ANALISI SPECIALISTICA .....	2
1.2	RIFERIMENTI NORMATIVI .....	2
1.3	METODOLOGIA DI ANALISI .....	2
1.4	FONTI INFORMATIVE UTILIZZATE .....	2
2	PRESSIONI ATTESE E AMBITO DI POTENZIALE INFLUENZA .....	3
2.1	AZIONI DETERMINANTI E AREE INTERESSATE .....	3
2.2	PRESSIONI ATTENDIBILI .....	36
2.3	ALTRE AZIONI POTENZIALMENTE INFLUENTI CUMULATIVAMENTE .....	36
3	STATO DELLA COMPONENTE .....	38
3.1	ELEMENTI DI ATTENZIONE DEGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE .....	38
3.2	VULNERABILITÀ IDRAULICHE .....	50
3.3	VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICHE .....	60
3.4	VULNERABILITÀ GEOLOGICO-GEOTECNICHE .....	64
3.5	VULNERABILITÀ SISMICHE .....	85
4	EFFETTI POTENZIALMENTE ATTESI .....	88
4.1	EFFETTI SPECIFICI ATTESI IN FASE DI CANTIERE .....	88
4.2	EFFETTI SPECIFICI ATTESI IN FASE DI ESERCIZIO .....	97
5	MISURE DI COMPATIBILITÀ AMBIENTALE .....	106
6	MISURE DI CONTROLLO DEGLI EFFETTI .....	107
7	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....	108

## 1 PREMESSA

### 1.1 FINALITÀ DELL'ANALISI SPECIALISTICA

La presente Sezione individua ed analizza i potenziali effetti attendibili dall'intervento sulla componente sottosuolo e acque.

L'obiettivo è l'individuazione delle sensibilità e delle vulnerabilità di natura geologico-geotecnica, sismica, idrogeologica, idrologica ed idraulica eventualmente presenti nelle aree interessate dalle opere in progetto e nel contorno potenzialmente influenzabile, al fine di verificare l'attesa di potenziali interferenze inducibili dall'intervento stradale e dai relativi cantieri sulla componente e, ove rilevate, fornire l'indicazione di adeguate misure di compatibilità ambientale.

### 1.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

La presente Sezione è stata sviluppata sulla base dei contenuti degli studi specialistici attinenti alla componente ambientale in analisi sviluppati a supporto del progetto.

Si rimanda, pertanto, a tali elaborati (indicati nel successivo Par. 1.4) per i dettagli di natura normativa.

### 1.3 METODOLOGIA DI ANALISI

L'analisi ambientale è svolta attraverso i seguenti passaggi:

- identificazione delle azioni determinati e delle categorie di possibile pressione attendibili;
- descrizione degli elementi costituenti lo stato di riferimento della componente ambientale in analisi;
- confronto tra pressioni ed elementi di sensibilità e/o vulnerabilità rilevati, e individuazione e analisi dei potenziali effetti attendibili sulla componente in fase di cantiere e in fase di esercizio;
- verifica dell'eventuale necessità di misure ambientali ulteriori rispetto a quanto già previsto dal progetto.

### 1.4 FONTI INFORMATIVE UTILIZZATE

Per la redazione della presente Sezione si è fatto riferimento agli elaborati progettuali, nonché ai seguenti elaborati specialisti di supporto al progetto, a cui si rimanda per i dettagli.

5023EGEO001R0XXXXXXXX	Relazione geologica-geotecnica-sismica (e relativi elaborati cartografici)
5023EGEO011R0XXXXXXXX	Relazione sulla gestione delle materie e piano di utilizzo (e relativi elaborati cartografici)
5023EIDR001R0XXXXXXXX	Relazione idrologica-idraulica (e relativi elaborati cartografici)
5023EIDR004R0XXXXXXXX	Relazione di invarianza idraulica (e relativi elaborati cartografici)
5023ESTR059R0XXGA01X	Relazione geotecnica e di calcolo dei diaframmi (relativa alla galleria artificiale GA01)

## 2 PRESSIONI ATTESE E AMBITO DI POTENZIALE INFLUENZA

### 2.1 AZIONI DETERMINANTI E AREE INTERESSATE

La proposta progettuale oggetto della presente analisi ha modificato sostanzialmente la versione precedente sottoposta a procedura di Verifica di assoggettabilità a VIA, con totale riconfigurazione dei rami di svincolo nell'area del Casignolo. La nuova versione progettuale prevede un nuovo ramo uscente dalla A52 che si raccorda alla via Edison in aderenza e parziale sovrapposizione al sedime della strada locale ed elimina il tratto stradale che nella precedente versione collegava via Edison e viale Campania.

Per le restanti porzioni non sono state apportate modifiche alla versione progettuale precedente, di tipo strutturali e plano-altimetriche.

Figura 2.1 – Confronto tra versione progettuale sottoposta a procedura di Verifica VIA (in rosso) e attuale proposta progettuale (in azzurro), con evidenza delle parti eliminate rispetto alla prima versione oggi superata



L'opera infrastrutturale di progetto si estende sempre lungo l'A52 nella porzione meridionale del comune di Monza (MB) e parte nel comune di Cinisello Balsamo (MI), tra la barriera della A4 e la SS36.

Nel territorio comunale di Monza sono previste le opere principali di progetto, mentre nel territorio di Cinisello Balsamo sono previsti esclusivamente interventi in corrispondenza delle sedi stradali esistenti, con sistemazione del tratto di via Edison connesso alla nuova rotonda e un lieve allargamento della curva della rampa di uscita A52 sulla SS36, coinvolgendo un'area a lato di proprietà di Milano Serravalle, e con un prolungamento della corsia di immissione sulla Strada statale, con interventi in carreggiata esistente.

In termini cartografici l'area in esame si colloca nelle sezioni B6c1 e B5c5 della Carta Tecnica Regionale e si posiziona ad una quota assoluta compresa tra 158 m s.l.m. e 144 m s.l.m.

Figura 2.2 – Planimetria di progetto su ortofoto satellitare



La soluzione progettuale si articola nelle porzioni descritte di seguito.

## 2.1.1 TRATTI CUI SI COMPONE L'INTERVENTO

### 2.1.1.1 Tratto iniziale

L'intervento in progetto si sviluppa dalla A4 attraverso la nuova configurazione plano-altimetrica del ramo di connessione con la A52 in direzione ovest attraverso un tratto costituito da una galleria di nuova realizzazione e un successivo tratto in trincea, il quale collega la viabilità stradale in progetto con l'esistente monolite di sottopasso alla linea ferroviaria Milano-Monza. La soluzione proposta permette di canalizzare e fluidificare il flusso di traffico in arrivo dalla A4 che si innesta sulla A52 in direzione Rho.

Nel dettaglio, la galleria artificiale si sviluppa fra le progressive km 0+140 (imbocco lato Est) e km 0+539 (imbocco lato Ovest) per una lunghezza totale di circa 400 m. Dalla progressiva km 0+539 si estende un tratto in trincea delimitato da diaframmi fino a circa la progressiva km 0+580, per un totale di circa 40 m. L'andamento del tracciato risulta pressoché parallelo all'attuale Galleria A52 "San Rocco", lungo il ramo del corpo stradale principale.

Per quanto concerne la nuova galleria, l'opera consiste in una galleria canna singola realizzata con diaframmi in c.a. gettati in opera, soletta di copertura e di fondo. A completare l'opera sono previste contropareti prefabbricate e cordolo con funzione di appoggio per le travi di copertura e per il collegamento tra i diaframmi. In merito alle fasi costruttive, si prevede di realizzare l'opera mediante il metodo Milano, consentendo di minimizzare i volumi di scavo e di conseguenza le interferenze con la viabilità locale.

Sfruttando la presenza dell'esistente monolite di sottopasso alla linea ferroviaria Milano-Monza, tale nuovo ramo di connessione si immette nella A52 divenendo, una volta affiancato all'attuale carreggiata nord della A52, la terza corsia della tratta autostradale.

Negli elaborati progettuali, l'intervento è denominato "Ramo 1".

Figura 2.3 – Tratto iniziale dell'intervento (Ramo 1)



Figura 2.4 – Sezione Tipo in trincea per il Ramo 1

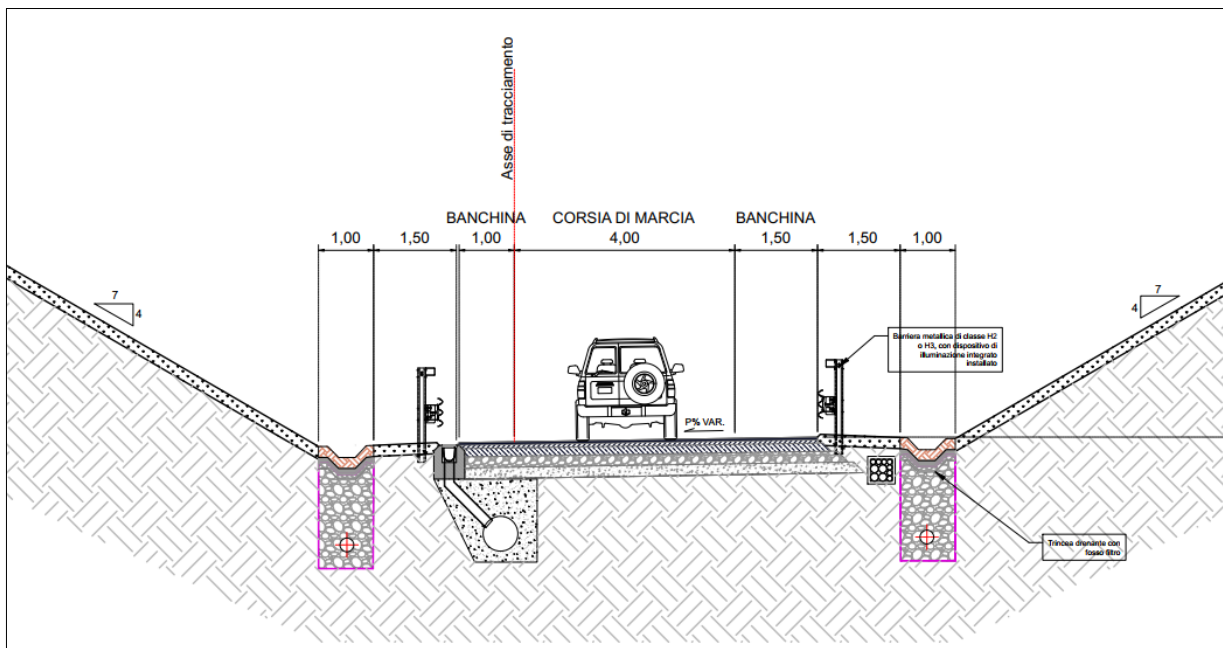


Figura 2.5 – Sezione Tipo in galleria lungo il Ramo 1

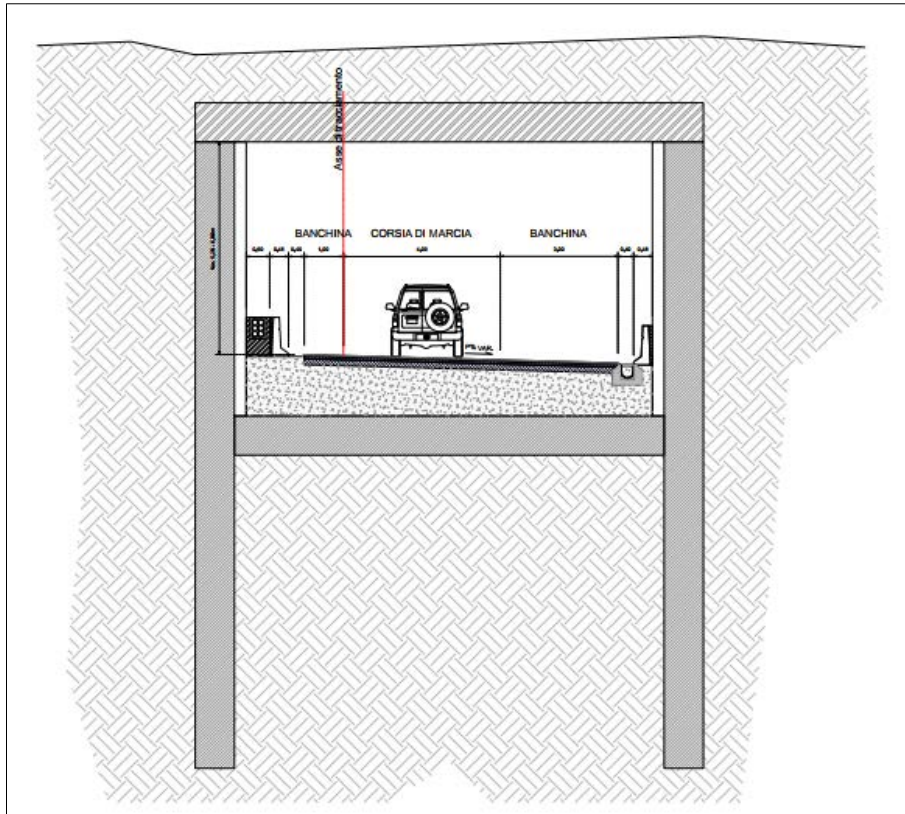


Figura 2.6 – Sezione Tipo del tratto in trincea con diaframmi lungo il Ramo 1

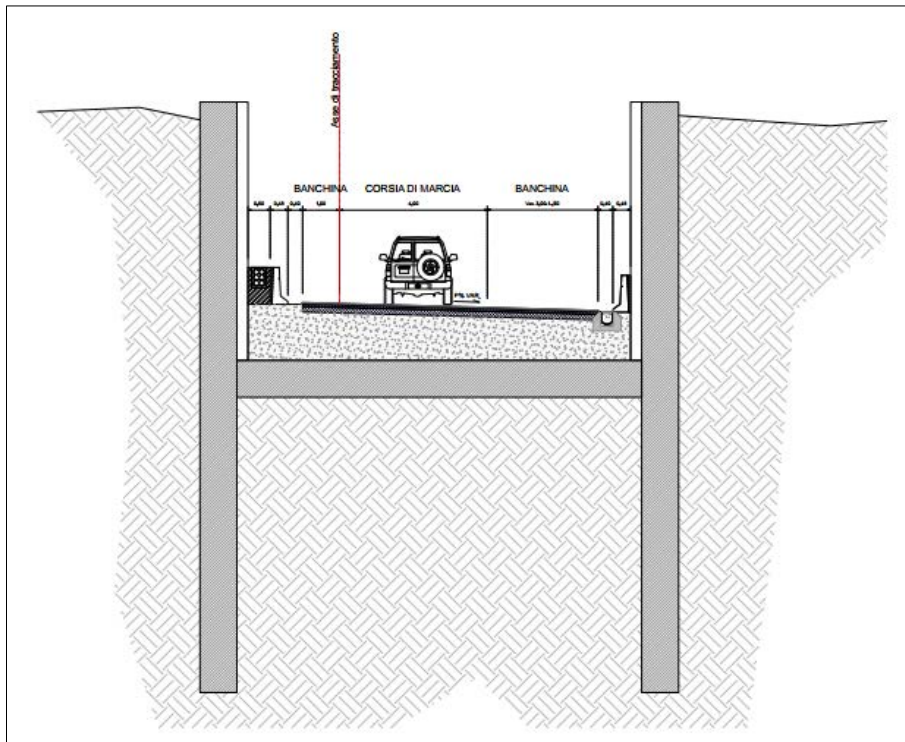


Figura 2.7 – Sezione Tipo monolite esistente per il Ramo 1

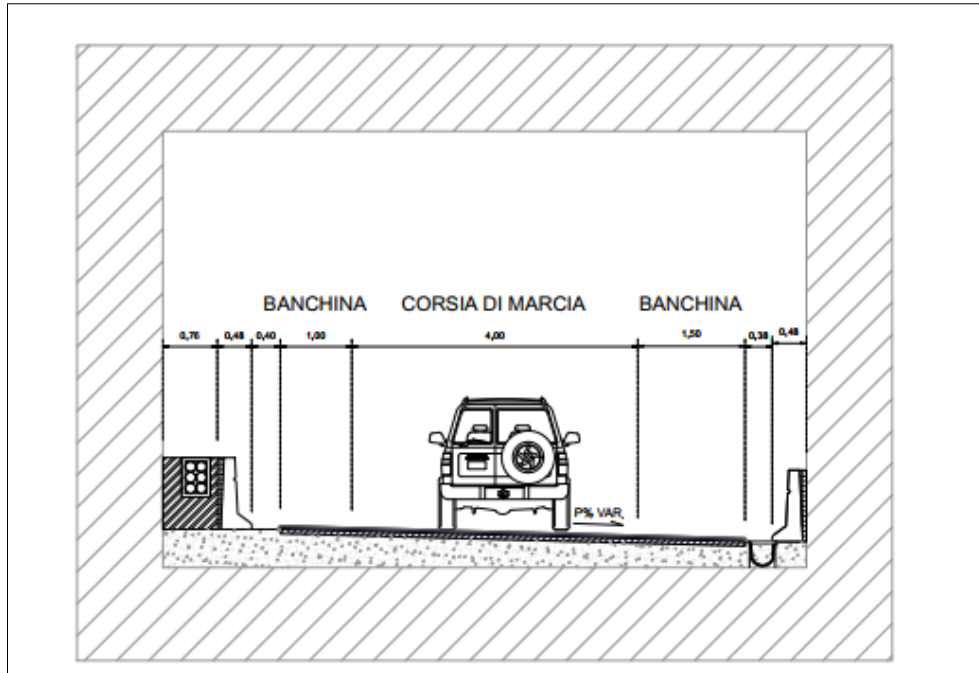
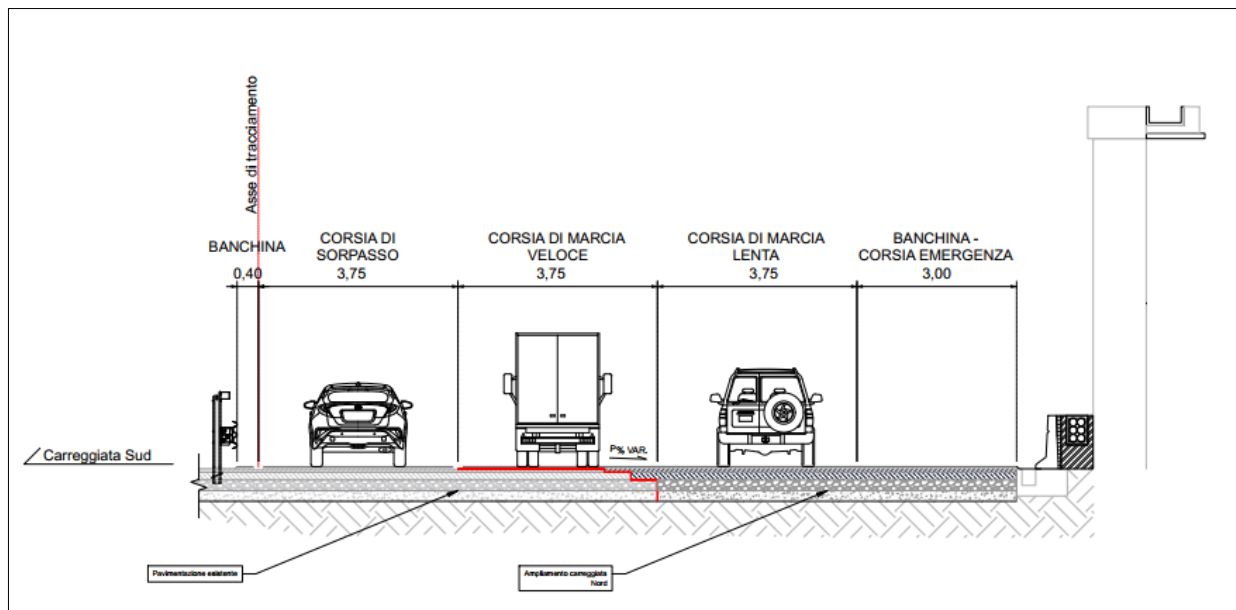


Figura 2.8 – Sezione Tipo in raccordo all'A52 all'uscita della galleria





### 2.1.1.2 Tratto intermedio

Il progetto prevede che la A52 sia potenziata a tre corsie per la carreggiata nord dalla confluenza del ramo sopraccitato sino allo svincolo con la SS36, all'interno della trincea esistente.

Lungo tale tratto potenziato a tre corsie, si rendono necessarie alcune modifiche riferite allo svincolo intermedio denominato Monza Centro (via Borgazzi). Infatti, nella nuova configurazione di progetto risulta necessaria, per ragioni di ingegneria stradale legate al rispetto delle caratteristiche geometriche e di sicurezza stradale, l'eliminazione dell'esistente uscita dalla A52 carreggiata nord.

Suddetta connessione è stata dunque riproposta in progetto creando un nuovo ramo di uscita sulla via Edison tra Cinisello Balsamo e Monza, in zona Casignolo.

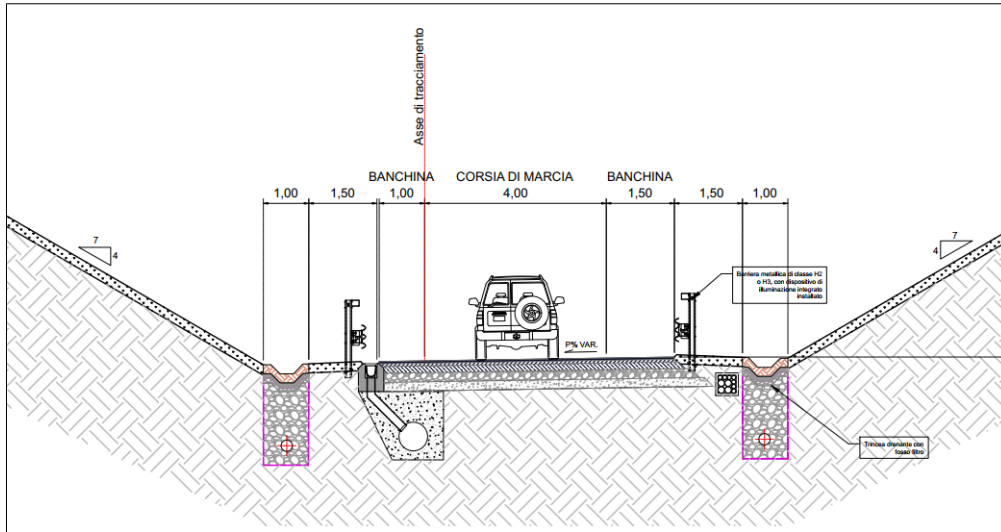
Nel dettaglio, sono previsti i seguenti interventi:

- adeguamento dello svincolo di via Borgazzi mediante chiusura dell'attuale uscita "Monza Centro – Fermata Metro Sesto San Giovanni 1° Maggio" in carreggiata nord e realizzazione di una nuova rampa di ingresso in Tangenziale dalla rotatoria di via Borgazzi in direzione nord; negli elaborati progettuali l'intervento sulla nuova rampa è denominato "Ramo 2";
- realizzazione nuova rampa di uscita in carreggiata nord dalla Tangenziale verso l'attuale via Edison, per poi congiungersi con essa; negli elaborati progettuali l'intervento è denominato "Ramo 3";
- realizzazione di una rotatoria a due rami di innesti in prossimità della attuale curva a 90° su via Edison, dove si andrà a congiungere la rampa di nuova realizzazione; negli elaborati progettuali la rotatoria è denominata "Rotatoria 1";
- ampliamento piattaforma stradale carreggiata nord della Tangenziale Nord A52 dalla pk 5+100 alla pk 5+500 (per un totale di 400 m) con riconfigurazione a 3 corsie di marcia con emergenza; negli elaborati progettuali l'intervento è denominato "Asse principale";
- ampliamento piattaforma stradale carreggiata nord dell'A52 dalla pk 5+500 circa alla pk 5+800 circa con riconfigurazione a 3 corsie di marcia, corsia specializzata di scambio di lunghezza pari a 250 m e banchina laterale secondo DM2006; negli elaborati progettuali gli interventi di ampliamento, comprensivo di quello definito al punto precedente, vengono denominati come "Ampliamento piattaforma stradale carreggiata nord";
- riconfigurazione piattaforma stradale carreggiata nord della Tangenziale A52 mediante sola segnaletica orizzontale tra la via Edison e la SS36 (da pk 5+700 a pk 6+500, per un totale di 800 m).

Figura 2.9 – Tratto intermedio dell'intervento



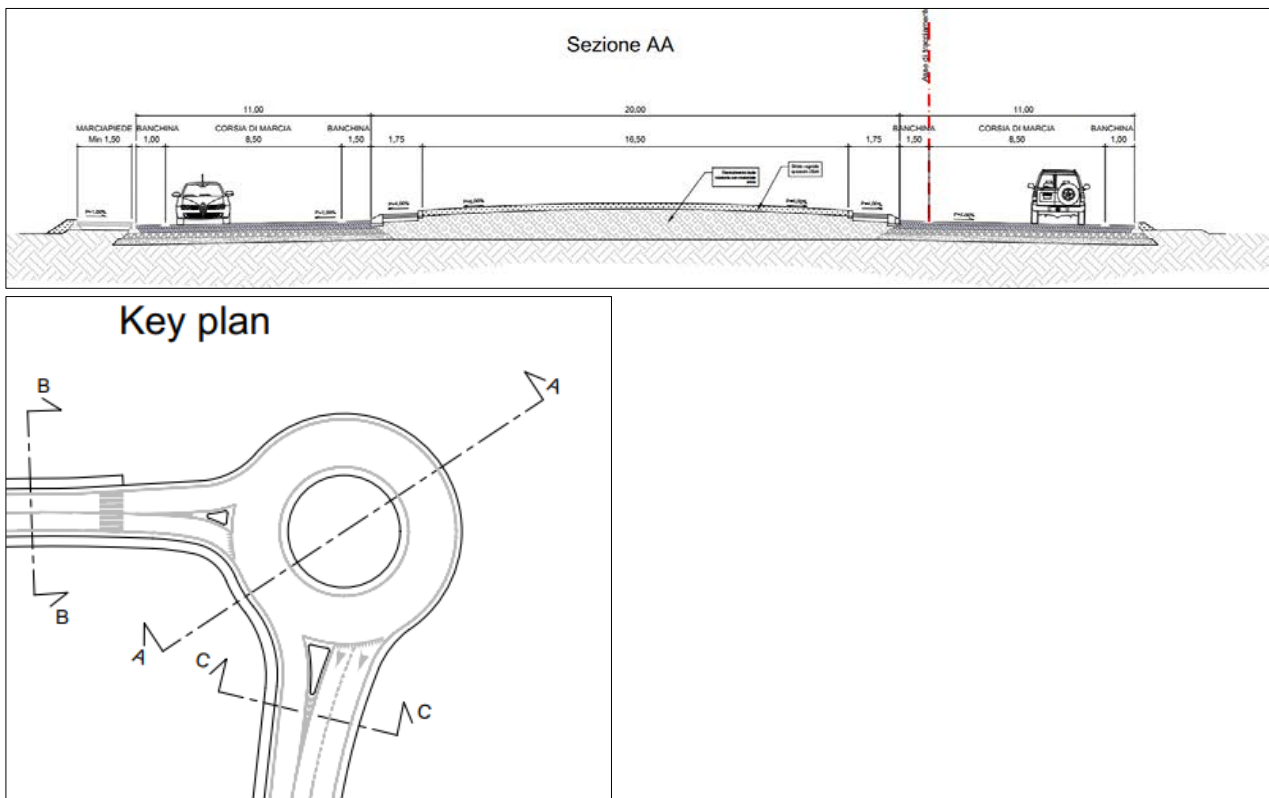
Figura 2.10 – Sezione Tipo per il tratto iniziale del Ramo 2 e del Ramo 3



La rotonda di progetto in via Edison (Rotatoria 1) rientra nella tipologia delle rotonde compatte avendo un diametro esterno pari a 40 m. Per la corsia dell'anello centrale, si prevede una larghezza pari a 8,50 m; viene prevista una banchina di larghezza 1,00 m in destra e 1,50 in sinistra. Come previsto dal D.M. 2006, trattandosi di rotonde compatte, si prevede un'isola centrale non sormontabile.

Il profilo altimetrico prevede un'unica livelletta orizzontale alla quota di 155.77 m, riferita all'asse di tracciamento, ovvero la riga bianca interna della rotonda, come evidente nell'elaborato di riferimento per il profilo altimetrico.

Figura 2.11 – Sezione Tipo della rotonda prevista di raccordo tra Ramo 3 e via Edison



### 2.1.1.3 Tratto finale

L'intervento di progetto termina in corrispondenza dello svincolo tra la A52 e la SS36, attraverso una riconfigurazione degli innesti dei rami di svincolo della A52 sulla SS36, direzione Lecco.

In particolare, la soluzione prevede l'eliminazione della confluenza delle correnti veicolari di svincolo e, pertanto, del dare precedenza esistente per i veicoli provenienti dalla A52 carreggiata nord e diretti sulla SS36 direzione Lecco, permettendo una più agevole immissione.

In questo modo si ottiene la separazione del flusso che precedentemente interferiva con il flusso proveniente dalla carreggiata Nord della A52 in uscita in direzione Lecco sulla SS36.

Vista la geometria e il ridotto raggio di curvatura della rampa, per aumentare le caratteristiche di sicurezza sulla rampa, si modifica la geometria della curva, necessaria anche per le suddette questioni di funzionalità legate alla realizzazione del ramo di immissione.

Negli elaborati progettuali, l'intervento è denominato "*Ramo di uscita su SS36-direzione Lecco*".

Figura 2.12 – Tratto finale dell'intervento



## 2.1.2 OPERE D'ARTE

Sono previste le seguenti principali opere d'arte lungo il tracciato di progetto:

- galleria artificiale e trincea tra diaframmi;
- muro di sostegno;
- argine di contenimento.

### 2.1.2.1 Galleria artificiale e trincea tra diaframmi

La galleria artificiale ha una lunghezza totale di circa 400 m. Dalla progressiva km 0+539 si estende un tratto in trincea corrispondente ad un muro a "U" in c.a. delimitato da diaframmi di altezza variabile e con spessore pari a 1 m fino a circa la progressiva km 0+580. L'andamento del tracciato risulta pressoché parallelo all'attuale Galleria "San Rocco", lungo il Ramo 1 del corpo stradale principale.

L'opera consiste in una galleria artificiale, di lunghezza circa 400 m a canna singola realizzata con diaframmi in c.a. gettati in opera, soletta di copertura e di fondo. L'estradosso della soletta si colloca a circa 8,80 m sopra il fondo scavo. A completare l'opera sono previste contro-pareti prefabbricate e cordolo, che avrà la doppia funzione di fungere da appoggio per le travi di copertura e di realizzare un collegamento tra i diaframmi. La carpenteria della galleria artificiale scatolare presenta la soletta di fondazione piana con spessore costante pari a 80 cm e la soletta di copertura con spessore pari a 100 cm. Le fodere interne e di spessore costante pari a 40 cm. La luce libera tra le fodere è di 10,25 m.

La galleria risulta inoltre impermeabilizzata lungo la sua superficie.

Si tenga presente che in corrispondenza del ricongiungimento con lo scatolare esistente alla progressiva km 0+613 circa, è stata evidenziata la presenza di una interferenza con delle strutture a corredo dell'attuale Galleria "San Rocco" che è stata oggetto di attenta valutazione e analisi, le quali sono dettagliatamente descritte all'interno dell'elaborato di progetto corrispondente.

Figura 2.13 – Andamento planimetrico della galleria

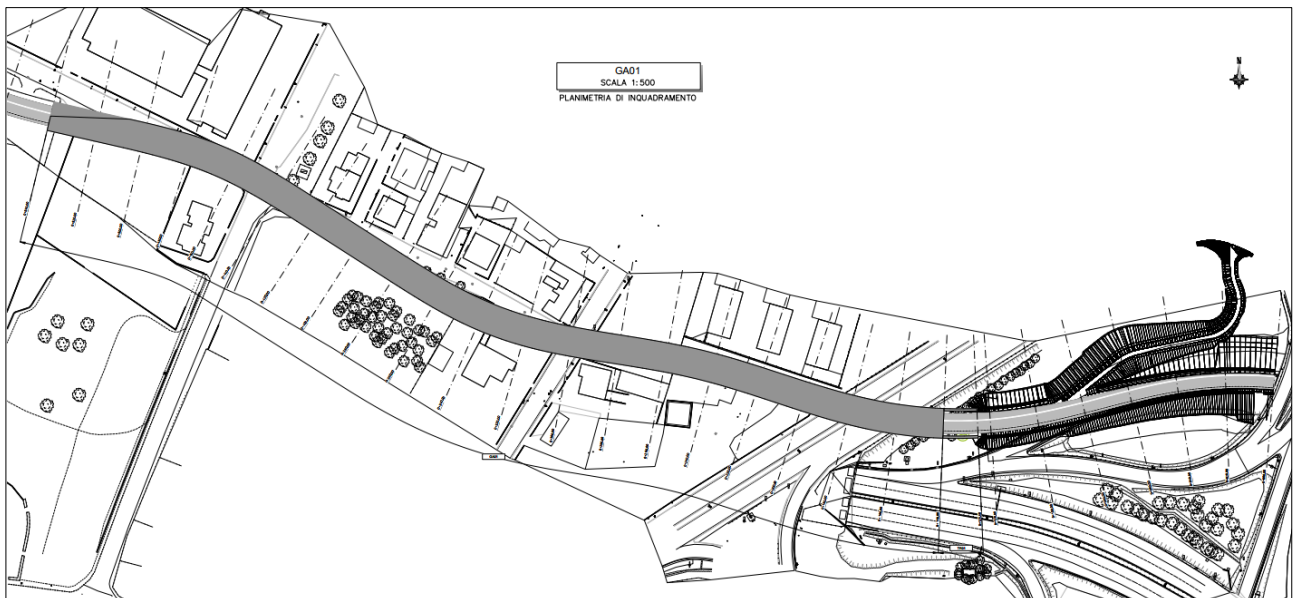
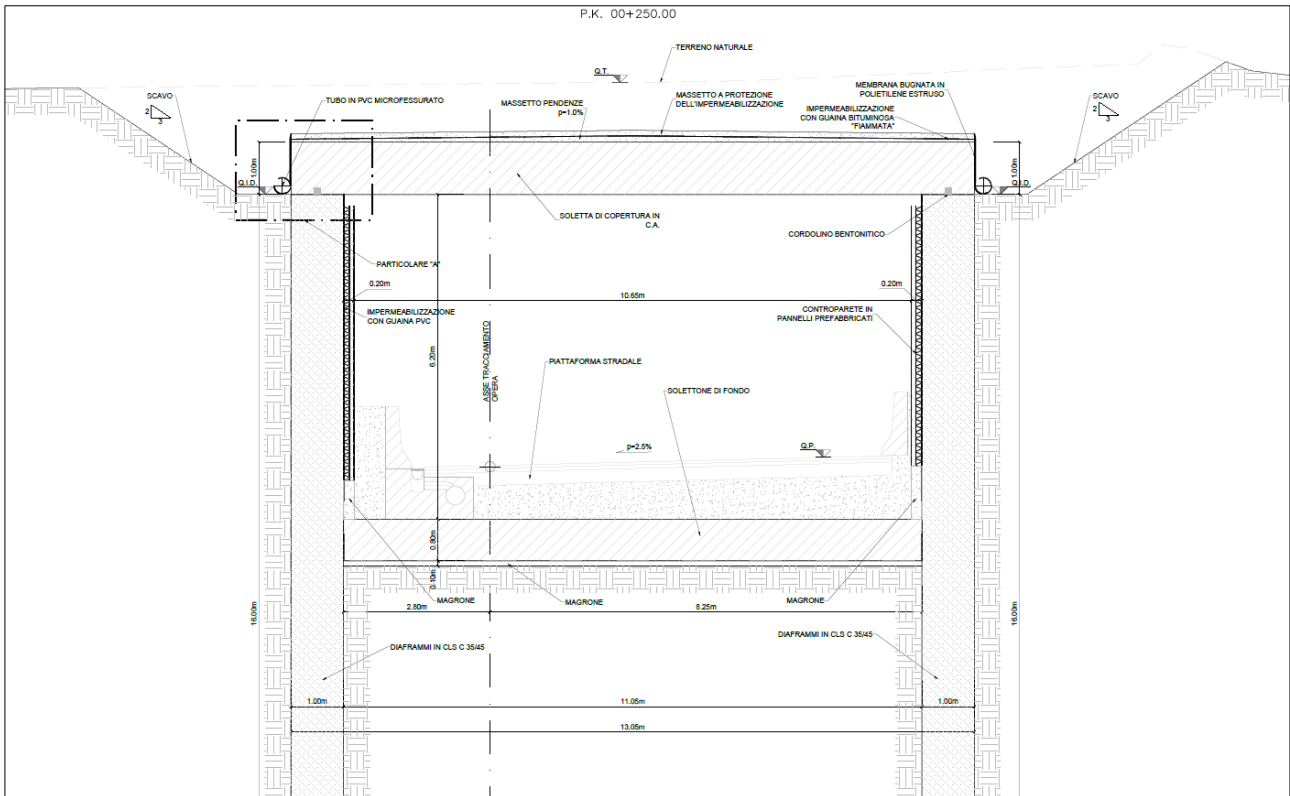


Figura 2.14 – Sezione tipologica della galleria



Nelle figure successive, si riportano l'andamento planimetrico e le sezioni tipologiche del tratto in trincea in adiacenza o meno alla Galleria S. Rocco esistente.

Figura 2.15 – Andamento planimetrico del tratto in trincea

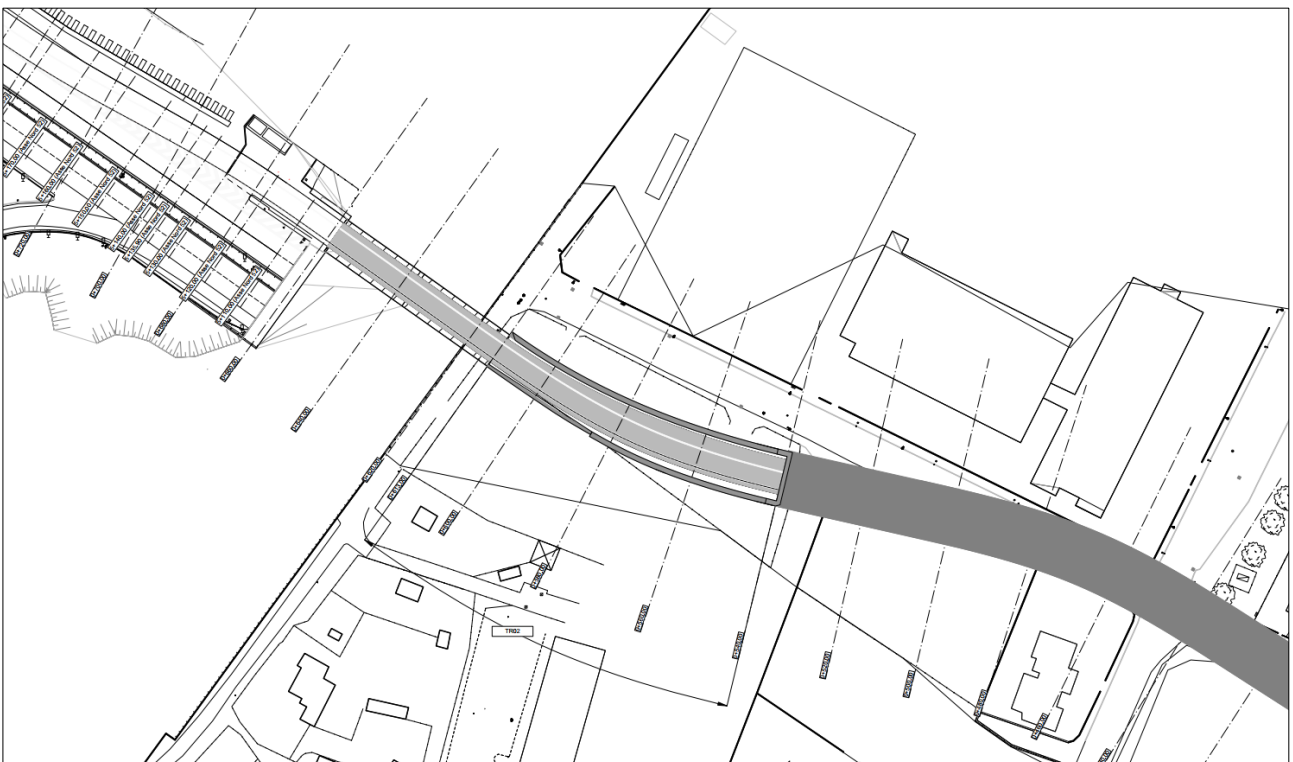


Figura 2.16 – Sezione della trincea non in adiacenza alla galleria “S. Rocco” esistente

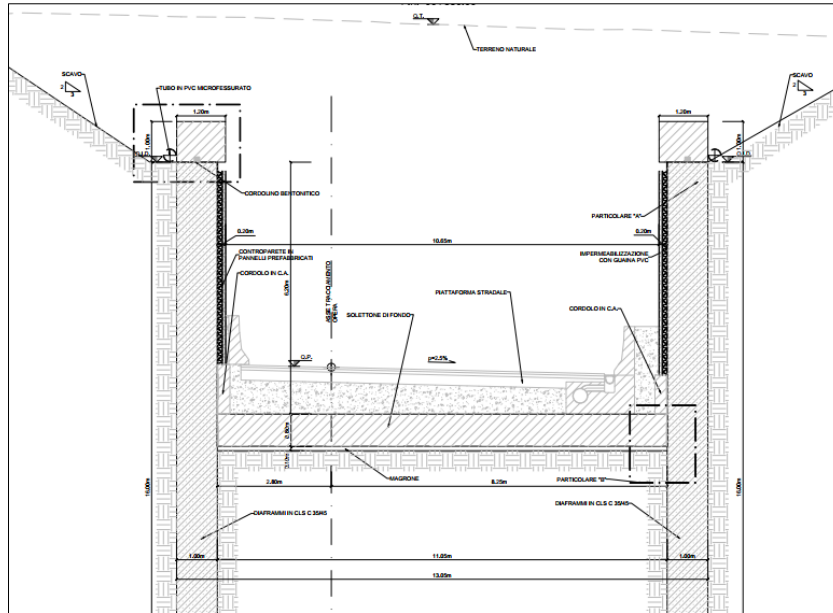
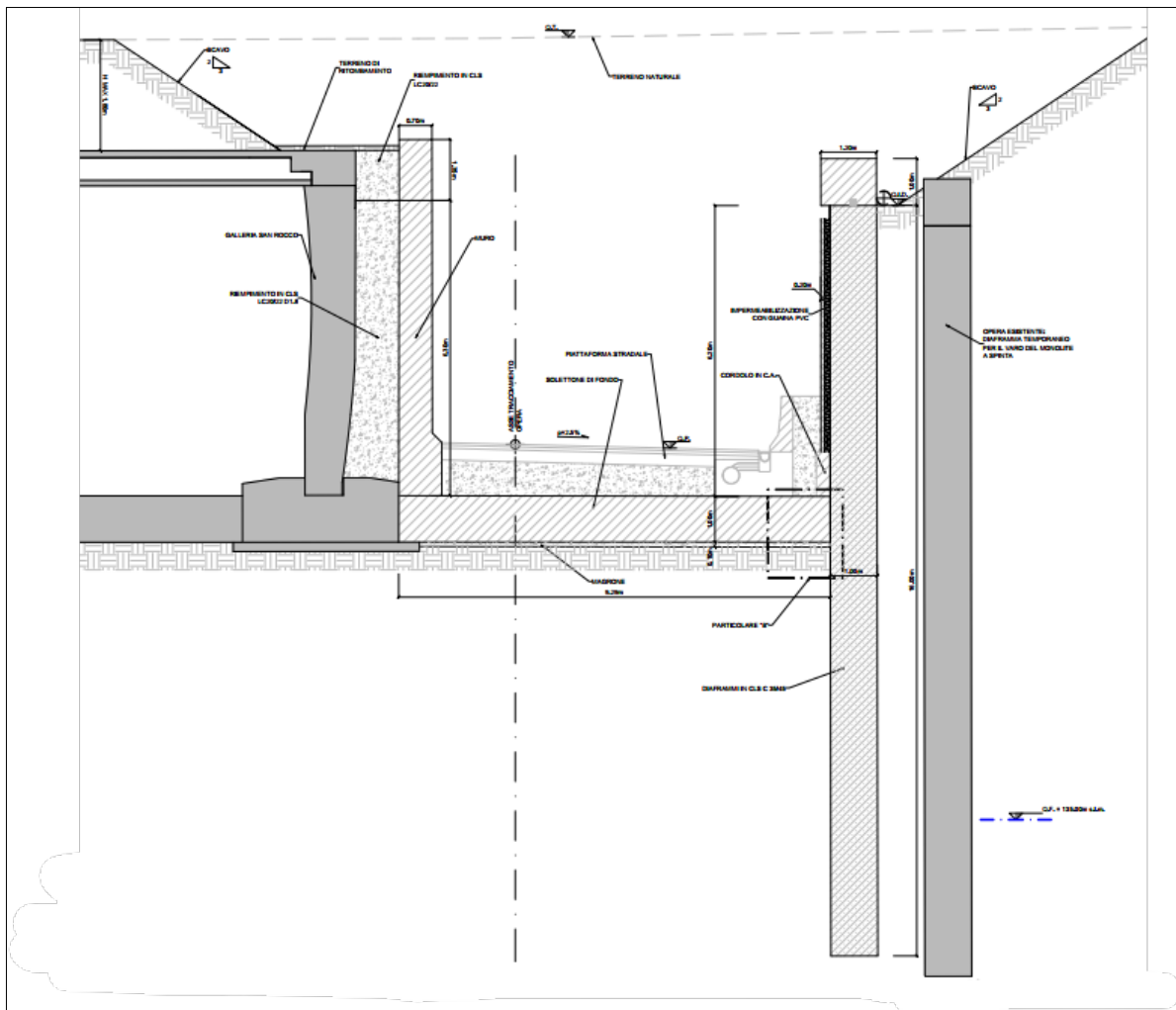


Figura 2.17 – Sezione della trincea in adiacenza alla Galleria “S. Rocco” esistente



Per quanto concerne le fasi costruttive, si prevede di realizzare l'opera mediante il metodo "Milano", ossia mediante il sistema Top-Down, consentendo di minimizzare i volumi di scavo e di conseguenza le interferenze con la viabilità locale.

Vengono dapprima eseguiti i diaframmi perimetrali in c.a., successivamente viene realizzato il primo scavo previsto a -1 m dalla testa dei diaframmi al termine del quale sarà possibile gettare la soletta di copertura, seguito dallo scavo di ribasso fino a quota - 8,80 m.

Segue la realizzazione della soletta di fondo. Previa prosecuzione dell'impermeabilizzazione, saranno realizzate le fodere interne gettate in opera che spiccano dalla soletta inferiore fino a ricongiungersi con la soletta superiore.

I diaframmi saranno realizzati con l'uso di polimeri ambientalmente compatibili, per i quali non è necessario lo smaltimento come rifiuto del materiale di risulta.

Le verifiche degli elementi strutturali sono state condotte in accordo con le prescrizioni e le indicazioni del D.M. 17/01/2018 e della Circolare 21/01/19, n. 7 C.S.LL.PP. Le verifiche sono state condotte presupponendo l'impiego dei seguenti materiali:

- calcestruzzo per pali, cordoli e per soletta superiore e inferiore: C35/45;
- acciaio per barre dia armatura: B450C;
- acciaio per puntoni provvisori: S355;
- classe di esposizione del calcestruzzo per pali, cordoli, solette: XD3;
- copriferro del calcestruzzo per pali, cordoli, solette: 75 mm.

Data la presenza di edifici di civile abitazione e attività commerciali, si rende necessaria la realizzazione di opere provvisorie. Si presuppone che gli scavi di queste opere raggiungeranno all'incirca i 3 m di profondità da piano campagna, e comunque non dovranno mai raggiungere la quota delle fondazioni degli edifici esistenti per evitarne lo scalzamento.

Per le opere provvisorie si prevede l'impiego di paratie di micropali mediante diametro di perforazione  $\Phi = 250$  mm, all'interno del quale verrà posizionata un'armatura tubolare 193,7 mm, spessore 12,5 mm e posizionati ad interasse di 0,30 m.

I micropali avranno lunghezza 9 m e saranno collegati in testa da un cordolo avente dimensioni 0,50 m x 0,50 m.

I dimensionamenti e le verifiche delle paratie sono stati sviluppati in accordo alle normative vigenti, con specifico riferimento ad alcune sezioni progettuali di particolare interesse.

Nel dettaglio, le sezioni di calcolo corrispondono alle seguenti: sezione alla progr. km 0+220 (a ridosso di alcuni condomini in prossimità dell'imbocco della nuova galleria); sezione alla progr. km 0+410; sezione alla progr. km 0+470; sezione alla progr. km 0+560.

Figura 2.18 – Sezione di scavo con utilizzo di paratie alla sezione progr. km. 0+470

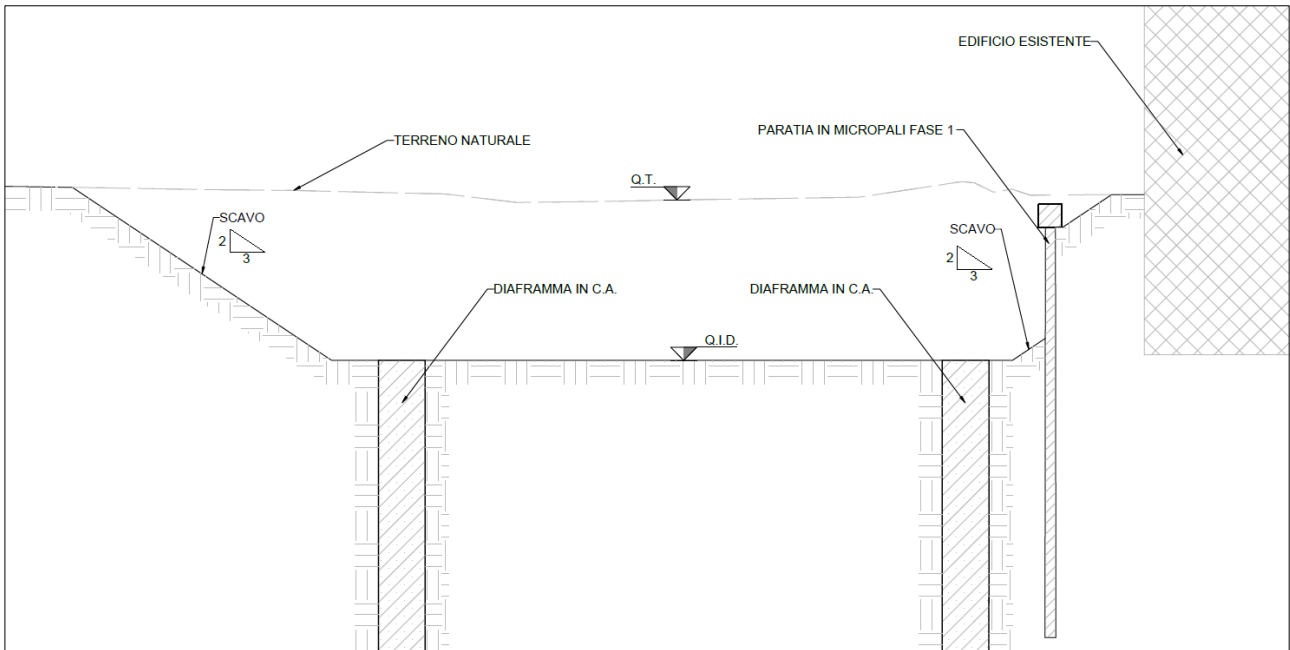


Figura 2.19 – Fasi realizzazione copertura galleria del Piano di Sicurezza di progetto illustrativo della fase A di scavo della galleria

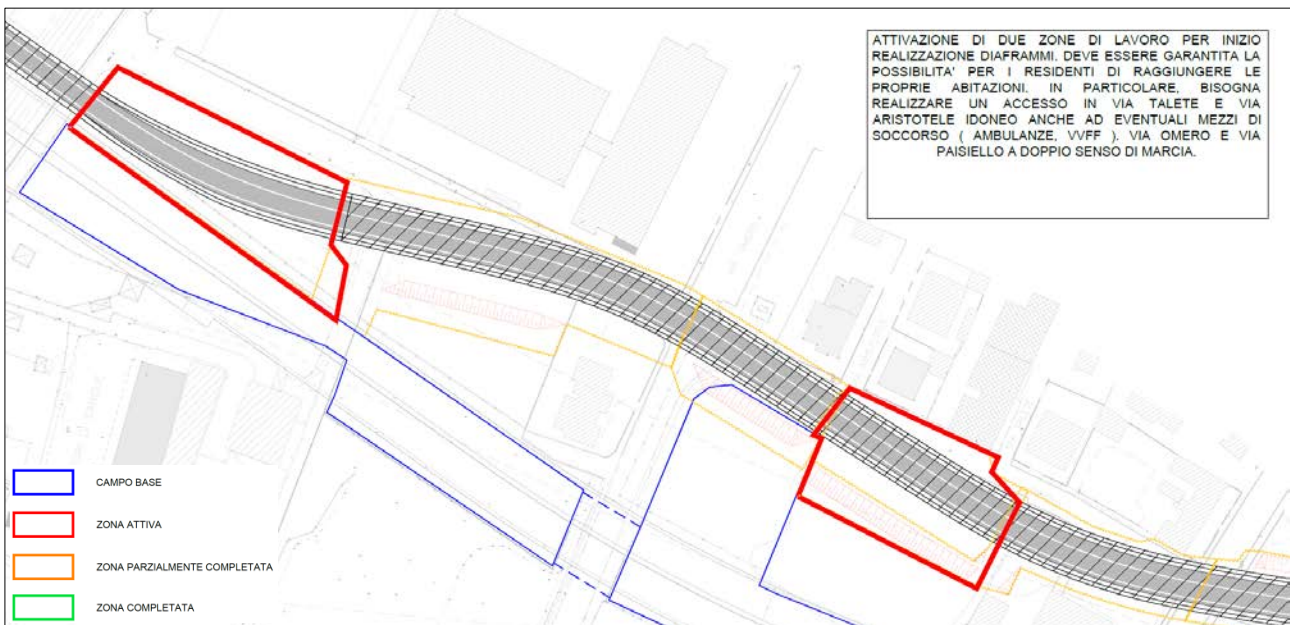




Figura 2.20 – Fasi realizzazione copertura galleria del Piano di Sicurezza di progetto illustrativo della fase B di scavo della galleria

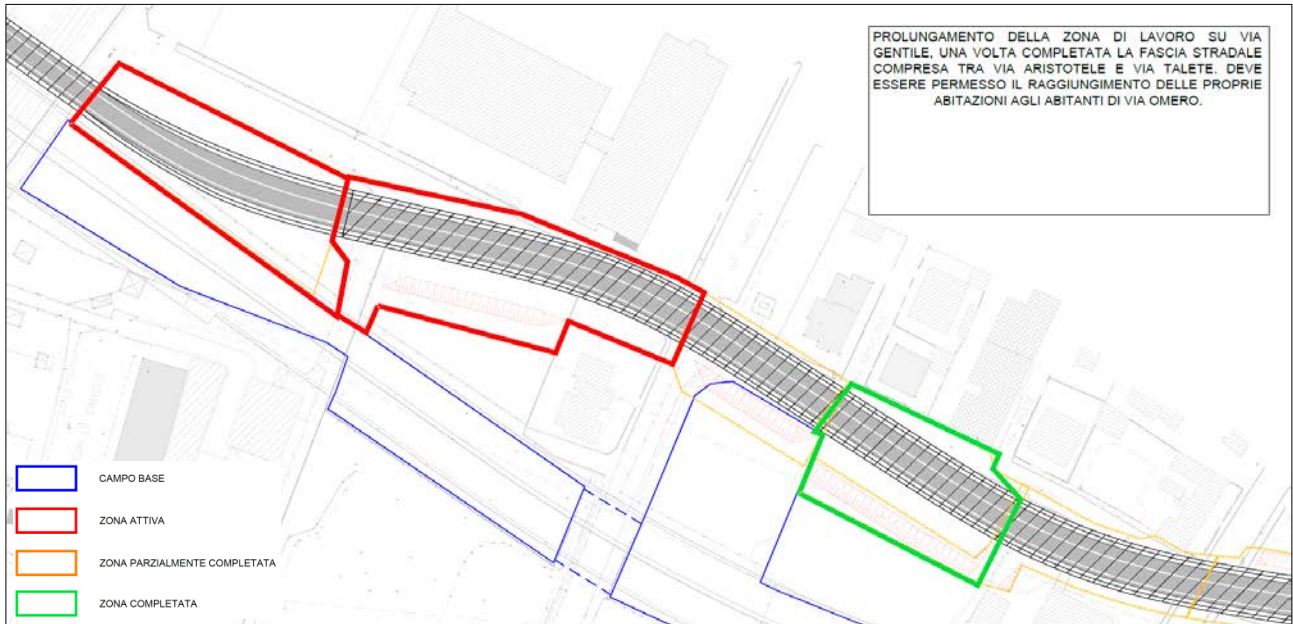


Figura 2.21 – Fasi realizzazione copertura galleria del Piano di Sicurezza di progetto illustrativo della fase C di scavo della galleria

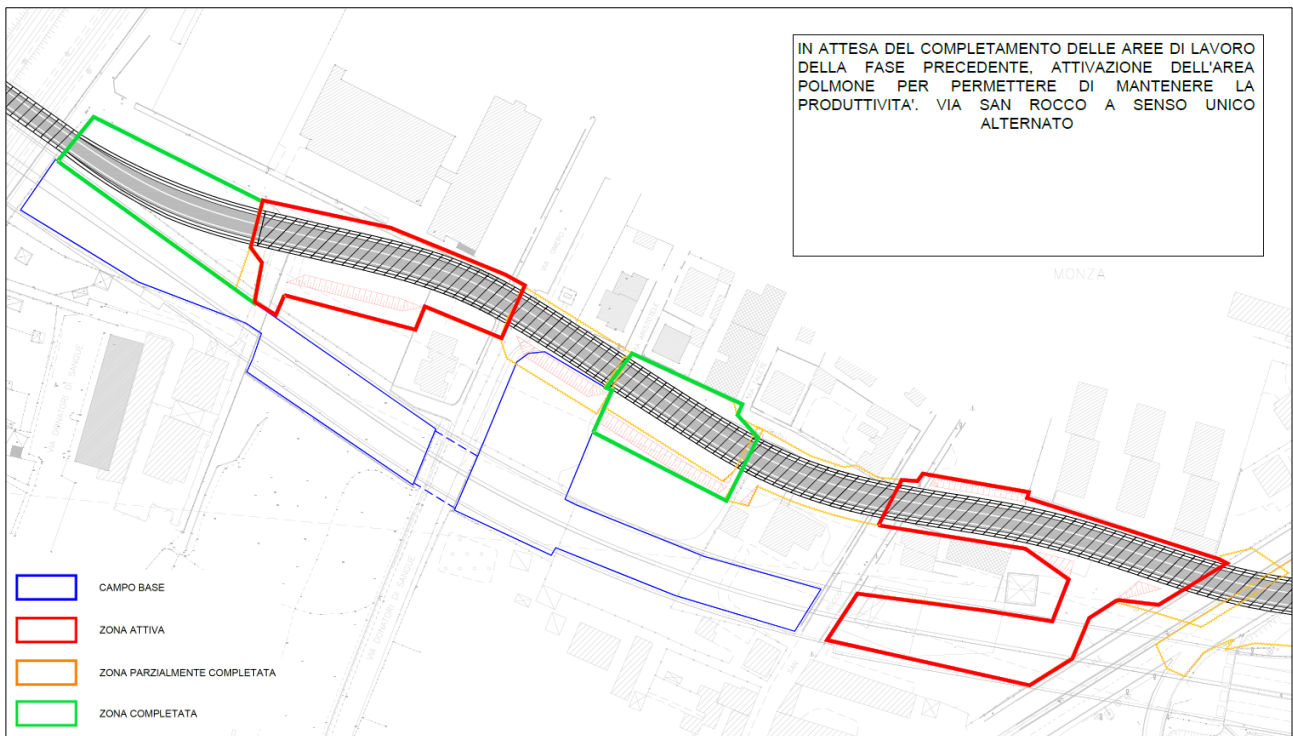


Figura 2.22 – Fasi realizzazione copertura galleria del Piano di Sicurezza di progetto illustrativo della fase D di scavo della galleria

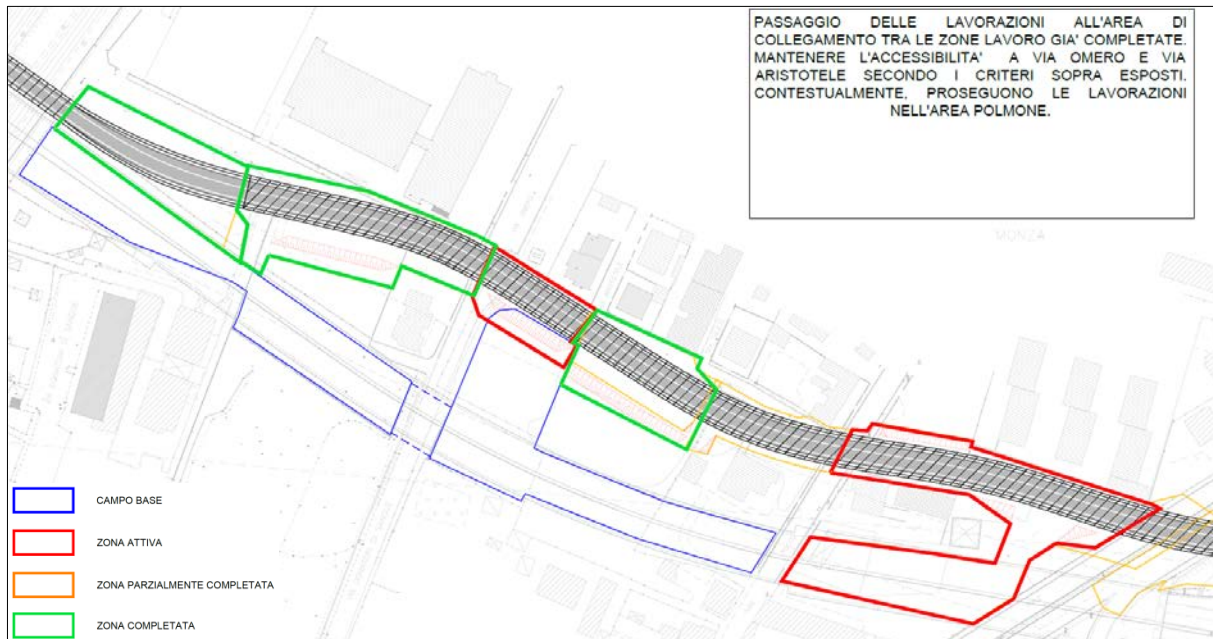


Figura 2.23 – Fasi realizzazione copertura galleria del Piano di Sicurezza di progetto illustrativo della fase E di scavo della galleria

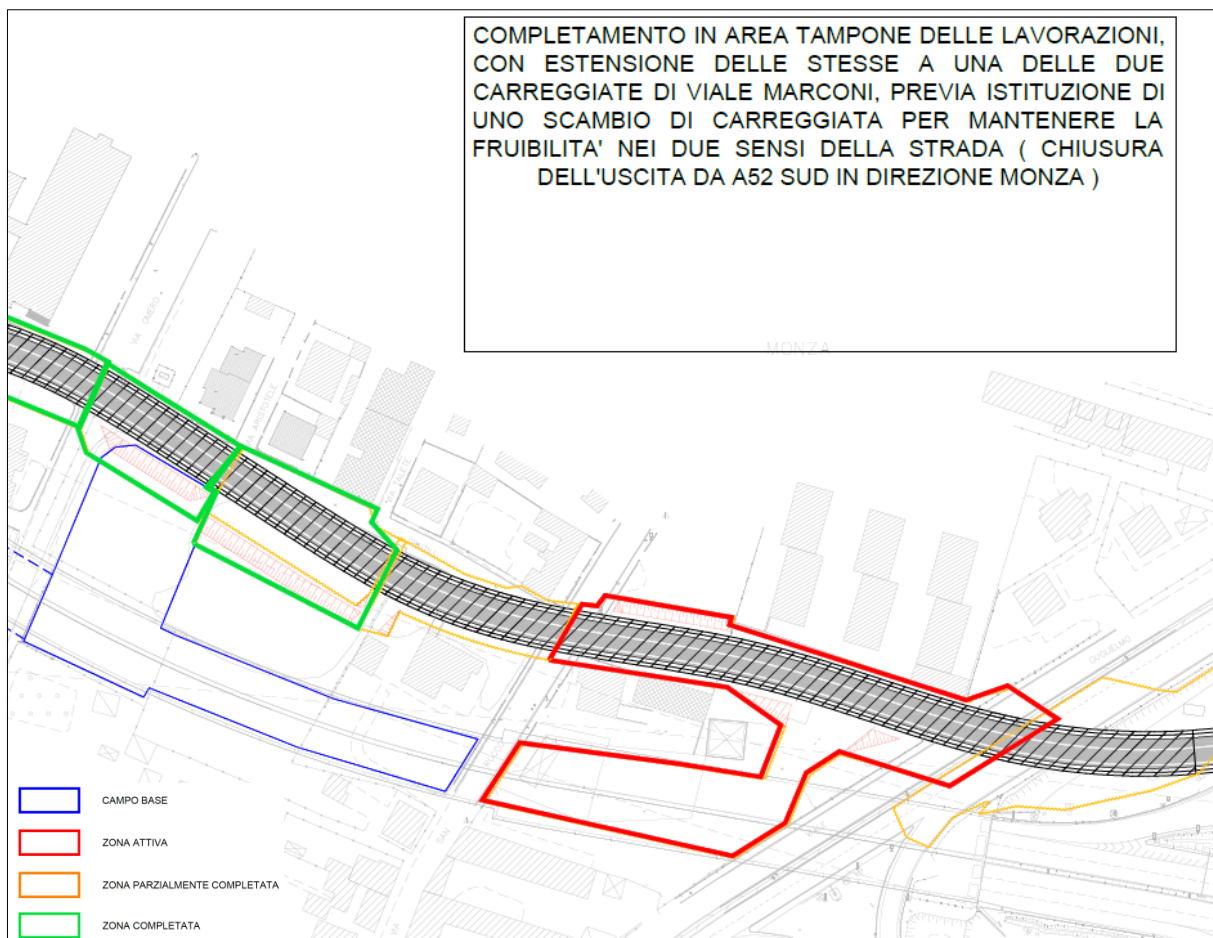


Figura 2.24 – Fasi realizzazione copertura galleria del Piano di Sicurezza di progetto illustrativo della fase F di scavo della galleria

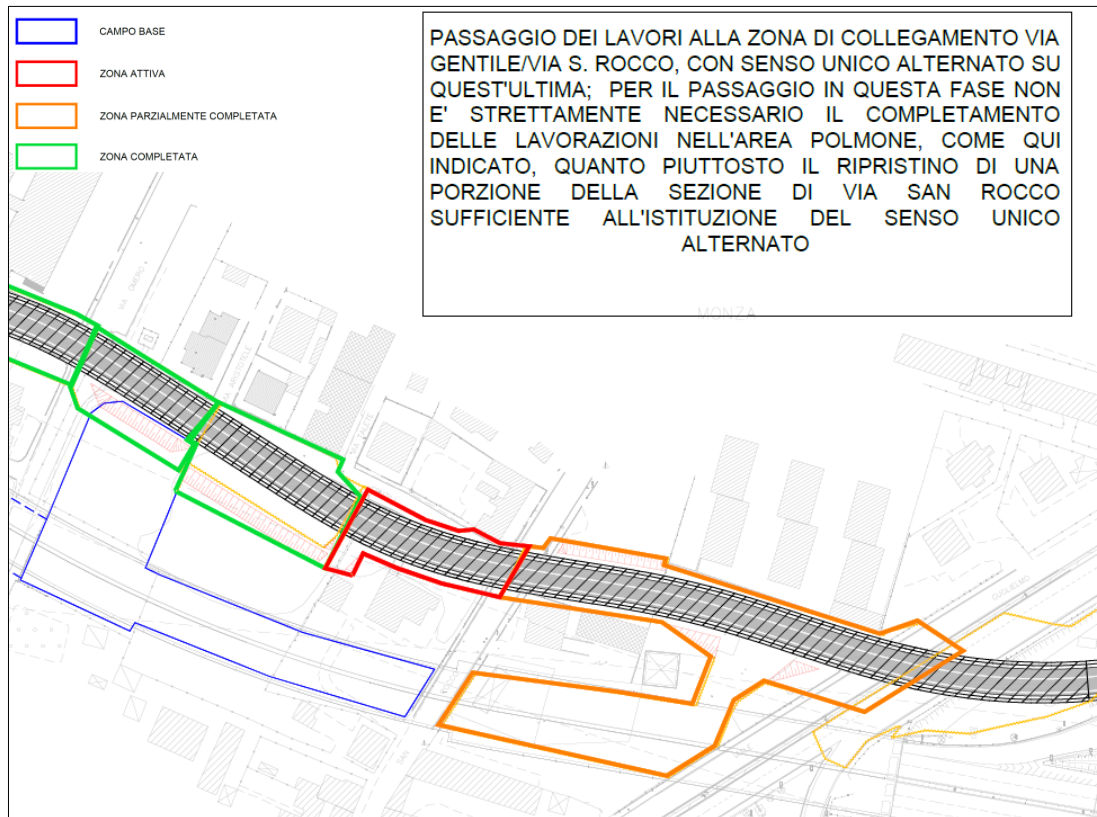


Figura 2.25 – Fasi realizzazione copertura galleria del Piano di Sicurezza di progetto illustrativo della fase G di scavo della galleria

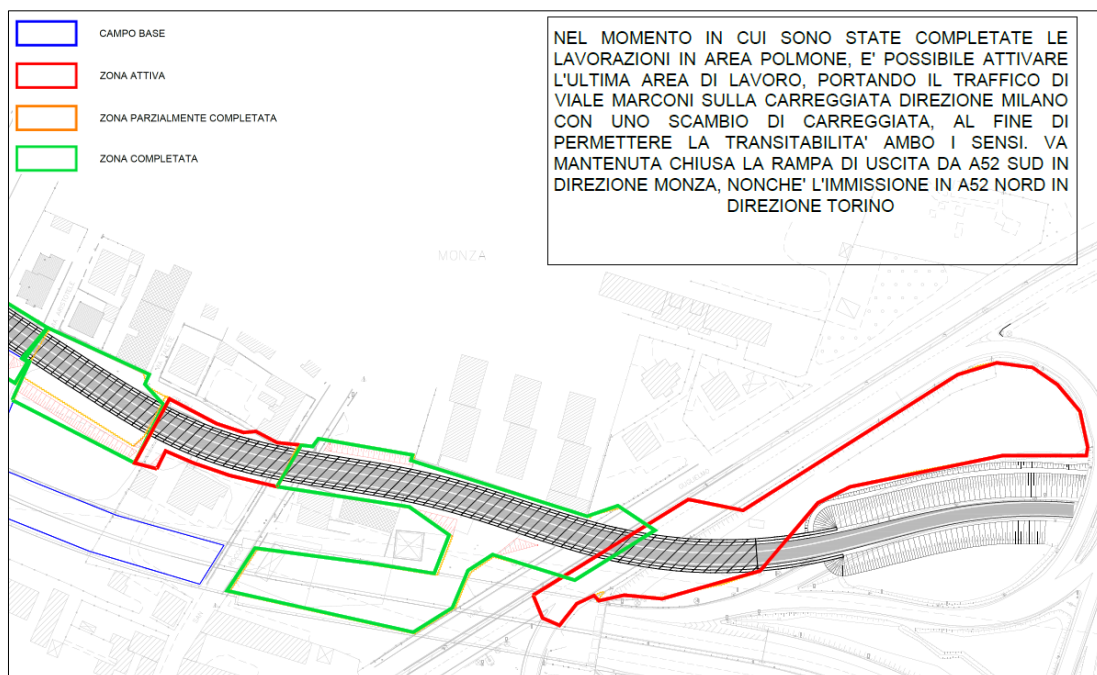
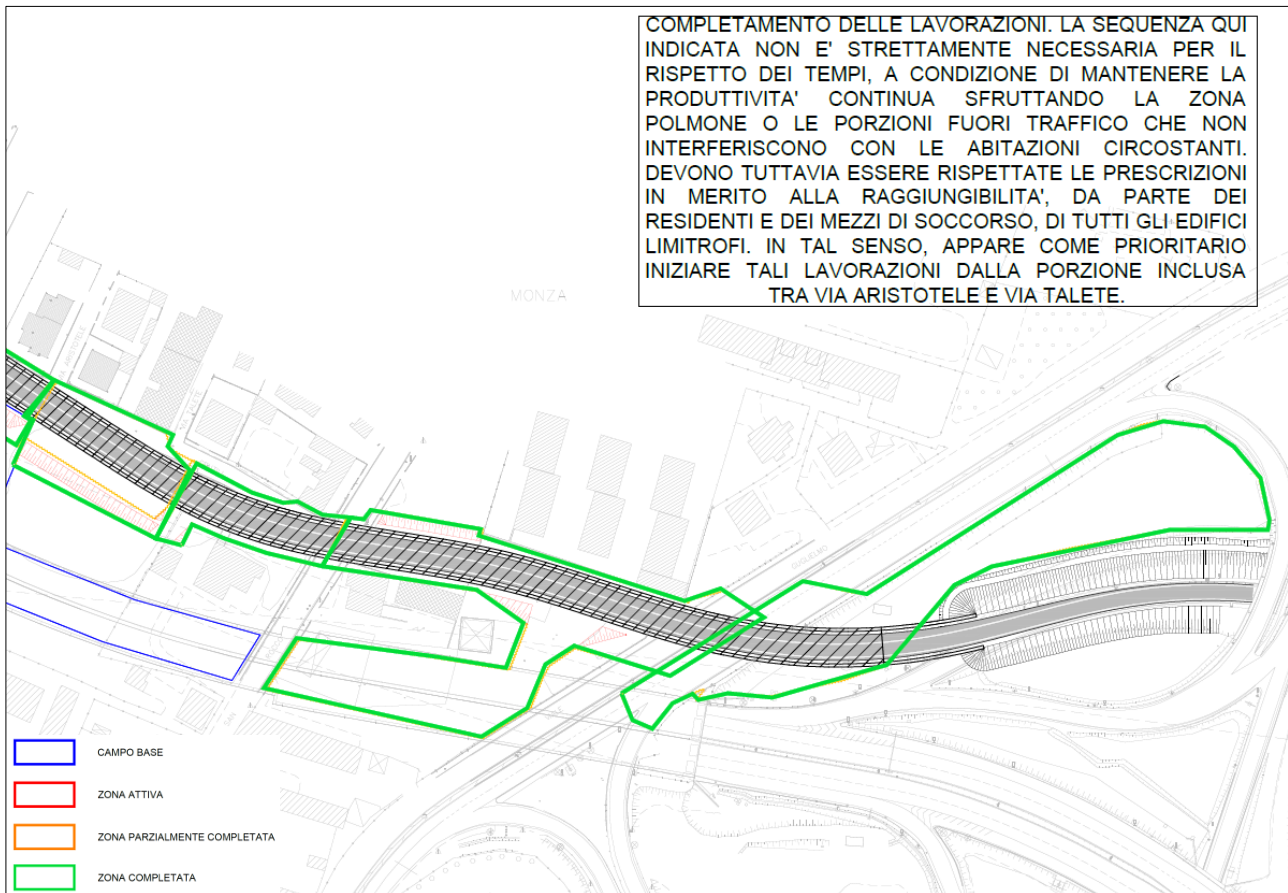


Figura 2.26 – Fasi realizzazione copertura galleria del Piano di Sicurezza di progetto illustrativo della fase H di scavo della galleria



### 2.1.2.2 Muro di sostegno

L'intervento infrastrutturale in progetto prevede la realizzazione di una nuova opera di sostegno di sviluppo complessivo pari a 136 m, lungo il fronte nord della carreggiata A52 direzione ovest in trincea esistente, nel tratto immediatamente consecutivo, in ordine di marcia, al monolite di sottopasso alla linea ferroviaria Milano-Monza.

Il manufatto verrà realizzato con lo scopo di prevedere uno spazio idoneo ad una nuova corsia di marcia e di emergenza a seguito della demolizione del muro di controripa prefabbricato esistente.

L'opera, identificata come MU05 all'interno degli elaborati progettuali, si estende dalla progressiva km. 5+117.50 alla progressiva km. 5+265.00 circa.

Per realizzare l'opera sono stati considerati dei diaframmi in c.a. di spessore 1.00 m, con un'altezza fuori terra massima pari a circa 8 m e altezza totale di 20 m. I diaframmi saranno collegati in testa da un cordolo di coronamento in c.a. gettato in opera e saranno muniti, ogni 4,80 m, di un'anima di estensione 2,40 m e di spessore 1,00 m.

La superficie fuori terra, opportunamente impermeabilizzata con malta cementizia bicomponente, sarà ricoperta da pannelli prefabbricati in calcestruzzo.

Per la realizzazione della nuova opera di sostegno, verrà dapprima eseguito uno sbancamento a tergo del muro prefabbricato esistente con pendenza 3:2. Verranno poi eseguiti i diaframmi in c.a., la testa dei diaframmi è posta alla medesima quota del muro esistente. Successivamente viene realizzato lo scavo di ribasso fino a quota di fondo scavo, tale quota è variabile tra 3.75 m e 8 m.

I diaframmi saranno realizzati con l'uso di polimeri, per i quali non è necessario lo smaltimento come rifiuto del materiale di risulta.

Le verifiche sono state condotte in accordo con le prescrizioni e le indicazioni del D.M. 17/01/2018 e della Circolare 21/01/19, n. 7 C.S.LL.PP e adottando gli stessi materiali impiegati per la galleria.

Figura 2.27 – Andamento planimetrico del muro MU05

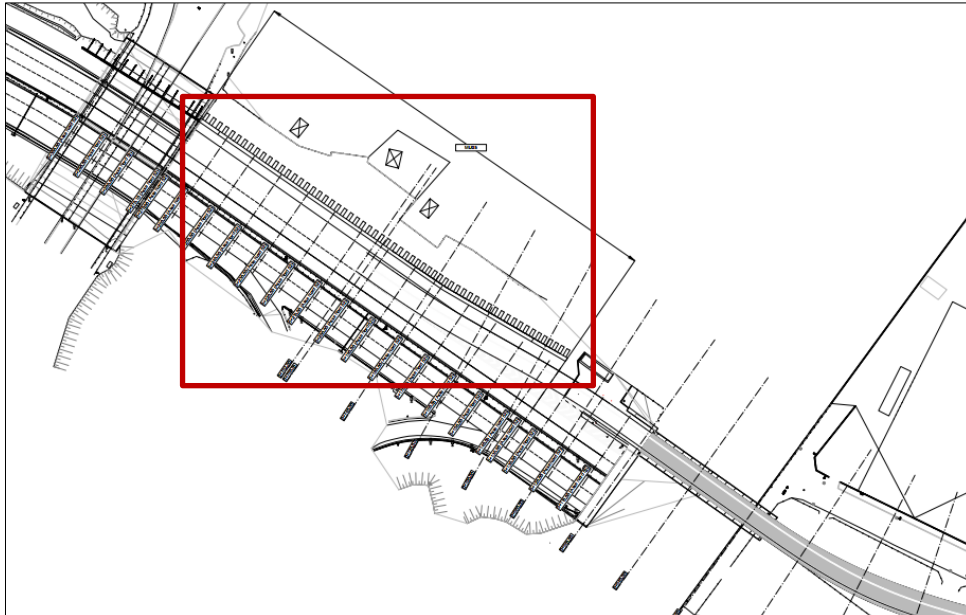
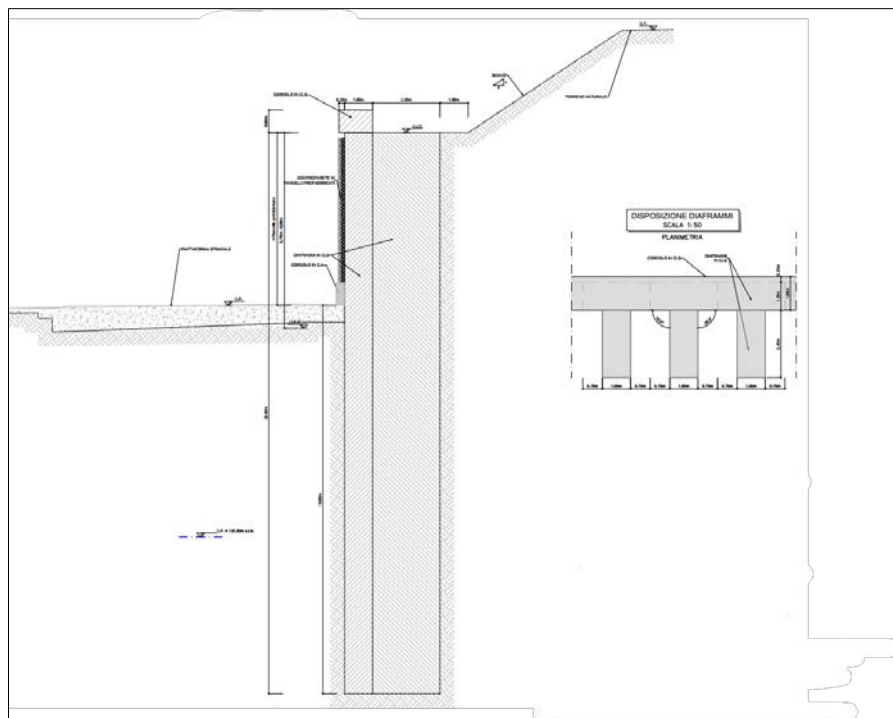


Figura 2.28 – Sezione tipologica del muro MU05



Inoltre, verrà realizzata una nuova opera di sostegno passante al di sotto del viadotto esistente allo svincolo Monza Centro – Sesto Nord (al km. 5+281 circa). Per la progettazione dell'opera, identificata all'interno degli elaborati pertinenti alla parte in trincea indenticata come TR06 all'interno degli elaborati progettuali, sono stati considerati micropali realizzati con diametro di perforazione pari a  $\Phi = 160$  mm e armati con tubolare  $\Phi 88,6$  mm sp. 6,3 mm, posti ad interasse  $i = 0,30$  m, collegati in testa da una trave di coronamento in c.a di sezione trapezoidale (0,40xH0,35 m) con cavallotti aventi le medesime caratteristiche geometriche, posti ad interasse di 3,00 m e con inclinazione di  $65^\circ$ .

Figura 2.29 – Andamento planimetrico dell'opera di sostegno

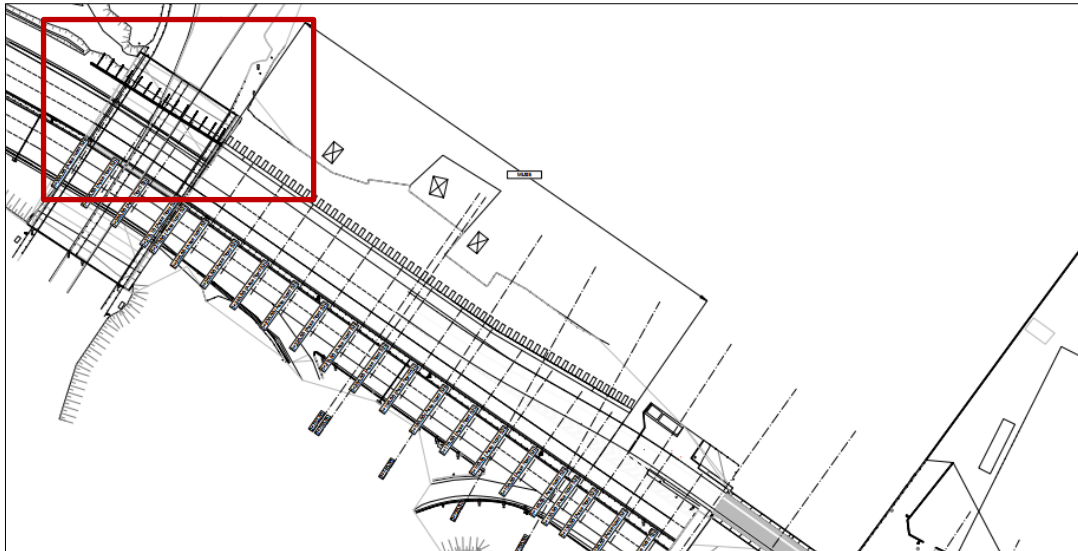
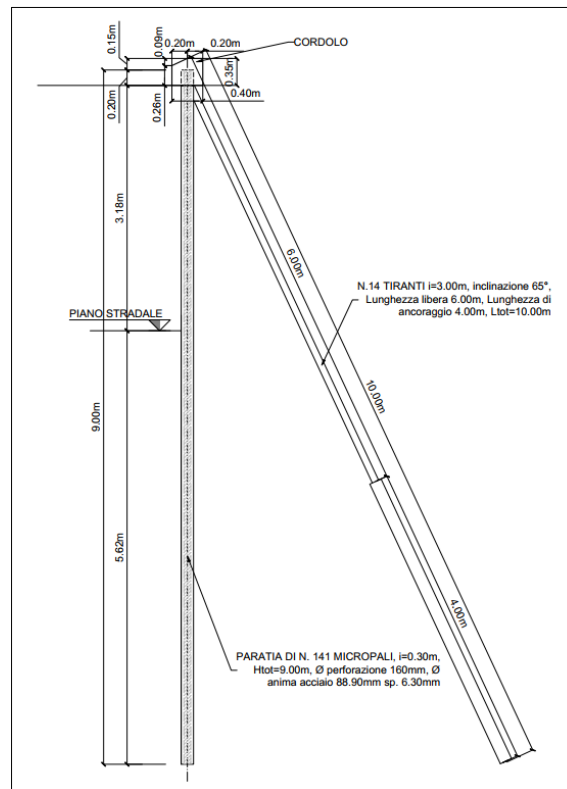


Figura 2.30 – Sezione tipologica dell'opera di sostegno



### 2.1.2.3 Argine di sostegno

Lo svincolo di S. Alessandro ricade in aree potenzialmente allagabili associate al Fiume Lambro. A protezione della viabilità esistente nella condizione eccezionale di allagamento della trincea, che si innesterebbe all'imbocco est della galleria artificiale di nuova realizzazione e che si estenderebbe tra le progressive km. 0+000 e km. 0+122,16, per una lunghezza di circa 122 m, è stata prevista la realizzazione di un argine sul lato sinistro della nuova viabilità di progetto a protezione della viabilità esistente. L'argine si estende tra le progressive km. 0+090 e km. 0+130, per una lunghezza di circa 40 m avrà la geometria riportata nella figura seguente.

Figura 2.31 – Planimetria dell'argine

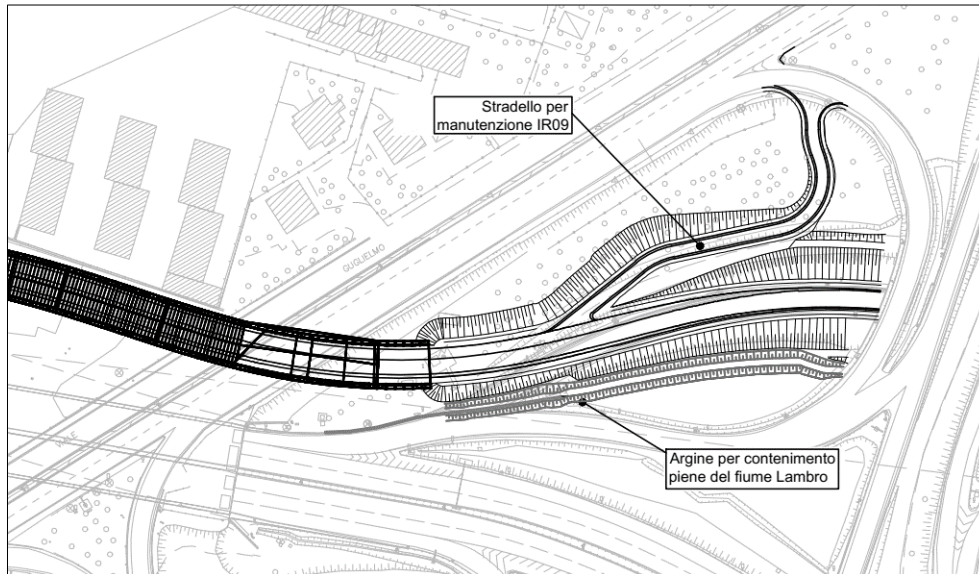
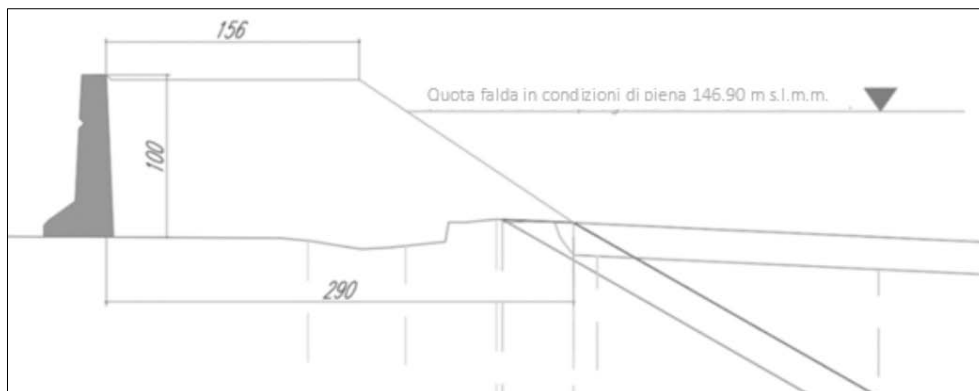


Figura 2.32 – Sezione tipologica dell'argine



L'introduzione delle arginature implica che non si ha più l'interessamento diretto della tangenziale nord da parte degli allagamenti, che invece si propagherebbero lungo la viabilità in progetto per poi interessare l'asse principale con flusso diretto da ovest verso est.

Al fine di evitare la propagazione delle piene lungo la viabilità in progetto, dal momento che non era possibile agire sulla livelletta stradale, si è scelto di posizionare in caso di necessità delle panconature metalliche rimovibili lungo la nuova viabilità (barriera antiesondazione). In caso di allerta di piena, con elevati livelli idrici nel Lambro, si procederà dunque ad inibire il transito di automezzi lungo l'asse in progetto e saranno posizionate queste strutture che eviteranno la propagazione degli allagamenti lungo la nuova viabilità e

conseguentemente lungo l'asse principale. Gli elaborati progettuali relativi alla parte strutturale riportano i dettagli costruttivi delle strutture a supporto della barriera antiesondazione (cordolo scalinato di base e colonne lungo i muri in trincea all'imbocco della galleria).

Figura 2.33 – Stralcio planimetrico delle opere previste per contrastare le esondazioni da parte del fiume Lambro

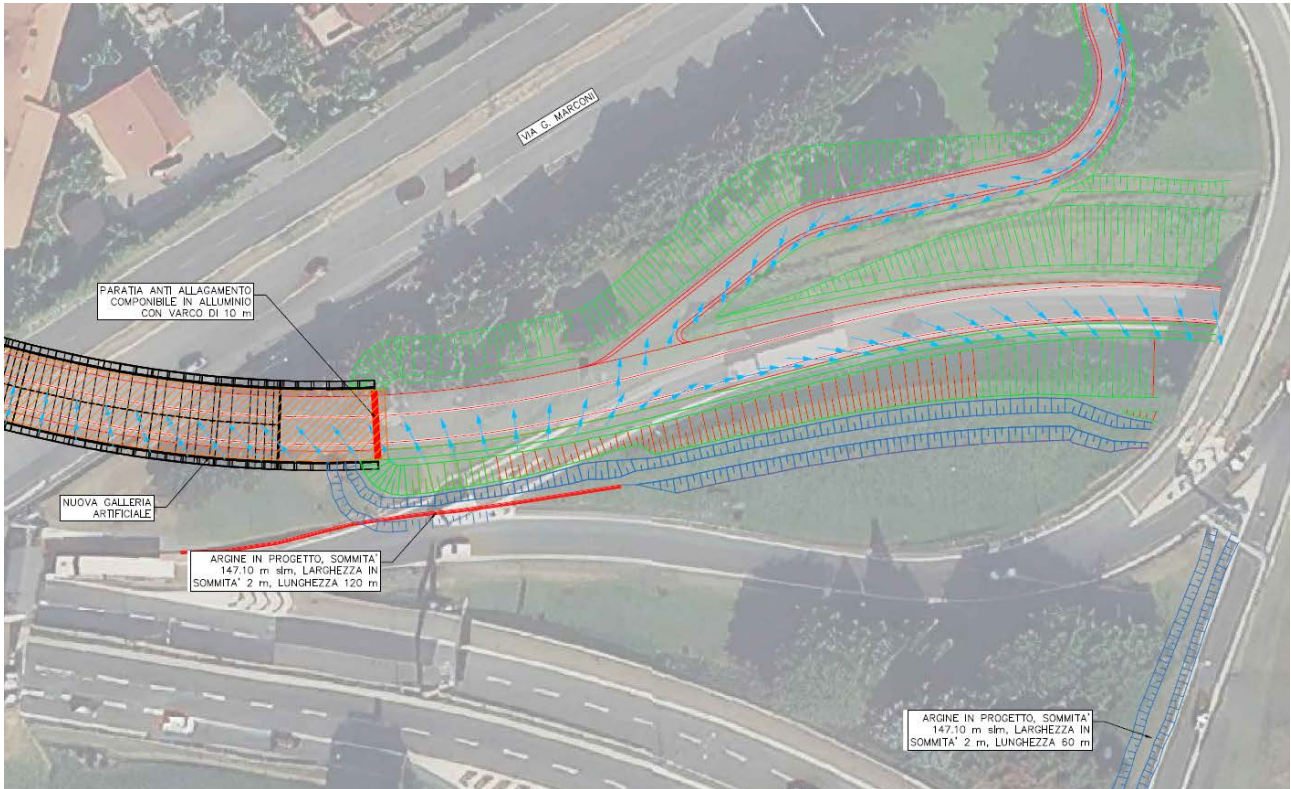
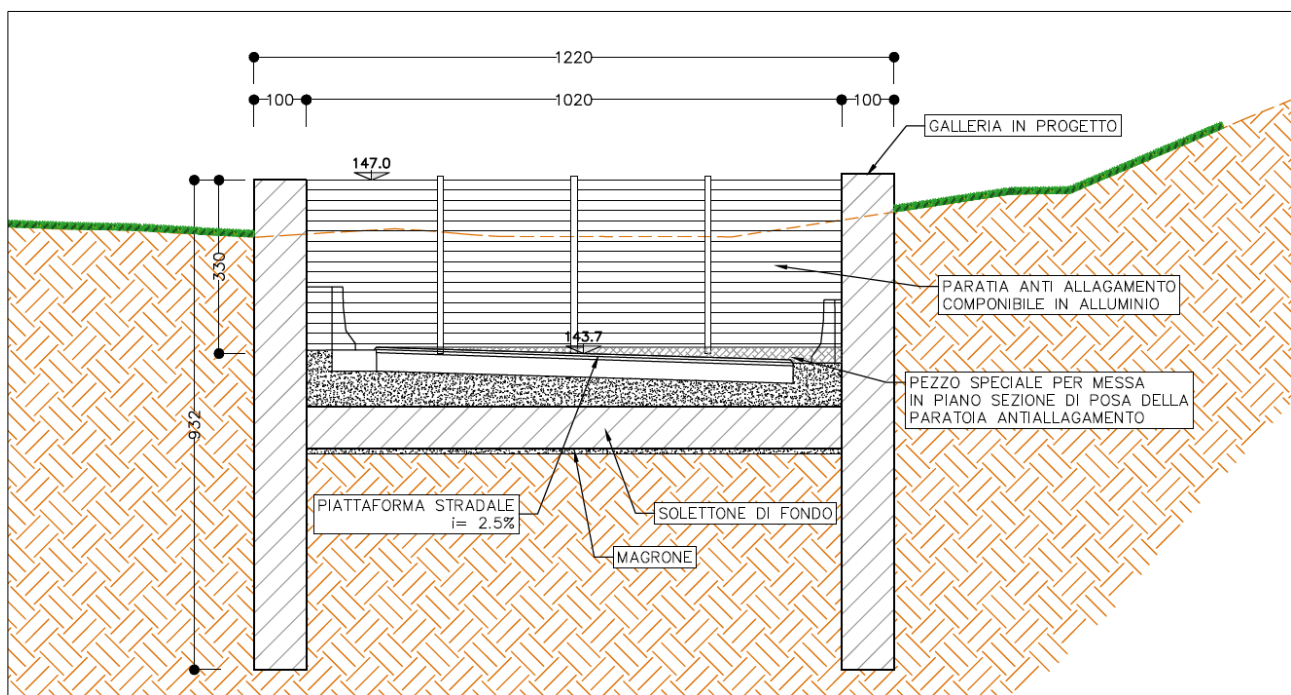


Figura 2.34 – Tipologico panconato rimovibile previsto dal progetto





### 2.1.3 DRENAGGIO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA

Il dimensionamento delle opere per la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche di piattaforma è stato predisposto valutando il migliore assetto da assegnare al sistema rispetto al recapito finale tenendo conto:

- della sollecitazione meteorica di progetto;
- dei vincoli dettati dalle normative vigenti;
- dei vincoli dettati dalle prescrizioni degli Enti competenti;
- dell'analisi delle sensibilità del sistema;
- della funzionalità del sistema di trattamento delle acque;
- della particolare situazione morfologica ed idraulica dell'area.

Il progetto è volto a garantire l'applicazione di misure volte al rispetto del principio dell'invarianza idraulica, finalizzate a salvaguardare e non peggiorare la capacità ricettiva del sistema idrico e a contribuire alla difesa idraulica del territorio progettando gli interventi in modo da favorire il deflusso/infiltrazione delle acque.

In sintesi, l'intervento prevede:

- opere per la raccolta delle acque di piattaforma: caditoie, cunette, canalette, ecc;
- opere per l'allontanamento delle acque di piattaforma: embrici;
- opere per l'allontanamento delle acque esterne: fossi di guardia;
- opere per il trasporto delle acque: fossi, canali, condotte, pozzetti, tombini;
- opere per il trattamento delle acque di prima pioggia: impianti che trattano le acque di dilavamento e catturano gli sversamenti accidentali;
- opere che garantiscano l'invarianza idraulica del territorio: bacini di laminazione, fossi di guardia.

Lo smaltimento delle acque meteoriche all'interno dell'opera infrastrutturale in progetto prevede due sistemi distinti per la viabilità autostradale e quella secondaria.

Nel dettaglio, il sistema di drenaggio della piattaforma autostradale prevede due sistemi di drenaggio distinti, il primo relativo ai tratti all'aperto, il secondo relativo ai tratti in galleria. Entrambi i sistemi sono di tipo chiuso, ossia un sistema in cui il convogliamento delle acque di piattaforma tramite collettori avviene verso un presidio idraulico con funzioni di stoccaggio sversamenti accidentale, separazione della frazione inquinante (prime piogge) e scarico in opere di laminazione ed infiltrazione idraulicamente indipendenti sulla base della compatibilità con i vincoli normativi vigenti.

Per la viabilità secondaria non è previsto il trattamento delle acque meteoriche, dal momento che non risulta soggetta a flussi stradali paragonabili a quelli autostradali. Nonostante ciò, è garantita la laminazione delle portate secondo il principio dell'invarianza idraulica. Gli schemi di raccolta e di smaltimento delle acque meteoriche di dilavamento prevedono la presenza di fossi con trincee drenanti e, in sommità, fossi di guardia rivestiti per la viabilità in trincea, mentre la viabilità in rilevato prevede l'utilizzo di embrici e il convogliamento delle acque all'interno di fossi di guardia che si trovano ai piedi del rilevato e caratterizzati dalla presenza di setti in terra a intervalli prestabiliti per la laminazione delle portate. Per le rotatorie, è previsto il convogliamento delle acque verso vasche di laminazione e infiltrazione poste nelle aiuole centrali.

La raccolta, l'eventuale trattamento e lo smaltimento delle acque meteoriche di dilavamento tramite trincee, pozzi drenanti o fossi di guardia corrisponde ad una scelta progettuale che, oltre a trovare conferma nel riproporre delle valutazioni progettuali consolidate, consente di risolvere la questione connessa allo scarico nella fognatura comunale, già spesso sottodimensionate, oppure in una rete di bonifica, peraltro inesistente nell'area. Analogamente si sottolinea come nell'area in progetto non siano presenti corsi d'acqua nei quali recapitare le acque meteoriche, se non a distanze notevoli (fiume Lambro), dunque lo scarico per infiltrazione appare l'unica scelta tecnicamente fattibile.

Il drenaggio e la gestione delle acque meteoriche ha pertanto necessitato la progettazione di un sistema piuttosto articolato, che può essere schematizzato in funzione del tracciato stradale e del recapito della rete fognaria ivi progettata.

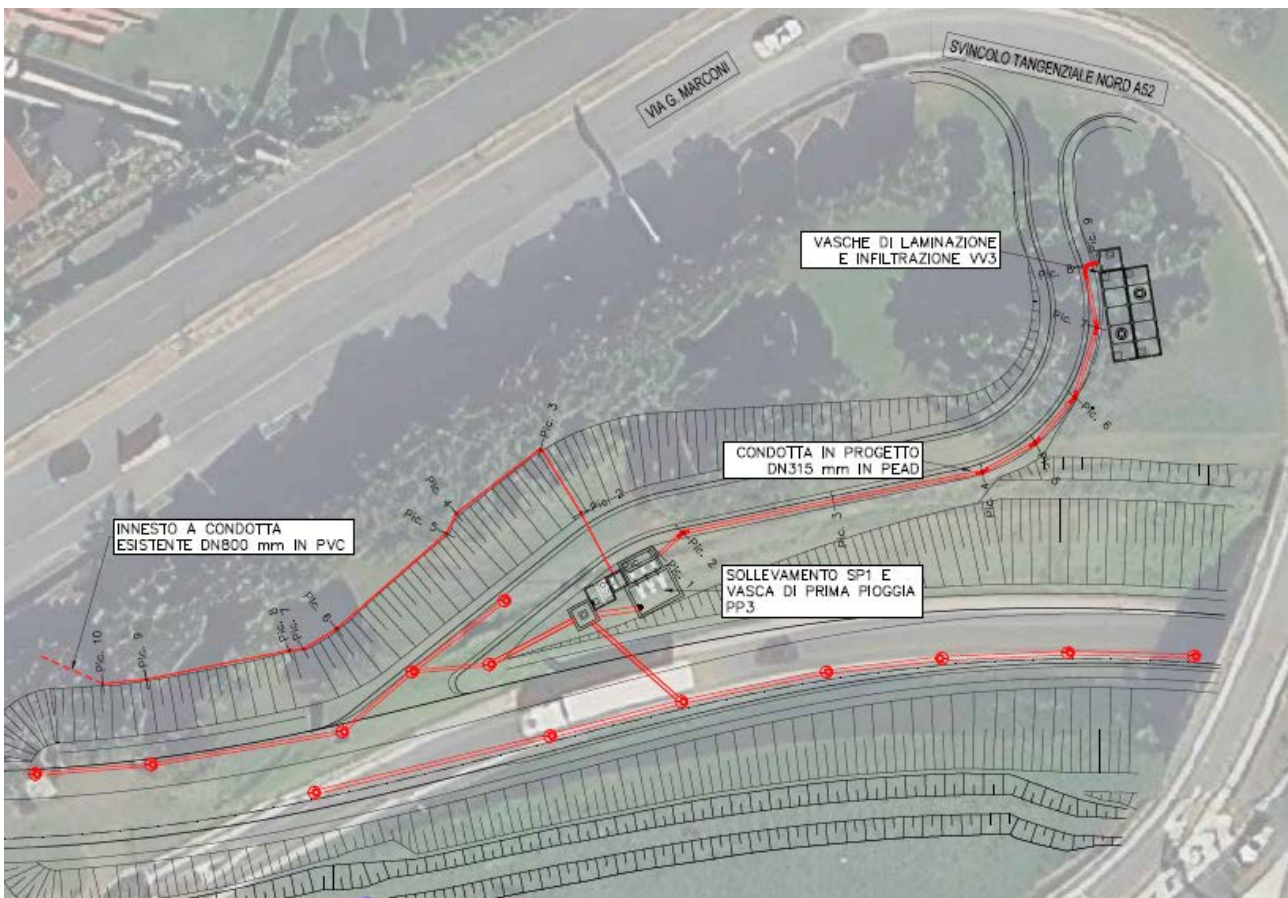
Tabella 2.1 – Schematizzazione dei sistemi di drenaggio e di gestione delle acque meteoriche

Tracciato stradale		Rete fognaria afferente al manufatto:
Tipologia	Codifica	
Ramo 1	TR01	Vasca V.V.3
Gallerie e Ramo 1	GA01 + GA02 + TR02	Vasca V.V.2
Ramo 1 e Asse principale	TR03 + TR06	Vasca V.V.2
Asse Principale	TR06 + TR07 + TR08	Vasca V.V.1
Ramo 2	TR04	Vasca V.V.1
Ramo 3	TR05	Vasca V.V.1
Rotatoria 1	IR01	Trincea drenante F.V.1
Raccordo A52-SS36	IR09	Trincea drenante T.D.8

La vasca V.V.3 sarà realizzata posando in opera due manufatti in ca prefabbricato, ciascuno di volume pari a 50 m<sup>3</sup>, per un totale di 100 m<sup>3</sup>. Le acque laminate, infine, verranno infiltrate nel sottosuolo mediante un pozzo drenante, di diametro interno pari a 0,8 m e altezza di 6,5 m, che sarà realizzato all'interno delle vasche stesse.

Le acque piovane provenienti dalle scarpate saranno veicolate nelle trincee drenanti T:D.5, T.D.6 e T.D.7, le quali svolgeranno la duplice funzione di dispersione delle acque meteoriche e di laminazione delle portate di picco dei collettori.

Figura 2.35 – Stralcio planimetrico del sistema di drenaggio e di gestione delle acque del Ramo 1 (TR01) con evidenza della vasca di laminazione e infiltrazione VV3



Nella galleria è stata prevista la posa in opera di canalette grigliate, di dimensioni comprese tra 30x30 cm e 30x50 cm, per veicolare possibili sversamenti accidentali, eventuali portate antincendio, le frazioni di precipitazione che i veicoli provenienti dalla trincea trascinano con sé e le acque meteoriche cadute sul breve tratto in trincea a cielo aperto compreso tra la galleria in progetto e quella esistente.

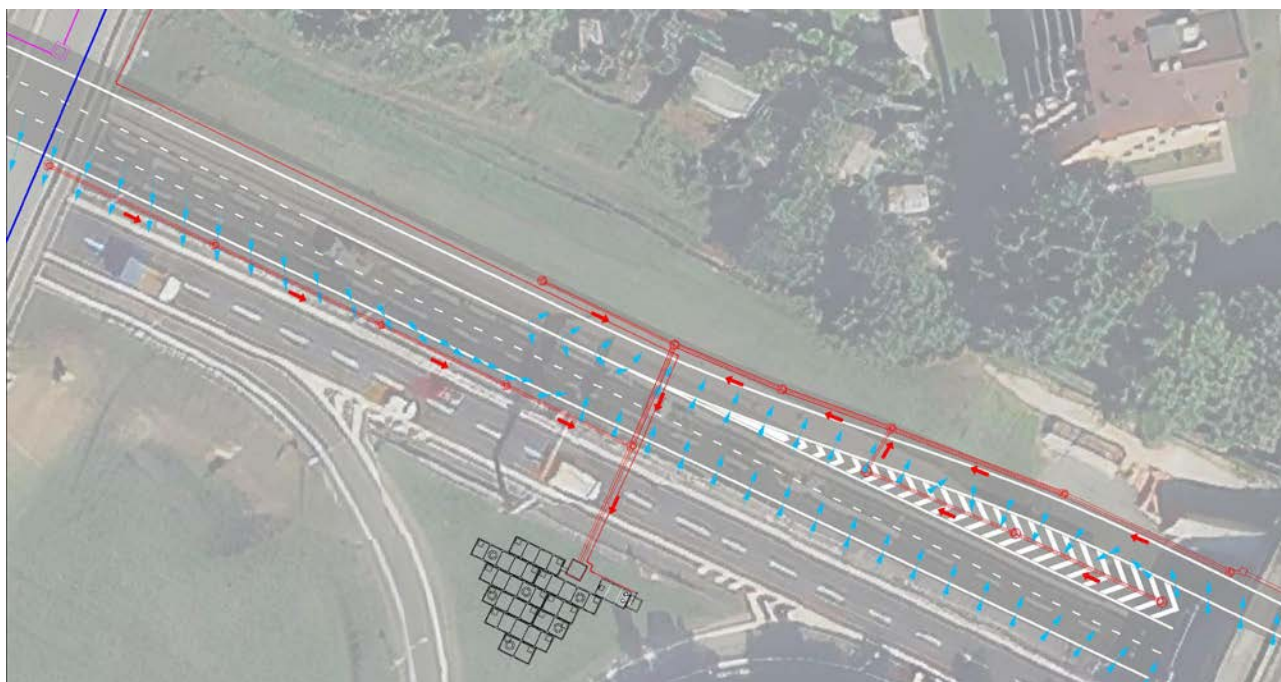
La raccolta delle acque meteoriche che insistono sulla superficie stradale dell'ultima frazione del Ramo 1 e di circa la metà del primo tratto dell'asse principale (TR06) avverrà attraverso un sistema di canalette grigliate che scaricano nella rete fognaria tramite l'utilizzo di tubi in polietilene DN 160.

Per il drenaggio delle acque, è stata prevista la posa in opera di una rete fognaria afferente alla vasca V.V.2, con un'estensione totale di circa 274 m e composta da tubazioni in PEAD SN8 con diametri nominali compresi tra 315 e 500 mm.

Figura 2.36 – Stralcio planimetrico del sistema di drenaggio del Ramo 1 e delle Gallerie (GA01 + GA02 + TR02)



Figura 2.37 – Stralcio planimetrico del sistema di drenaggio e di gestione delle acque del Ramo 1 e dell'Asse principale (TR03 + TR06) con evidenza della vasca di laminazione e infiltrazione VV2



La raccolta delle acque meteoriche che insistono sulla superficie stradale della restante porzione dell'asse principale (circa metà TR06 + TR07 + TR08) avverrà attraverso un sistema di canalette grigliate che scaricano nella rete fognaria tramite l'utilizzo di tubi in polietilene DN 160.

Per il drenaggio delle acque, è stata prevista la posa in opera di una rete fognaria afferente alla vasca V.V.1, con un'estensione totale di circa 519 m e composta da tubazioni in PEAD SN8 con diametri nominali compresi tra 315 e 800 mm.

La vasca V.V.1 sarà realizzata interamente in scavo ed avrà un volume di invaso pari a 2200 m<sup>3</sup>:

Le acque laminate, infine, verranno infiltrate nel sottosuolo mediante 4 pozzi drenanti, di diametro interno pari a 1,6 m ed altezza di 5,5 m, che saranno realizzati all'interno della vasca stessa.

Figura 2.38 – Stralcio planimetrico del sistema di drenaggio e di gestione delle acque dell'Asse principale (TR06 + TR07 + TR08) con evidenza della vasca di laminazione e infiltrazione VV1 e (nell'immagine successiva) dettaglio della vasca di prima pioggia PP1 e di stoccaggio sversamenti accidentali

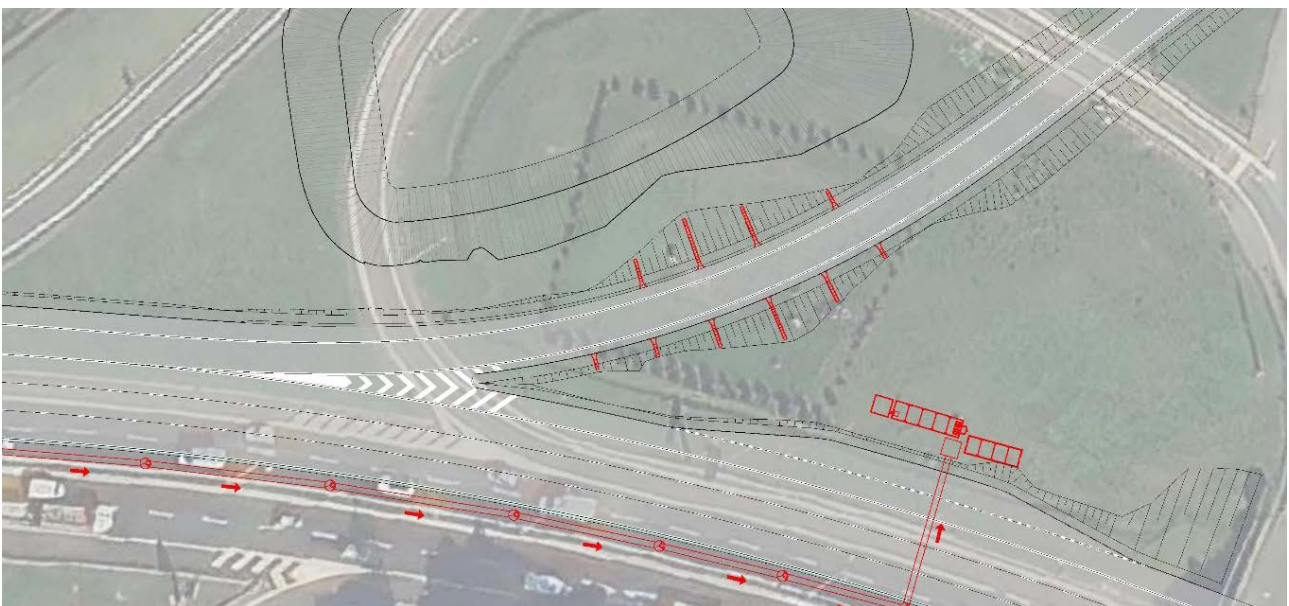
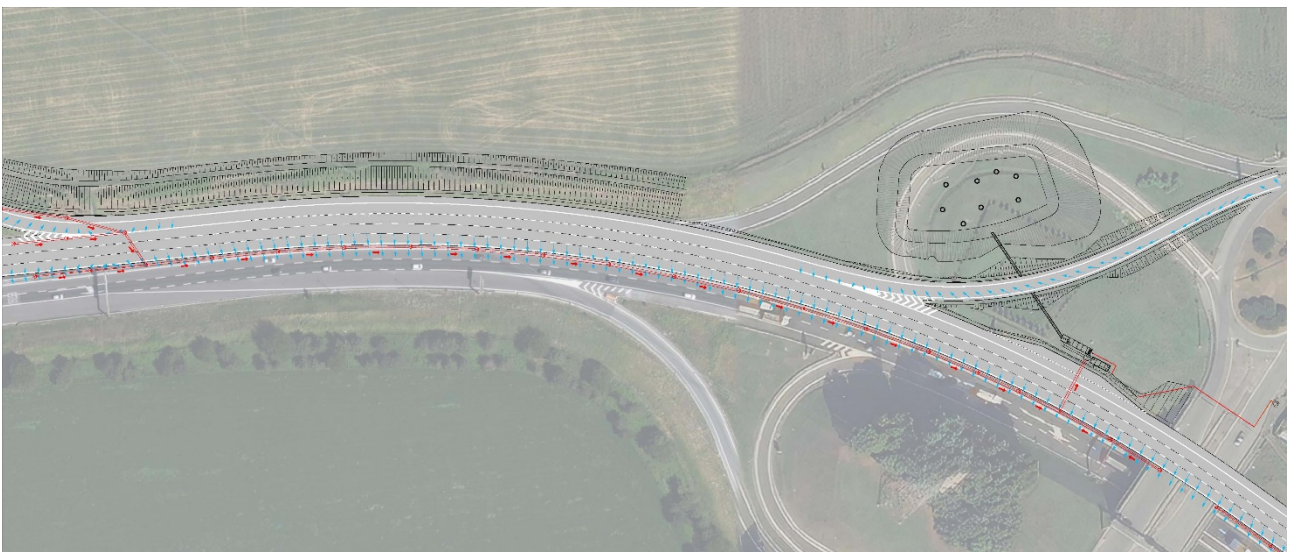
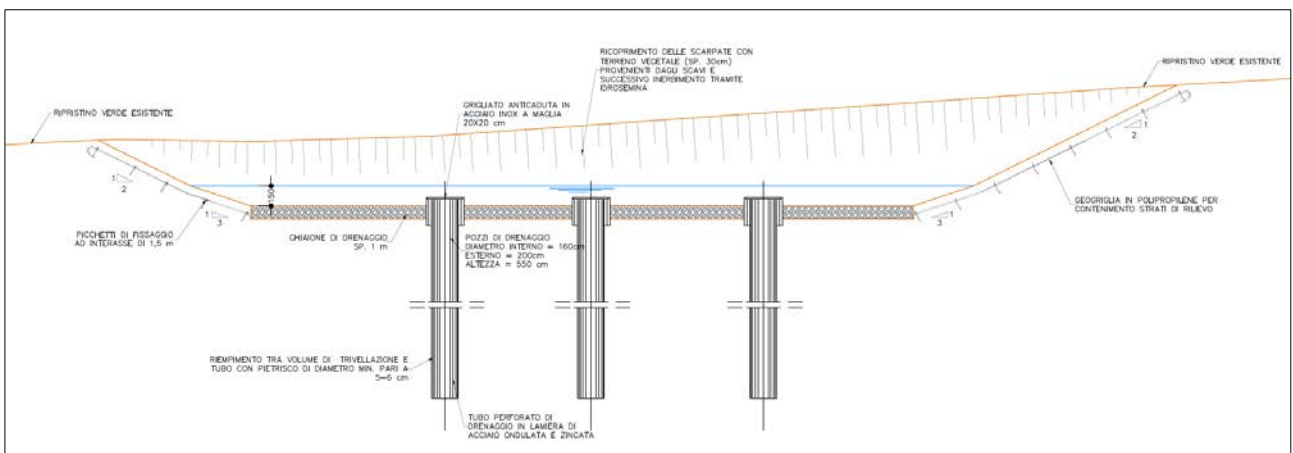
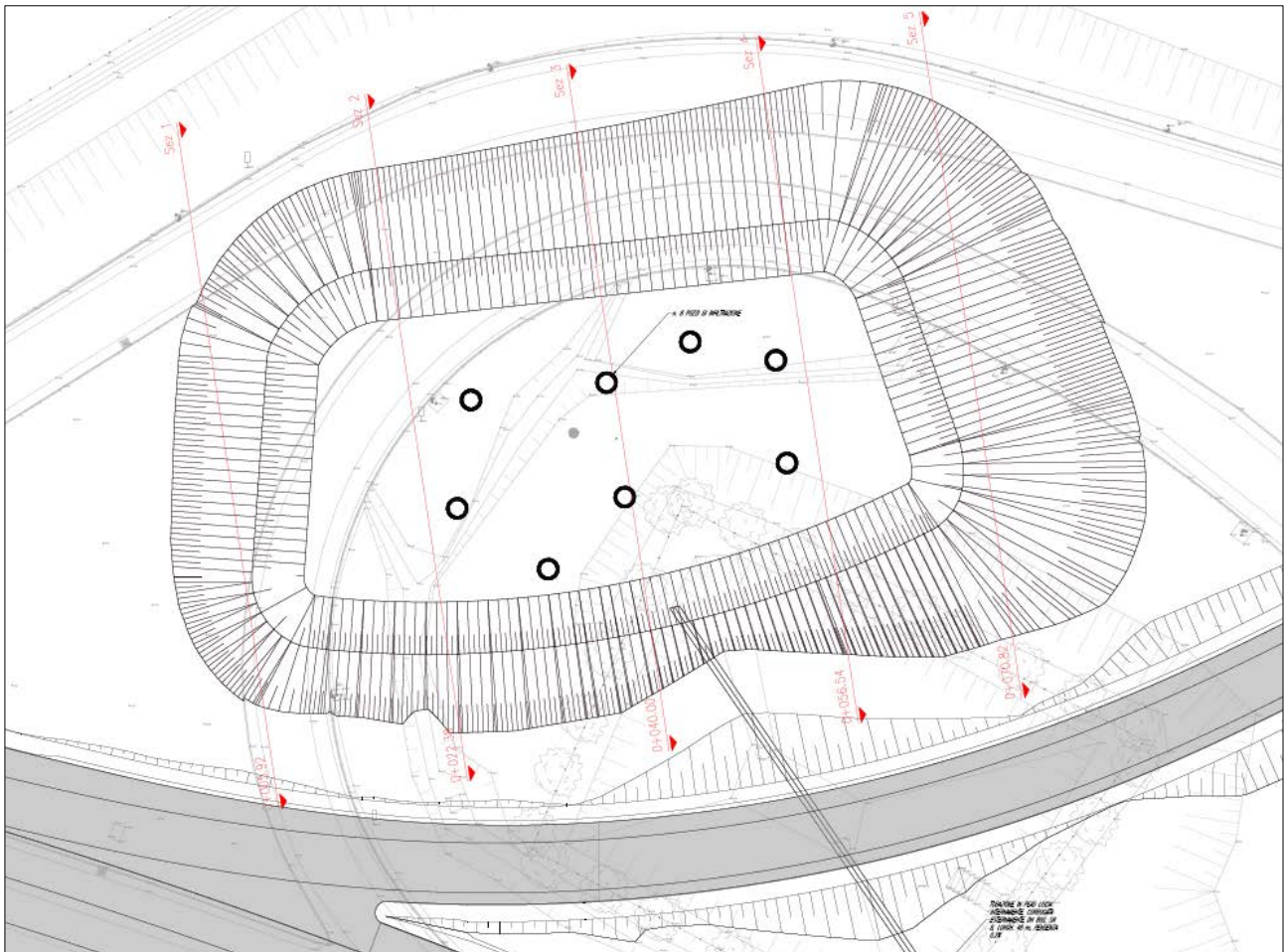


Figura 2.39 – Vasca di laminazione e infiltrazione VV1, con invaso a cielo aperto nello svincolo di via Borgazzi



La raccolta delle acque meteoriche avverrà attraverso un sistema di fossi vegetati (F.V.1), e dei relativi setti di separazione in terra, che si sviluppano lungo tutto il perimetro della rotonda e delle due strade in rilevato adiacenti, svolgendo la duplice funzione di dispersione delle acque meteoriche e di laminazione delle portate di picco dei collettori.

La raccolta delle acque meteoriche che insistono sulla superficie stradale e sulla scarpata del Raccordo A52-SS36 avverrà attraverso un sistema di canalette grigliate, poste sul lato destro della sezione stradale, collettate alla rete fognaria tramite tubazioni in polietilene DN 160.

Per il drenaggio delle acque, è stata prevista la posa in opera di due condotte PEAD SN8 DN315, afferenti alla trincea drenante T.D.8 e con un'estensione totale di circa 15 m.

Queste tubazioni attraverseranno trasversalmente il tracciato stradale, veicolando le acque di pioggia nella trincea drenante posta alla sinistra della sezione stradale e, successivamente, nel pozzo perdente con diametro interno pari a 1,6 m ed altezza di 7 m, dove le acque verranno laminate ed infiltrate nel sottosuolo.

## 2.1.4 GESTIONE DEI MATERIALI

### 2.1.4.1 Bilancio dei materiali

Il quadro seguente illustra il bilancio complessivo dei materiali calcolato dal progetto per la realizzazione dell'opera.

Tabella 2.2 – Bilancio dei materiali in termini di volumi prodotti, riutilizzabili e da approvvigionare

Descrizione	mc	mc prodotti	mc necessari	mc disponibili in cantiere	mc in eccesso	mc da approvvigionare
Usura	1634.27	0.00	1634.27	0.00	0.00	1634.27
Binder	3527.18	0.00	3527.18	0.00	0.00	3527.18
Base	3040.14	0.00	3040.14	0.00	0.00	3040.14
Fondazione Misto Cementato	3402.91	0.00	3402.91	0.00	0.00	3402.91
Fondazione Misto Stabilizzato	3206.80	0.00	3206.80	3206.80	0.00	0.00
Vegetale	3404.77	0.00	3404.77	3131.60	0.00	273.18
Scavo	52395.72	52395.72	0.00	0.00	48065.15	0.00
Riporto	2025.78	0.00	2025.78	1123.77	0.00	902.01
Demolizione pavimentazione	3118.42	3058.69	59.73	0.00	3118.42	0.00
Scotico 20cm	5949.38	5949.38	0.00	0.00	2817.79	0.00
Bonifica 80cm con materiale arido	6790.38	0.00	6790.38	0.00	0.00	6790.38
Scavo diaframmi	16161.00	16161.00	0.00	0.00	16161.00	0.00
Scavo galleria e terza corsia	36795.76	36795.76	0.00	0.00	22726.44	0.00
Sterro via Gentili	18955.32	18955.32	0.00	0.00	18955.32	0.00
Reimpiego terre	14069.32	0.00	14069.32	14069.32	0.00	0.00
Riempimento interno rotatoria	1195.76	0.00	1195.76	0.00	0.00	1195.76
Strato in masselli autobloccanti isola divisionale	13.86	0.00	13.86	0.00	0.00	13.86
Strato in sabbia isola divisionale	13.86	0.00	13.86	0.00	0.00	13.86
Strato in magrone isola divisionale	27.71	0.00	27.71	0.00	0.00	27.71
Fresatura	2104.62	2104.62	0.00	0.00	2104.62	0.00

Il progetto prevede l'ottimizzazione di tale bilancio considerando che:

- il volume da approvvigionare per il "vegetale", il "riporto", il "riempimento interno alla rotatoria" (totale 2.371 mc circa) può essere recuperato all'interno del cantiere dai volumi di scavo, i quali possono essere riallocati in zona;
- il volume di scotico in eccesso (totale 2.818 mc circa) può essere sfruttato per le opere a verde previste all'interno del progetto.

#### 2.1.4.2 Qualificazione dei materiali

I terreni derivanti dalle attività di scavo essendo risultati conformi ai limiti di Col. A di Tab. 1, oltre a poter essere riutilizzate come sottoprodotti o a poter essere reimpiegati per rinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati (secondo le condizioni all'art. 186, lettere a-f) potranno essere conferiti in idonei impianti di conferimento (cave). Il volume di terreni da movimentare si stima essere 120.000 mc.

I materiali derivanti dalle attività di scavo ai fini della realizzazione dell'opera in progetto e che risultano classificabili come rifiuti possono essere suddivisi in n. 3 Codici CER:

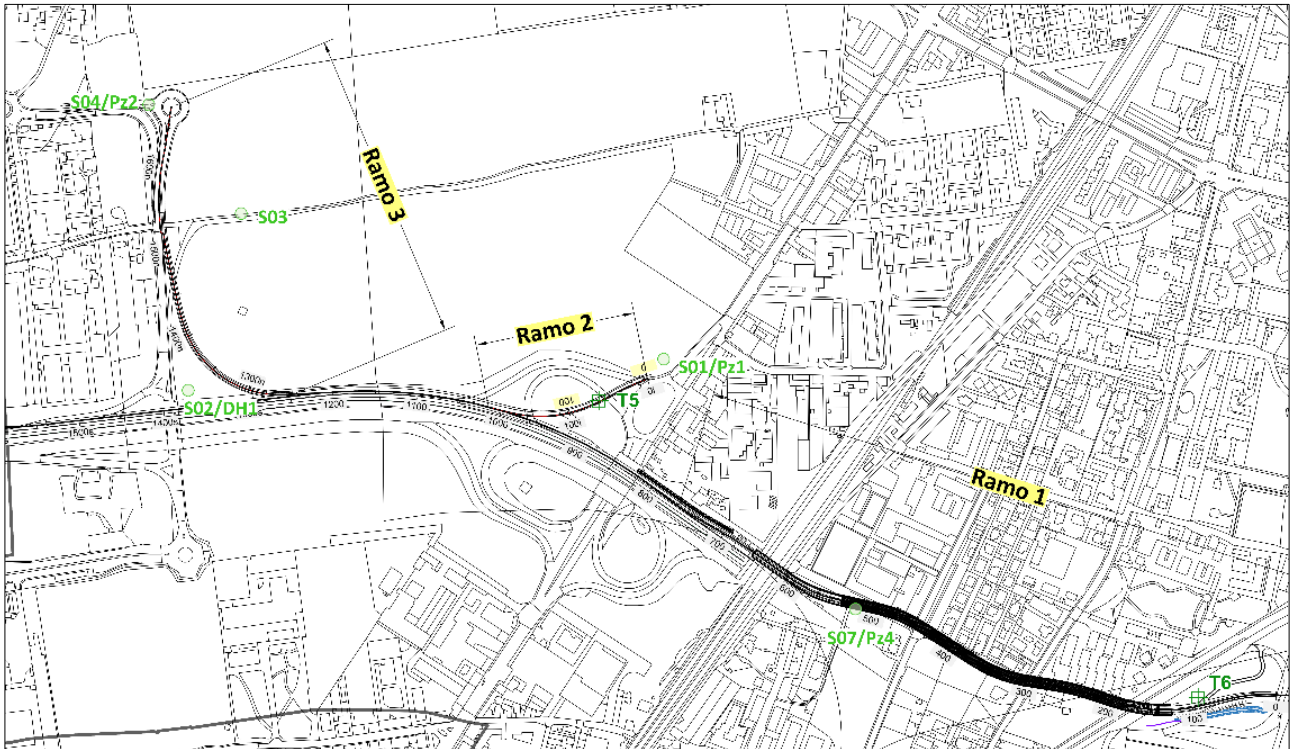
- CER 01 05 07 "*fanghi e rifiuti di perforazione contenenti barite diversi da quelli delle voci 01 05 05 e 01 05 06*", per la realizzazione dei diaframmi MU01, MU02, MU03 e MU04; volume pari a circa 16.161 mc;
- CER 17 03 02 "*miscele bituminose diverse da quelle di cui alla voce 17 03 01 e 17 03 03*", catrame di carbone e prodotti contenenti catrame, derivanti delle attività di fresatura dell'asfalto esistente; volume pari a circa 2.104 mc;
- CER 17 09 04 "*Rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelli di cui alle voci 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03*", determinati dalla presenza di superamenti rispetto ai limiti del Test di Cessione ai sensi della L. n. 108/2021, al confronto con i limiti dell'All. 3 del D.M. 05/02/1998; volume pari a circa 5.118 mc.

La qualità del suolo e sottosuolo interessato dall'opera in progetto è stata verificata ai sensi del D.lgs. n. 152/2006 e s.m.i. e i requisiti merceologici delle terre e rocce da scavo sono stati valutati secondo il DPR n. 120/2017. Opportuni richiami al piano di gestione delle terre sono riportati all'interno del presente documento, mentre la relazione dettagliata corrisponde all'elaborato 5023EGEO011R0XXXXXXX a cui si rimanda per i dettagli.

Per giungere a definire la qualità ambientale dei terreni di prevista escavazione, ai sensi del DPR n. 120/2017 sono state svolte le seguenti indagini:

- prelievo diretto dalle carote dei sondaggi di n. 7 campioni ambientali, secondo le modalità del D.lgs. n. 152/2006 e DPR n. 120/2017;
- analisi stratigrafica visiva delle sezioni evidenziate dagli scavi delle trincee;
- prelievo diretto dalle trincee di nr. 5 campioni per la caratterizzazione ambientale ai sensi del D.lgs. n. 152/2006;
- prelievo diretto dalle trincee di nr. 3 campioni da sottoporre ai Test di Los Angeles, equivalente in sabbia unitamente alla descrizione petrografica e all'analisi granulometrica per setacciatura, al fine di approfondire gli aspetti prestazionali dei terreni escavati;
- analisi dei terreni secondo il set analitico minimale del DPR n. 120/2017 per il Piano di Utilizzo delle terre e rocce da scavo.

Figura 2.40 – Planimetria di ubicazione delle indagini ambientali pertinenti alle aree oggetto della nuova proposta progettuale



I materiali di riporto individuati sono stati trattati ai sensi della L. n. 108/2021 e pertanto, sono stati prelevati campioni Tal Quale ai fini dell'esecuzione di Test di Cessione per la valutazione di conformità rispetto ai limiti dell'All. 3 del D.M. 05/02/98.

Al contempo, i materiali identificati come rifiuti sono stati analizzati ai sensi del D.lgs. n. 121/2020 ai fini della caratterizzazione come rifiuto e dell'ottenimento di omologa per l'individuazione dell'ideale impianto di smaltimento. I medesimi campioni, identificati come rifiuti, sono stati sottoposti a test di cessione per la ammissibilità in discarica, come indicato nel medesimo D.lgs. n. 121/2020.

Per la gestione del materiale derivante dalla fresatura dell'asfalto, si è fatto riferimento al D.M. Ambiente n. 69/2018.

Le campagne di indagine ambientale, condotte contestualmente all'esecuzione dei sondaggi geologico/geotecnici e durante la caratterizzazione delle aree di svincolo lungo il tracciato, hanno messo in evidenza, nei punti ed alle profondità indagate, quanto segue:

- per la matrice terreno, limitatamente ai parametri e alle profondità analizzate, non si sono riscontrati superamenti nel confronto con i limiti di Tab. 1 Col. B "Siti ad uso industriale e commerciale" di cui al Titolo V Parte IV del D.lgs n. 152/2006 e s.m.i.;
- i campioni di materiale di riporto, prelevati e sottoposti ad analisi di Test di Cessione ai sensi della L. n. 108/2021, sono risultati conformi rispetto ai limiti di Tabella in All. 3 del D.M. 05/02/98; tuttavia, per la presenza di materiale antropico superiore al 20%, i riporti sono stati paragonati a rifiuti e pertanto, nei punti TR5 e TR6, ai sensi del Reg. Com. UE 1357/2014 e s.m.i., si è provveduto alla classificazione degli stessi identificandoli come Rifiuti "non pericolosi" con codice CER 17 09 04 "rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelli di cui alle voci 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03". I risultati del test di cessione per l'ammissibilità dei rifiuti negli impianti idonei al loro trattamento, indicano come ammissibili in impianti per il trattamento degli inerti i materiali rinvenuti



nelle trincee: TR5 da -1,00 a -3,00 m da p.c. e TR6 da 0,00 a -3,00 m; mentre i rifiuti rinvenuti nella trincea TR5 tra 0,00 e -1,00 m sono destinati ad impianti per il trattamento di rifiuti non pericolosi per il superamento del parametro *Solfati*, rilevati in concentrazione di 105 mg/l (V.L. 100 mg/l).

In sintesi, a valle delle campagne di indagine eseguite e dei risultati ottenuti, ad eccezione dei materiali presenti nella zona circostante la TR5 ed in particolare per i materiali ubicati tra p.c. e -1.00 m, i terreni potranno essere destinati al recupero o conferiti in impianti per la gestione di rifiuti inerti come specificato nel Piano di Utilizzo delle Terre. Il volume stimato di materiale classificato come rifiuti non pericolosi di circa 2.000 mc sarà conferito presso idoneo impianto di smaltimento.

I risultati delle prove di classificazione secondo UNI-CNR 10006, eseguite sui materiali prelevati dalle trincee, identificano sotto il profilo geotecnico gli orizzonti stratigrafici intercettati ed evidenziano come i terreni presentino una modesta variabilità composizionale risultando costituiti, al di sotto del primo strato humifero, rimaneggiato, da ghiaie e sabbie eterometriche con una limitata o assente frazione limoso-argillosa.

Dal punto di vista litogenetico si è rilevato nell'aggregato grosso una predominanza della componente costituita da litici di origine igneo-metamorfica con subordinati litici di origine sedimentaria. Tali componenti, al termine di processi migliorativi, possono dare origine a granulati caratterizzati da proprietà tecnologiche di durezza e resistenza meccanica elevate.

L'esame tessiturale dei campioni analizzati ha consentito di accertare una frazione variabile dal 0.0% al 16.9% di trattenuto al setaccio 63 mm, una frazione variabile dal 62.7% al 89.7% di passante al 63 mm e una frazione variabile dal 2.2% al 5.6% trattenuto al 2 mm. I valori degli equivalenti in sabbia variano da 10 a 58.

Tutti i valori riscontrati dalle prove di frantumazione Los Angeles hanno fornito risultati più che accettabili.

Tuttavia, si sottolinea che a tutto il materiale campionato ed analizzato è stata assegnata la Classe di Reattività EPIII, a causa della presenza di costituenti silicei potenzialmente reattivi agli alcali con probabile comportamento espansivo dannoso in elementi in calcestruzzo.

In conclusione:

- il terreno vegetale che sarà prodotto dallo scotico superficiale di tutte le aree individuate per la trasformazione in cantieri operativi e di base sarà considerato come sottoprodotto e quindi pienamente riutilizzabile; sarà accantonato ed utilizzato per la creazione dello strato vegetale superficiale delle trincee e dei rilevati in progetto, nonché per il riempimento delle isole verdi;
- il materiale che si rende disponibile dopo le operazioni di scotico e prodotto durante la realizzazione delle trincee e comunque in occasione di tutti gli sterri e gli scavi previsti dal progetto può essere riutilizzato per la realizzazione dello strato di fondazione in misto stabilizzato al termine di opportuna vagliatura e trattamento, così come può essere riutilizzato per la formazione dei riporti al di sotto del pacchetto stradale e dei rilevati in progetto sempre a seguito di opportuna vagliatura e trattamento;
- a seguito dei risultati emersi dalle analisi geotecniche sui materiali che hanno evidenziato la presenza di costituenti silicei potenzialmente reattivi agli alcali e pertanto classificati in Classe di Reattività EPIII, se ne sconsiglia l'uso per gli strati di fondazione in misto cementato o per la realizzazione degli elementi in calcestruzzo previsti dal progetto;

### 2.1.4.3 Siti di accumulo

Le volumetrie di materiale da movimentare per la realizzazione dell'opera richiedono un'attenta valutazione per la ricerca di aree opportunamente allestite per poter accumulare temporaneamente il materiale estratto in fase di scavo e diretto ai tratti del tracciato in cui effettuare riporti, od in altri siti dislocati sul territorio.

Nel dettaglio, nella presente fase progettuale sono state identificate n. 5 aree per il deposito intermedio e temporaneo, nello specifico:

- n. 3 aree corrispondenti a 39.690 mq sono adibite a deposito intermedio per la gestione delle terre e rocce da scavo gestite come sottoprodotti in attesa di riutilizzo e/o conferimento in idonei impianti di conferimento;
- n. 2 aree corrispondenti a 1.950 mq sono adibite a deposito temporaneo di terre e materiali assimilati a rifiuti.

Le aree di deposito intermedio corrispondono a:

- Area 1: superficie pari a circa 4.800 mq posta in corrispondenza del tratto di svincolo in dismissione in prossimità di via Borgazzi in Comune di Monza;
- Area 2: superficie pari a circa 31.390 mq posta in adiacenza a via Edison in Comune di Monza;
- Area 4: superficie pari a circa 3.500 mq posta in adiacenza a Via Donatori del Sangue in Comune di Monza.

I materiali escavati classificati come rifiuti, aventi codice CER 01 05 07, 17 03 02 e 17 09 04, verranno collocati in appositi depositi temporanei, prima del loro trasporto in impianti di smaltimento (inerte, non pericoloso, pericoloso) o di recupero. Le modalità di suddetto deposito sono disciplinate dall'art. 23 del D.P.R. n. 120/2017 che definisce le condizioni necessarie al fine di una corretta gestione dei materiali.

E' individuata un'area indicata come Area 3, di superficie pari a 1.250 mq, posta lungo via Gentili a Monza, ed una indicata come Area 5, di superficie pari a 700 mq, ubicata in Comune di Muggiò, sopra la copertura di una galleria della A52 e di proprietà della Concessionaria.

Figura 2.41 – Estratto della cartografia delle aree di deposito intermedio e temporaneo

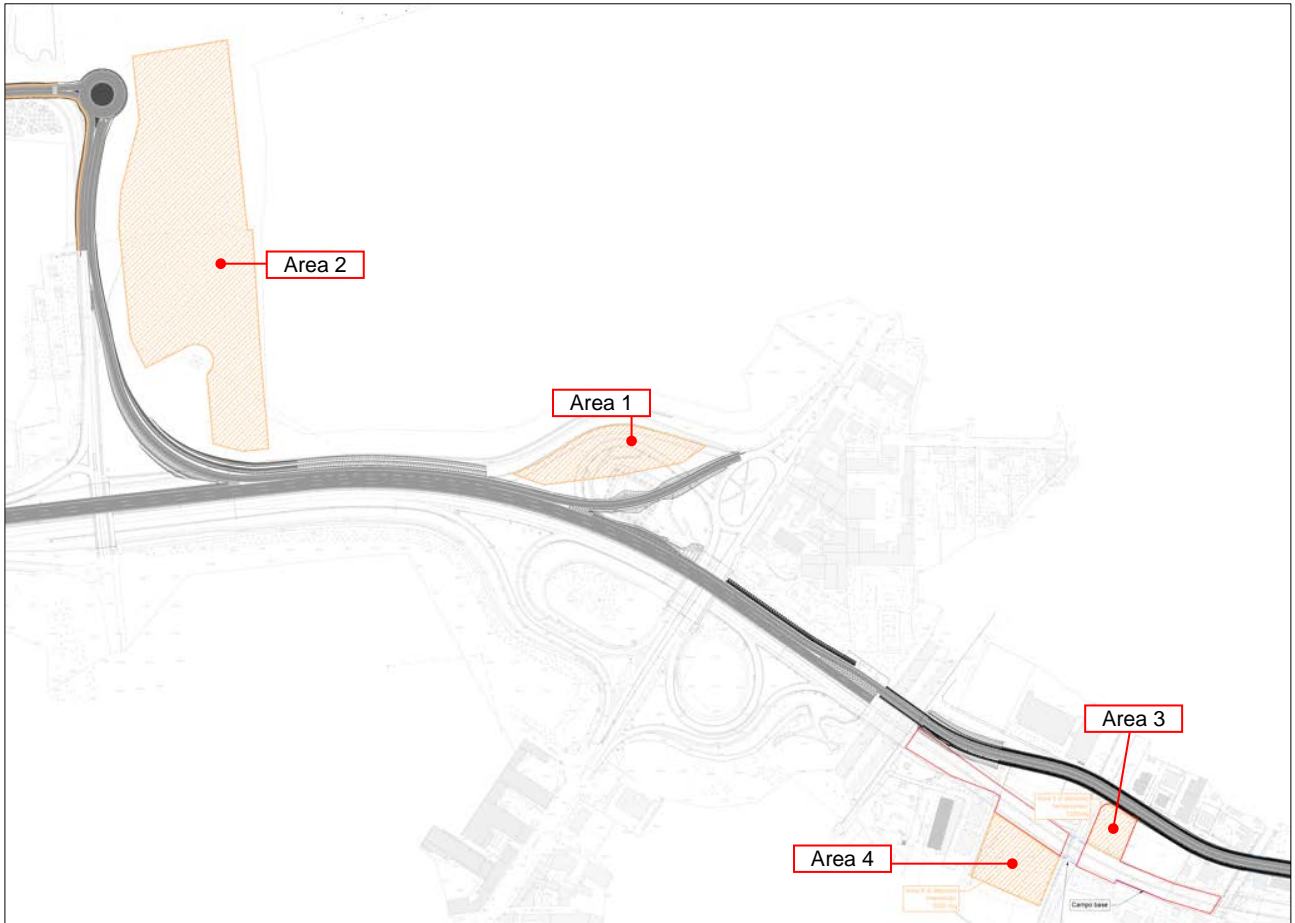


Figura 2.42 – Dettaglio localizzativo delle aree di deposito intermedio Area 1 e Area 2

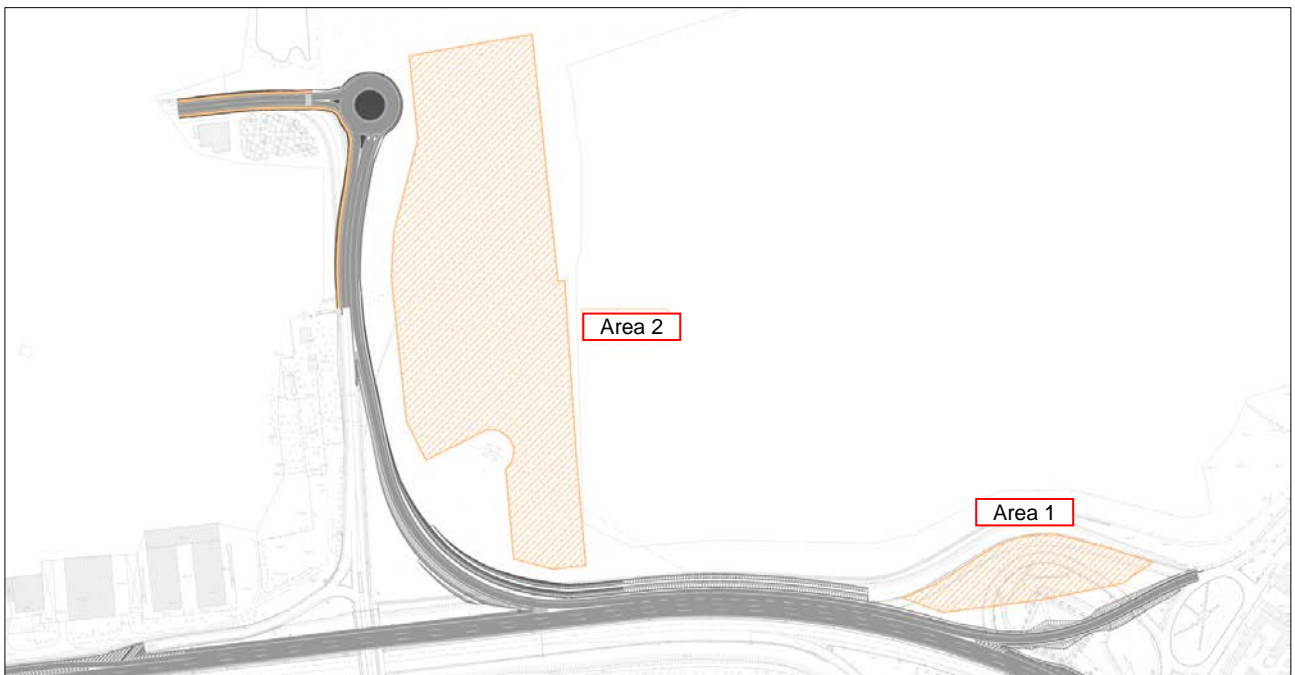


Figura 2.43 – Dettaglio localizzativo delle aree di deposito temporaneo Area 3 e intermedio Area 4

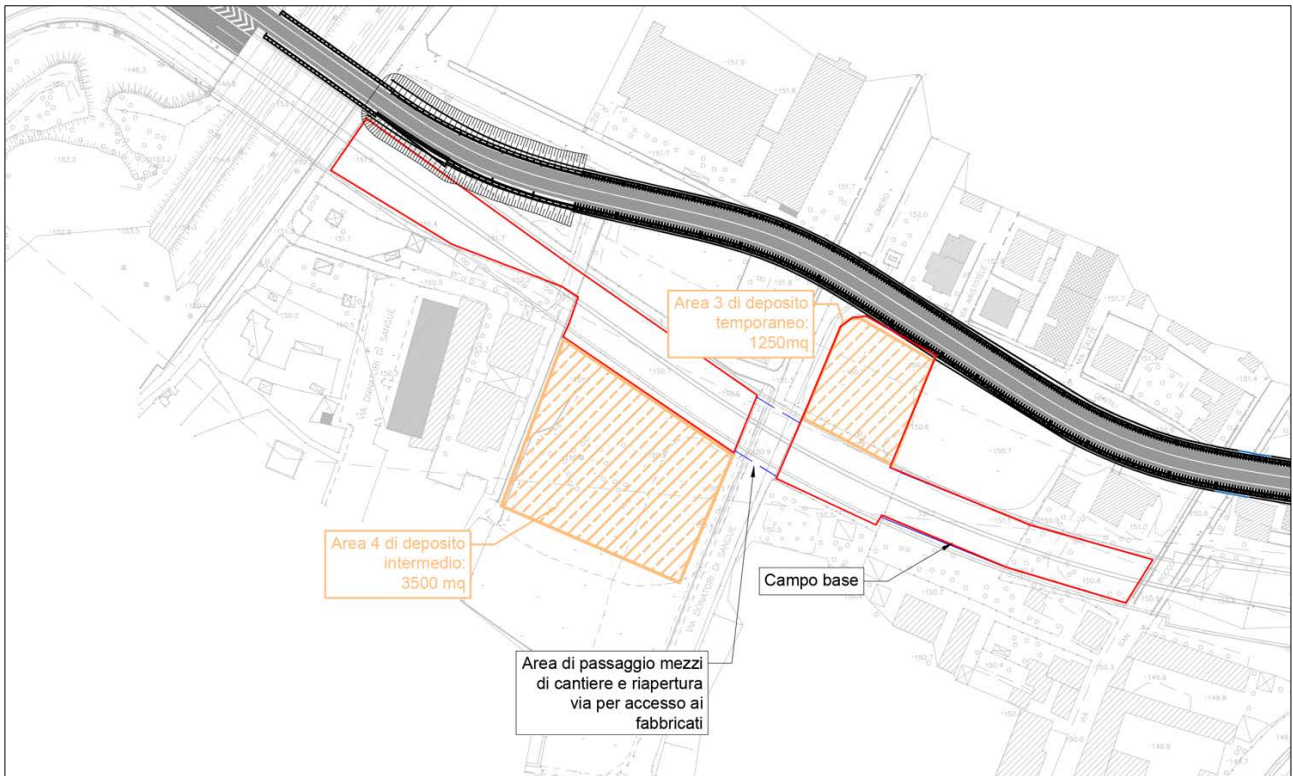


Figura 2.44 – Area 5 di deposito temporaneo in Comune di Muggiò, in area di proprietà di Milano Serravalle collocata in corrispondenza della copertura della galleria A52 esistente



A fine lavori tutte le aree saranno ripulite e ripristinate mediante messa in opera del terreno iniziale, o riportando terreno con caratteristiche chimiche conformi a quello previsto dalla normativa di riferimento.

## 2.2 PRESSIONI ATTENDIBILI

In **fase di cantiere**, il progetto prevede operazioni di movimenti terra funzionali alla realizzazione di tratti stradali in galleria (nell'ambito urbano di via Gentili a Monza) e in trincea (all'interno dello svincolo di S. Alessandro e nell'area del Casignolo), nonché la contestuale realizzazione di opere nel sottosuolo (galleria).

Le categorie di pressione potenzialmente attendibili dalle azioni determinanti di progetto precedentemente descritte e in riferimento alle aree coinvolte sono:

- modifica della morfologia dei luoghi;
- ingombri fisici nel sottosuolo.

Tali potenziali fattori di pressione sono attendibili anche in **fase di esercizio**.

Tali fattori di pressione sono la base per l'analisi delle specifiche sensibilità e vulnerabilità idro-geologiche delle aree di intervento e per l'individuazione e l'analisi dei potenziali effetti attendibili dall'intervento in progetto sulla componente.

## 2.3 ALTRE AZIONI POTENZIALMENTE INFLUENTI CUMULATIVAMENTE

Nell'area del Casignolo a Monza è prevista la realizzazione del prolungamento della Linea metropolitana M5 e di un ampio deposito ad essa funzionale.

La Linea si estenderà in parte nel sottosuolo, mentre il deposito occuperà un'ampia porzione dell'area del Casignolo.

Figura 2.45 – Sovrapposizione del progetto stradale (in rosso) e degli elementi del progetto di prolungamento della Linea metropolitana M5 e del relativo deposito (in viola)



Il quadro delle occupazioni previste dal progetto della Linea M5 è ancor più ampio se si considerano anche le aree di cantiere esterne agli ingombri permanenti.

Figura 2.46 – Estratto dell'Elaborato DM-0-DG-CN-99-0405 "Fasi di lavoro e viabilità provvisoria – Cantiere TBM nord" del Progetto definitivo pubblicato nell'ambito della procedura di VIA1163-RL (ponte ripreso da est, in carreggiata A52 direzione Rho)



Figura 2.47 – Estratto dell'Elaborato DM-0-DP-ES-99-0485 "Piano Particellare di esproprio – Tavola delle occupazioni – Quadro d'unione – Tavola 1 di 2" del Progetto definitivo pubblicato nell'ambito della procedura di VIA1163-RL (in rosso il tracciato stradale di progetto)



### 3 STATO DELLA COMPONENTE

L'analisi delle sensibilità/vulnerabilità relativa alla componente in esame è sviluppata attraverso i seguenti punti:

- individuazione degli elementi di attenzione riconosciuti e definiti dagli strumenti di pianificazione settoriale e territoriale alle diverse scale di governo;
- analisi degli elementi di sensibilità e vulnerabilità della componente potenzialmente interessabili dai fattori di pressione indicati nel precedente Cap. 2; nello specifico sono stati considerati i seguenti elementi:
  - condizioni di vulnerabilità idraulica;
  - condizioni di vulnerabilità idrogeologica;
  - condizioni di vulnerabilità geologico-geotecniche;
  - condizioni di vulnerabilità sismiche.

#### 3.1 ELEMENTI DI ATTENZIONE DEGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE

L'analisi dei vigenti strumenti di pianificazione settoriale e territoriale alle diverse scale di governo permette di individuare i principali elementi di sensibilità e vulnerabilità pertinenti alla componente in analisi.

##### 3.1.1 PIANIFICAZIONE A SCALA DI BACINO

###### 3.1.1.1 Piano Stralcio Per l'Assetto Idrogeologico

Il "Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico" (PAI) consolida e unifica la pianificazione di bacino per l'assetto idrogeologico: esso coordina le determinazioni assunte con i precedenti stralci di piano e piani straordinari (PS 45: "Piano stralcio per la realizzazione degli interventi necessari al ripristino dell'assetto idraulico, alla eliminazione delle situazioni di dissesto idrogeologico e alla prevenzione dei rischi idrogeologici nonché per il ripristino delle aree di esondazione", PSFF: "Piano stralcio delle Fasce Fluviali", PS 267: "Piano straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato"), apportando in taluni casi le precisazioni e gli adeguamenti necessari a garantire il carattere interrelato e integrato proprio del piano di bacino.

Rispetto ai Piani precedentemente adottati, il PAI contempla per l'intero bacino:

- il completamento del quadro degli interventi strutturali a carattere intensivo sui versanti e sui corsi d'acqua, rispetto a quelli già individuati nel PS45;
- l'individuazione del quadro degli interventi strutturali a carattere estensivo;
- la definizione degli interventi a carattere non strutturale, costituiti dagli indirizzi e dalle limitazioni d'uso del suolo nelle aree a rischio idraulico e idrogeologico e quindi:
- il completamento, rispetto al PSFF, della delimitazione delle fasce fluviali sui corsi d'acqua principali del bacino;
- l'individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico, nella parte del territorio collinare e montano non considerata nel PS267.

Il PAI ha lo scopo di assicurare, attraverso la programmazione di opere strutturali, vincoli, direttive, la difesa del suolo rispetto al dissesto di natura idraulica e idrogeologica e la tutela degli aspetti ambientali a esso connessi, in coerenza con le finalità generali ed i principi indicati all'art. 3 della legge 183/1989 (Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo) e con i contenuti del Piano di bacino fissati all'art. 17 della stessa legge.

Il Piano definisce e programma le azioni attraverso la valutazione unitaria dei vari settori di disciplina, con i seguenti obiettivi:

- garantire un livello di sicurezza adeguato sul territorio;
- conseguire un recupero della funzionalità dei sistemi naturali (anche tramite la riduzione dell'artificialità conseguente alle opere di difesa), il ripristino, la riqualificazione e la tutela delle caratteristiche ambientali del territorio, il recupero delle aree fluviali a utilizzi ricreativi;
- conseguire il recupero degli ambiti fluviali e del sistema idrico quali elementi centrali dell'assetto territoriale del bacino idrografico;
- raggiungere condizioni di uso del suolo compatibili con le caratteristiche dei sistemi idrografici e dei versanti, funzionali a conseguire effetti di stabilizzazione e consolidamento dei terreni e di riduzione dei deflussi di piena.

Il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, con delibera n. 3/2003 del 25.2.2003, ha adottato un "Progetto di variante al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) approvato con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri il 24 maggio 2001 - Fasce fluviali del fiume Lambro nel tratto dal lago di Pusiano alla confluenza con il deviatore Redefossi", successivamente pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 189 del 16.8.2003.

Le fasce fluviali adottate sono state modificate dall'Autorità di Bacino del fiume Po, con variante, assunta in data 2.7.2003, che ha previsto un'estensione della fascia C e la modifica delle fasce A e B.

Secondo tale variante, parte delle aree oggetto di intervento sono comprese tra il limite di progetto della Fascia B e il limite della Fascia C del fiume Lambro.

Le Norme tecniche di attuazione del PAI prevedono che, per le aree di Fascia C delimitate dal segno grafico indicato come limite tra Fascia B di Progetto e Fascia C, siano applicate integralmente le norme di Fascia B del PAI. In particolare, per le opere pubbliche e di interesse pubblico è prevista la verifica di compatibilità idraulica secondo la Direttiva dell'Autorità di bacino Verifica della Compatibilità Idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico in fascia A e B (approvata con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 dell'11.5.1999 ed aggiornata con delibera n. 10 del 5.4.2006).

La Regione Lombardia, con DGR n. VIII/1566 del 22.12.2005 (Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio), aggiornata con DGR n. IX/2616 del 30.11.2011, ha definito dei criteri di valutazione della compatibilità idraulica nelle aree a rischio idraulico, complementari a quelli contenuti nella Direttiva citata, e indirizzati ai casi in cui la normativa di piano di bacino prevede approfondimenti a scala di maggiore dettaglio, quali i territori compresi tra il limite di progetto della Fascia B e il limite della Fascia C (ai sensi dell'art. 31 comma 5 delle NdA del PAI).

Nell'immagine seguente è riportato lo stralcio della Tavola B6c1 – Milano Nord-Est - LAMBRO 13 della Variante al Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico approvato con DPCM 24 maggio 2001 - Fasce Fluviali del fiume Lambro nel tratto dal Lago di Pusiano alla confluenza con il Deviatore Redefossi, adottata con Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del Po n. 2/2004 del 03.03.2004.

Il tratto di collegamento ad est tra viabilità esistente e galleria di progetto infatti risulta situato in fascia C.



Figura 3.1 – Estratto della cartografia delle fasce Fluviali del PAI: tavola B6c1 – Sesto San Giovanni - LAMBRO 13



### 3.1.1.2 Piano Gestione Rischio Alluvioni

Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) è lo strumento previsto dalla Direttiva relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni, finalizzato a ridurre gli impatti negativi delle alluvioni sulla salute, l'economia e l'ambiente e favorire, dopo un evento alluvionale, un tempestivo ritorno alla normalità.

Il piano definisce la strategia generale a livello di distretto, individua gli obiettivi distrettuali e le misure per orientare e fare convergere verso il comune obiettivo della sicurezza delle popolazioni e del territorio tutti gli strumenti di pianificazione distrettuale, territoriale e di settore vigenti compresa la pianificazione di emergenza di competenza del sistema della Protezione Civile. Definisce inoltre le priorità d'azione per le Aree a Rischio Potenziale Significativo, le infrastrutture strategiche, i beni culturali e le aree protette esposte a rischio, per i quali gli obiettivi generali di distretto devono essere declinati per mitigare da subito le criticità presenti con specifiche misure.

Tale strumento, che verrà periodicamente verificato ed aggiornato, prevede esplicitamente:

- la definizione dello stato di attuazione del PAI vigente e l'analisi della sua efficacia in relazione agli obiettivi del PAI stesso;
- l'analisi delle mappe di pericolosità e rischio e definizione del quadro delle criticità e conseguente proposta di aggiornamento dell'Atlante dei rischi Elaborato 2 del PAI fasce fluviali, aree allagabili in ambito collinare e montano e centri abitati a rischio;
- la revisione ed eventuale proposta di integrazione dei criteri e delle linee di intervento del PAI in relazione ai principi e agli obiettivi della Direttiva Alluvioni;
- la definizione dei criteri e individuazione delle aree a rischio rilevanti a livello di bacino (proposta di aggiornamento Allegato 1 alla relazione generale del PAI Atlante dei Nodi idraulici critici del PAI).

Dagli elaborati di Piano si rileva che il collegamento ad est tra viabilità esistente e galleria di progetto è inserito in “Aree di pericolosità poco frequenti”, con tempo di ritorno fino a 200 anni dall’evento (pericolosità M poco frequente).

Figura 3.2 – Estratto della mappa di pericolosità PGRA



### 3.1.2 PIANIFICAZIONE PROVINCIALE

La Tavola 8 “Assetto idrogeologico” del Piano Territoriale di Coordinamento (PTCP) della Provincia di Monza e della Brianza evidenzia il grado di suscettività del territorio al fenomeno degli “occhi pollini”:

- l’area dello svincolo autostradale ricade in un’area a cui è stato attribuito un grado di suscettività molto basso;
- al restante territorio interessato dall’opera è stato attribuito un grado di suscettività moderato.

Il fenomeno degli “Occhi Pollini” è stato oggetto di un primo approfondimento nel 2011, inserito nel PTCP. I risultati di questo approfondimento hanno portato alla suddivisione del territorio della Provincia in cinque classi di suscettività agli Occhi Pollini (Molto Alta, Alta, Moderata, Bassa e Molto Bassa).

Il fenomeno degli Occhi Pollini è strettamente connesso con le caratteristiche geologiche del territorio della provincia di Monza e Brianza; infatti, esso costituisce una cerniera tra gli ultimi lembi affioranti del substrato roccioso, nella porzione settentrionale, e la successione Neogenica-Quaternaria con depositi che testimoniano il passaggio da condizioni marine o lagunari, a continentali, a depositi glaciali nella porzione meridionale. Gli Occhi Pollini sono quindi un fenomeno tipico dell’Alta Pianura lombarda. Si estendono in una fascia che è grossomodo compresa tra i terrazzi più alti e le cerchie moreniche più antiche in un settore di territorio compreso tra il Fiume Adda ed il Varesotto.

Tradizionalmente con il termine occhio pollino si intendono cavità che vengono intercettate durante gli scavi, o doline che si aprono in terreni, differenziandosi dalle cavità in roccia. Si possono presentare in tre forme principali:

- cavità in depositi non cementati;
- gallerie superficiali;
- cavità nel conglomerato.

Le prime, tipologia più comune, trattasi di cavità vuote totalmente o parzialmente riempite di sedimenti fini che hanno dimensione fino ad alcuni metri cubi. Si sviluppano principalmente in sedimenti alterati.

Le gallerie superficiali hanno dimensioni ridotte e si instaurano tipicamente in corrispondenza delle scarpate di terrazzo ove si presenta materiale impermeabile sovrastato da uno permeabile. In questo contesto l'erosione per *piping* può generare una sorgente sulla scarpata a cui corrisponde a tergo una fitta rete di gallerie più o meno ramificate di lunghezza di decine di metri e diametro fino a qualche decina di centimetri, che possono portare ad avere in superficie piccole doline di crollo o soffusione.

Infine, i conglomerati di origine continentale, tradizionalmente noti in Lombardia come Ceppo, presentano spesso fenomeni di carsificazione e/o alterazione, formando delle cavità più o meno estese che possono generare vere e proprie grotte. Lo sviluppo di cavità e discontinuità è favorito dal fatto che i conglomerati hanno cemento carbonatico e una frazione rilevante, talora costituente la quasi totalità, di ciottoli calcarei o marcatamente carbonatici.

Il tracciato in progetto si sviluppa sul territorio intersecando aree a suscettività Bassa e Moderata:

Dalla progressiva km 0+000 alla 0+180 l'area ricade in un'area caratterizzata da un Grado di suscettività Molto Basso; dalla progressiva km 0+180 e fino al termine del tracciato l'opera si sviluppa all'interno di un'area definita da un Grado di suscettività Moderato.

Figura 3.3 – Estratto della Tavola 08 del PTCP della Provincia di Monza e Brianza



In merito al quadro conoscitivo del fenomeno degli Occhi Pollini, a giugno 2023 lo studio associato di geologia Geosfera ha pubblicato per la Provincia di Monza e Brianza una "Relazione illustrativa" volta ad aggiornare le informazioni territoriali relativa alla suscettività del territorio della Provincia di Monza e della Brianza al fenomeno degli Occhi Pollini.

Per tale ragione si è provveduto ad aggiornare l'elaborato progettuale in modo da analizzare il tracciato sulla base della nuova classificazione proposta.

Pertanto, le classi di suscettività vengono riclassificate in classi di pericolosità secondo la seguente relazione.

Tabella 3.1 – Aggiornamento della classificazione del territorio in riferimento al fenomeno degli occhi pollini

<b>PTCP Vigente</b>	<b>PTCP – Giugno 2023</b>
<b>Classe di suscettività</b>	<b>Classe di pericolosità</b>
Molto bassa	Bassa
Bassa	Moderata
Moderata	Media
Alta	Alta
Molto alta	

Secondo la più aggiornata classificazione del territorio, il tracciato in progetto si sviluppa pertanto nei seguenti ambiti:

- dalla progressiva di tracciato km 0+000 alla 0+180 l'opera ricade in un'area caratterizzata da un Grado di pericolosità Basso;
- dalla progressiva di tracciato km 0+180 e fino al termine del tracciato l'opera si sviluppa all'interno di un'area definita da un Grado di pericolosità Medio.

Il ramo di svincolo sulla SS36, direzione Lecco rientra nel Comune di Cinisello Balsamo, Comune di Milano, non ricompreso nello studio degli Occhi Pollini del P.T.C.P.

### 3.1.3 PIANIFICAZIONE COMUNALE

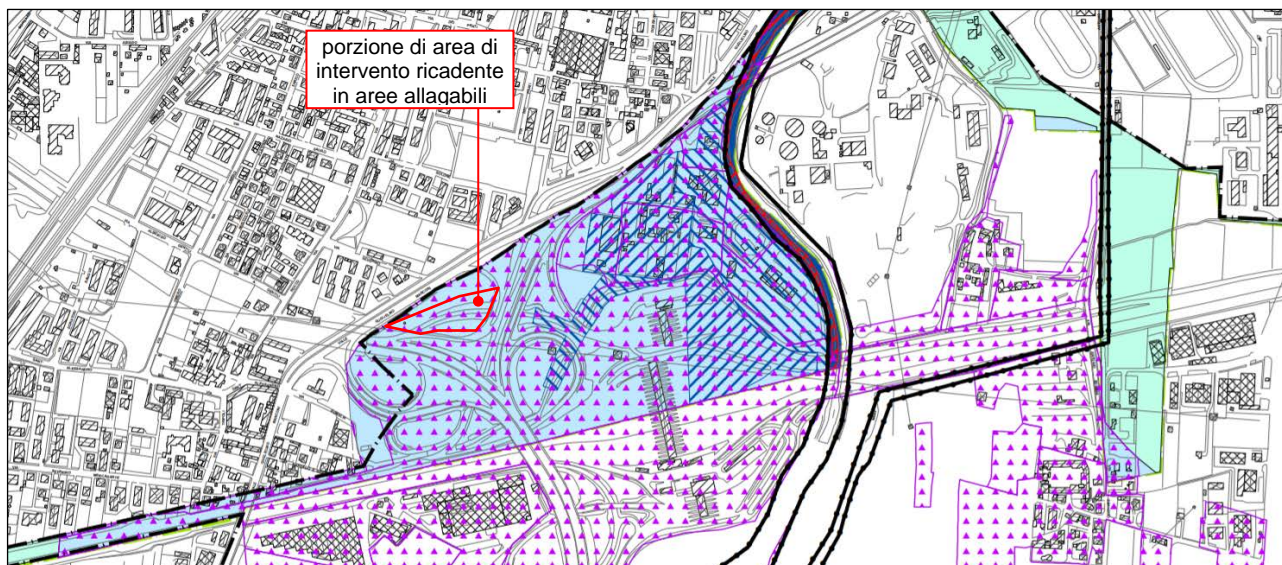
#### 3.1.3.1 Classificazione della pericolosità e del rischio idraulico

Il PGT del comune di Monza è stato sottoposto a variante finalizzata alla revisione della relativa normativa e degli atti conseguenti, comprendente l'adeguamento della Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica al Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA), approvata con Deliberazione di Consiglio Comunale n. 98 del 20/12/2021 ed entrata in vigore il 02/02/2022 a seguito della pubblicazione dell'avviso di approvazione sul BURL Serie Avvisi e Concorsi n. 5 del 02/02/2022.

Con tale variante è stato approvato lo Studio di "Aggiornamento dati della Pericolosità Idraulica - Studio del Rischio Idraulico predisposto nel 2008, con riferimento ai criteri della D.G.R. n. IX/2616/2011" (Relazione Tecnica - Ramon Galindo Pacheco e Francesco Baroni, 18/03/2016; All.4 allo Studio Geologico del PGT vigente), inerente al Fiume Lambro.

Secondo tale elaborato, l'area dello svincolo di S. Alessandro ricade in "Aree di pericolosità P2/M" e in "Aree a rischio molto elevato" del PGRA.

Figura 3.4 – Estratto della Tavola 4c “Zonazione delle classi di rischio” della parte idraulica del PGT di Monza



Classi di Fattibilità connesse a tematiche idrauliche presenti nello Studio Geologico Vigente	
	Classe 4Fa (4Fa; 4Fac)
	Classe 3Fb (3Fb; 3Fba; 3Fbc)
	Classe 4H4 (4H4; 4H4b; 4H4c)
	Classe 3H3 (3H3; 3H3*; 3H3c)
	Classe 3H2 (3H2; 3H2*; 3H2b)
Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) - DGR X/6738/2017	
Aree Allagabili del Reticolo di Pianura (RP)	
	Aree di Pericolosità P3/H
	Aree di Pericolosità P2/M
	Aree di Pericolosità P1/L
Aree di Rischio definite nel PGRA	
	R4 - Rischio molto elevato

Variante al Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico (PAI) - Fasce Fluviali del F. Lambro nel tratto dal Lago di Pusiano alla confluenza con il Deviatore Redefossi approvato con DPCM del 10/12/2004 (pubblicato sulla G.U. n. 28 del 04/02/2005)	
	Limite tra la Fascia A e la Fascia B
	Limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C
	Limite tra la Fascia B e la Fascia C
	Limite esterno di Fascia C
	Confine comunale

### 3.1.3.2 Vincoli e condizionamenti

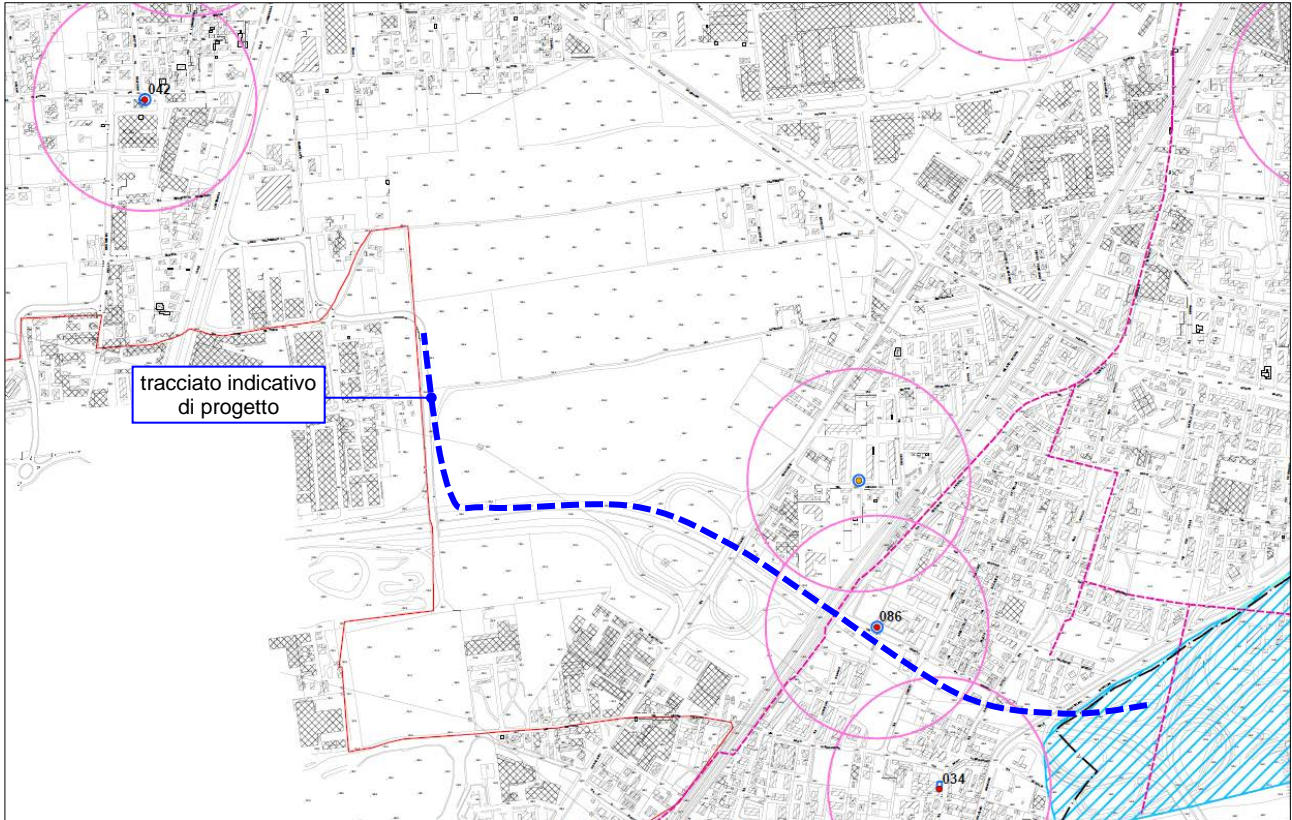
Per le aree di intervento ricadenti in territorio comunale di Monza, lo Studio geologico del PGT segnala i seguenti elementi di attenzione (Tav. 7c “Carta dei vincoli”, Tav. 8c “Sintesi degli elementi conoscitivi”, Tav. A4.4 “Carta delle porzioni del territorio non adatte o poco adatte all’infiltrazione”):

- lo svincolo autostradale di S. Alessandro a Monza ricade in Fascia C del PAI attribuita al Fiume Lambro e in aree allagabili del PGRA con pericolosità media (P2/M);
- le altre aree interessate ricadono in un ambito a basso-moderato grado di suscettività al fenomeno degli “occhi pollini”, ove sono riconosciuti terreni con scadenti/discrete caratteristiche geotecniche fino a 7-8 m (con miglioramento delle caratteristiche portanti più in profondità), e una vulnerabilità di grado alto/medio degli acquiferi;
- nella zona urbana di via Gentili sono segnalati pozzi ad uso idropotabile a cui sono associate le zone di tutela assoluta di 10 m e di rispetto di 200 m;
- lungo la Linea ferroviaria Milano – Monza (passante trasversalmente alla galleria autostradale esistente) è indicato un ramo di un canale diramatore dismesso / abbandonato, comunque privo di funzionalità idraulica e non inserito nel reticolo idrografico minore;
- le aree lungo la A52 e negli svincoli non risultano idonee all’infiltrazione, come l’asse stradale di viale Campania.

Per le aree di intervento ricadenti in territorio comunale di Cinisello Balsamo, lo Studio geologico del PGT segnala i seguenti elementi di attenzione (Tav. 02 "Carta dei vincoli e sintesi"):

- area di ricarica degli acquiferi profondi.

Figura 3.5 – Estratto della Tavola 7c "Carta dei vincoli" dello Studio geologico del PGT di Monza



Variante al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) -  
Fasce Fluviali del Fiume Lambro nel tratto dal Lago di Pusiano  
alla Confluenza con il Deviatore Redefossi approvato con  
DPCM del 10/12/2004 (pubblicato sulla G.U. n.28 del 4/02/2005)

**VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA**


**ai sensi della D.G.R. 25 gennaio 2002 n. 7/7868 e s.m.i.**


(lo studio sul reticolo è stato approvato da parte della Regione Lombardia con parere  
in data 23/01/09 - prot. U1.2009.979)

----- Limite esterno della Fascia C

Piano di Gestione del Rischio Alluvioni PGRA (DGR X/6738/2017)

Aree allagabili del Reticolo di Pianura (RP)

 Aree di pericolosità P3/H


 Aree di pericolosità P2/M

AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI A SCOPO IDROPOTABILE  
D. Lgs. 152/06 - D.G.R. n.7/12693/2003

039 ● Pozzi pubblici attivi

083 ● Pozzi pubblici fermi

○ □ Zona di Tutela Assoluta

 Zona di Rispetto dei pozzi ad uso potabile con criterio geometrico  
(200 m di raggio)

STATO DI ATTIVITA'

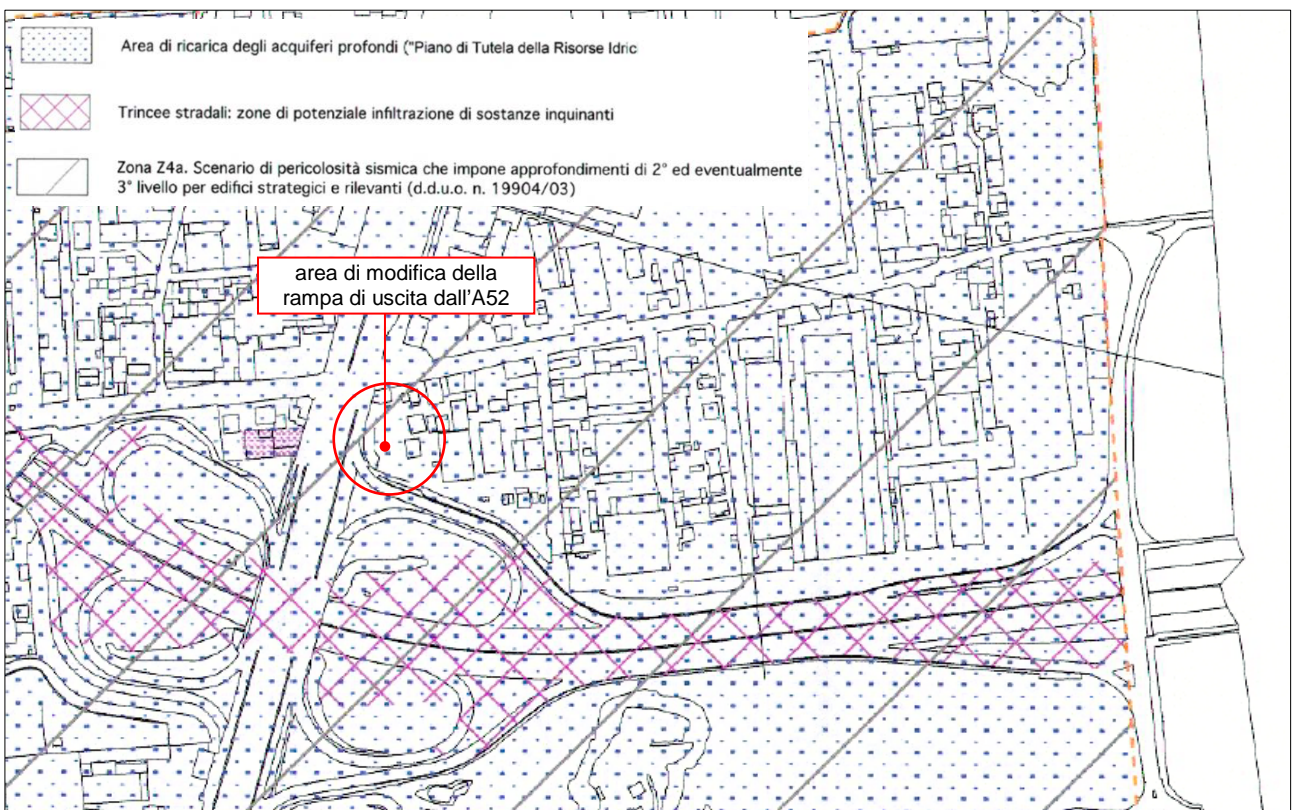
----- Tratti dismessi / abbandonati (privi di funzionalità idraulica)  
non inseriti nel reticolo idrografico minore

----- Canali diramatori (terzo ordine)

Figura 3.6 – Estratto della Tavola A4.4 “Carta delle porzioni del territorio non adatte o poco adatte all’infiltrazione” dello Studio geologico del PGT di Monza



Figura 3.7 – Estratto della Tavola 02 “Carta dei vincoli e sintesi” dello Studio geologico del PGT di Cinisello Balsamo



Secondo quanto prescritto dalla d.g.r. 30 novembre 2011 n. IX/2616 – *Aggiornamento dei “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12”, approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 7/7374* il territorio dei Comuni della Regione Lombardia è stato suddiviso in aree omogenee dal punto di vista della pericolosità e vulnerabilità con la conseguente attribuzione di diverse Classi di fattibilità in ordine alle limitazioni e destinazioni d’uso del territorio.

La d.g.r. sopra richiamata indica n. 4 Classi di Fattibilità geologica in cui ricade l’intero territorio regionale.

Le Classi sono codificate come:

- Classe 1 – fattibilità senza particolari limitazioni;
- Classe 2 – fattibilità con modeste limitazioni;
- Classe 3 – fattibilità con consistenti limitazioni;
- Classe 4 – fattibilità con gravi limitazioni.

Per maggiore chiarezza ciascuna Classe può essere suddivisa in Sottoclassi riguardanti ambiti omogenei. Nel caso in cui in un’area omogenea per pericolosità/vulnerabilità vi sia la presenza contemporanea di più fenomeni, deve essere attribuito il valore più alto di classe di fattibilità.

Dall’analisi delle cartografie comunali emerge il seguente quadro:

- lo svincolo A52-A4 di S. Alessandro ricade in Classe di fattibilità 3H2, che comprende aree caratterizzate da pericolosità idraulica media H2, come individuate dal PGRA; secondo la normativa comunale, in tali aree è ammessa la realizzazione di nuove infrastrutture;
- lo svincolo A52 di via Borgazzi ricade in Classe di fattibilità 3b con consistenti limitazioni; tale attribuzione è legata alla presenza degli scavi avvenuti per la realizzazione dei rami di svincolo ritenuti “*aree degradate*” dal PGT di Monza;
- la restante parte del tracciato che si sviluppa a Monza ricade in Classe di fattibilità 2Be, con modeste limitazioni in relazione alla possibile presenza di Occhi Pollini nel sottosuolo;
- lo svincolo A52-SS36 a Cinisello Balsamo ricade in Classe di fattibilità 2 con modeste limitazioni.



Figura 3.8 – Estratto della Tavola 9c “Carta della fattibilità” dello Studio geologico del PGT di Monza

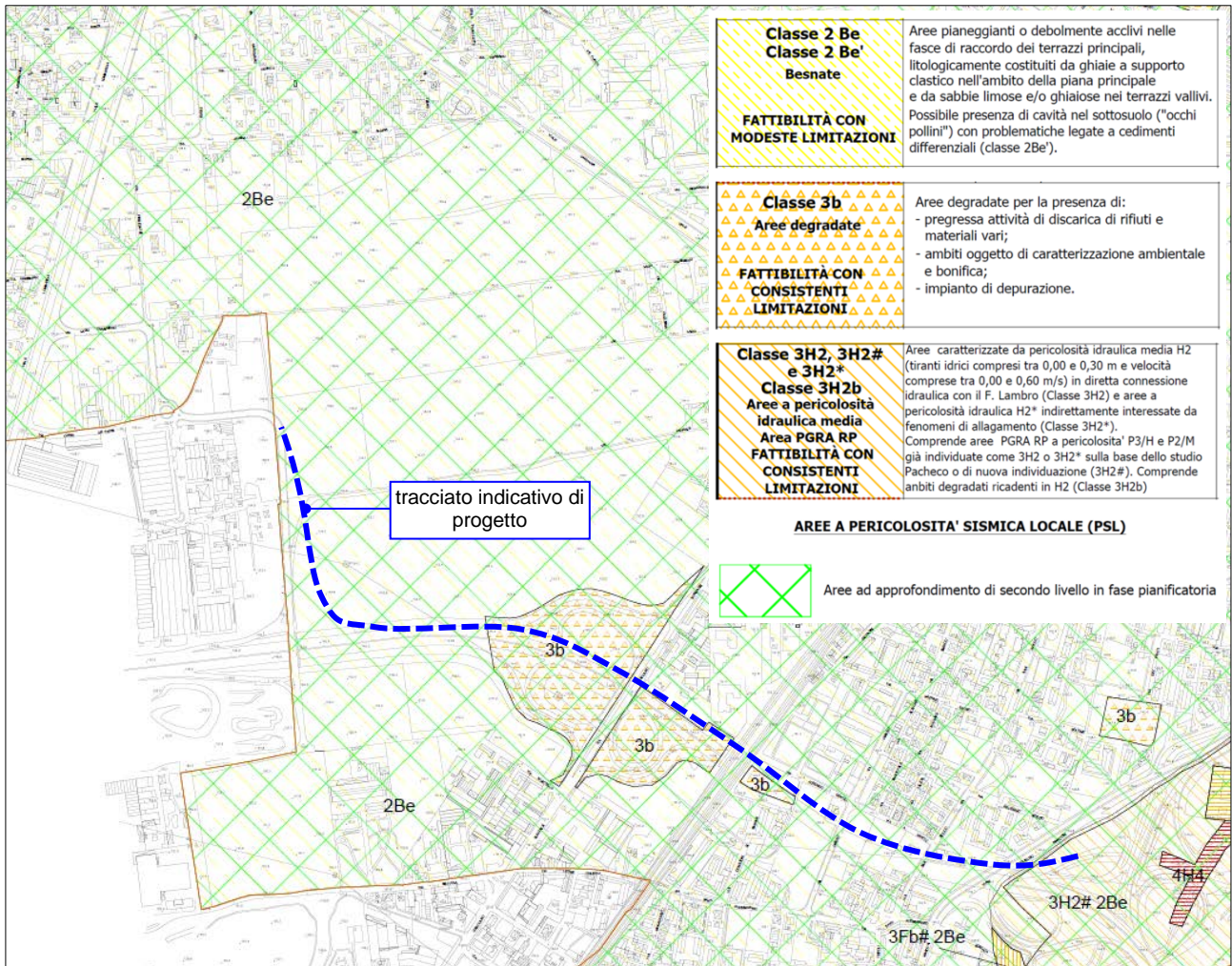
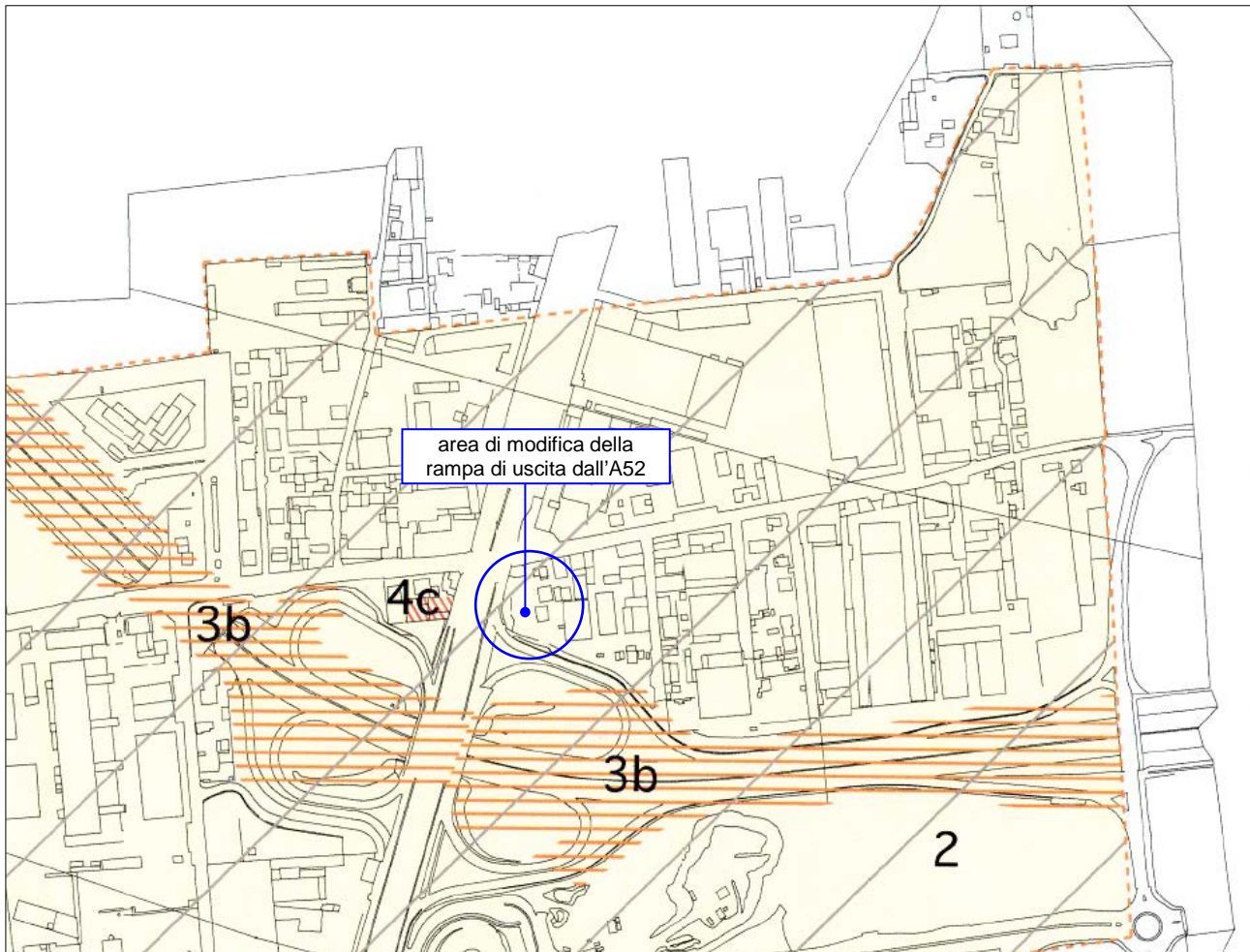


Figura 3.9 – Estratto della Tavola 03 “Carta di fattibilità geologica” dello Studio geologico del PGT di Cinisello Balsamo



- 2** FATTIBILITA' CON MODESTE LIMITAZIONI. Modeste limitazioni di carattere geologico tecnico alla urbanizzazione o alla modifica della destinazione d'uso delle particelle, salvo il rispetto delle disposizioni del D. Min. Infrastrutture 14/01/2008. E' richiesta l'esecuzione di indagini geotecniche per la caratterizzazione dei terreni di fondazione e per la valutazione dell'interferenza delle nuove edificazioni con gli edifici eventualmente esistenti nell'intorno.  
Dovranno essere approfonditi gli aspetti idraulici e idrogeologici al fine di garantire un corretto drenaggio delle acque meteoriche ed il loro smaltimento in conformità al D. Lgs. 152/2006.
- 3b** FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI. Tratti di strade ad alta intensità di traffico realizzati in trincea, prive di qualsiasi forma di accumulo-controllo-gestione delle acque, luoghi di potenziale infiltrazione nel sottosuolo di sostanze inquinanti; questa zona comprende anche una fascia di rispetto del ciglio di scarpata ampio m 10. Si dovrà prevedere, ove mancanti, l'installazione di sistemi per la raccolta delle acque meteoriche ed il loro allontanamento secondo il D. Lgs. 152/2006, escludendo ogni possibilità di dispersione sul suolo o nel sottosuolo. E' vietato il deposito e lo spandimento di sostanze pericolose, quali fondenti stradali, prodotti antiparassitari ed erbicidi, a meno di non utilizzare sostanze che presentino una ridotta mobilità nei suoli.  
Per ogni tipo di intervento antropico, sia edificatorio che per lavori di sbancamento dei terreni, da realizzarsi nella fascia di rispetto è necessaria l'esecuzione di studi geologici e geotecnici finalizzati alla verifica delle condizioni di stabilità e portanza dei terreni, nonché connessi alla regimazione delle acque, per non gravare la situazione già critica di smaltimento e per non indurre dissesti sulle scarpate.
- Z4a** Scenario di pericolosità sismica che impone approfondimenti di 2° ed eventualmente 3° livello per edifici strategici e rilevanti (d.d.u.o. n. 19904/03).

## 3.2 VULNERABILITÀ IDRAULICHE

### 3.2.1 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

Il principale elemento idrografico nel contesto in cui si inseriscono le opere di progetto è rappresentato dal fiume Lambro.

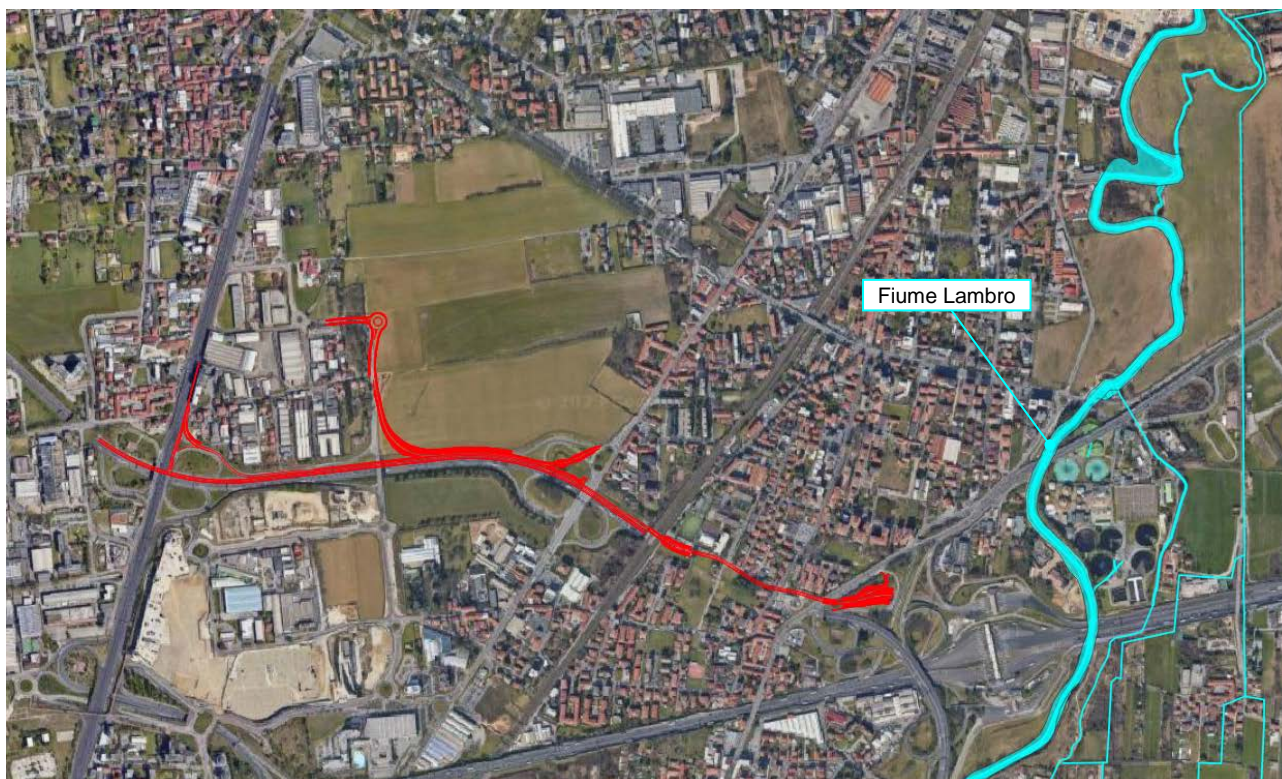
Il Lambro scorre a più di 500 m ad est dall'inizio dell'intervento infrastrutturale proposto.

Il fiume Lambro ha origine a Magreglio, 1.300 metri s.l.m., e dopo un percorso di circa 130 km sfocia nel Po a Senna Lodigiana. La superficie complessiva del bacino del Lambro, chiuso alla confluenza con il Deviatore Redefossi, è pari a circa 553 km<sup>2</sup>, dei quali 199 km<sup>2</sup> di aree urbane e 354 km<sup>2</sup> di aree extraurbane.

Il tratto di Lambro urbano, tra il comune di Monza e la periferia sud-est di Milano, si estende fino alla confluenza del Deviatore Redefossi, con versanti pressoché pianeggianti ed un'elevata urbanizzazione. Il contributo di tale porzione di bacino deriva interamente dagli scaricatori delle reti fognarie comunali e consortili.

Il Lambro percorre Monza in senso Nord – Sud. Attraversa il Parco di Monza con andamento meandriforme, collocandosi in un fondovalle dai contorni morfologici sempre meno evidenti, in cui le opere idrauliche e le protezioni di sponda sono minime, appena sufficienti a non far migrare i meandri. A valle del Parco il fiume attraversa il centro storico presentando un alveo completamente artificializzato, dà origine al corso artificiale del Lambretto ed è sovrappassato con ponte canale dal Canale Villoresi, da cui riceve acque pulite; più a valle riprende il suo corso a meandri ed infine esce dalla città affiancando l'area del depuratore di S. Rocco ed entrando nel Comune di Cologno Monzese, in un settore con siti in avanzato degrado posto ai confini meridionali della area cittadina.

Figura 3.10 – Estratto della cartografia del Reticolo idrografico regionale fornita dal Geoportale della Lombardia



Il Reticolo Idrico Minore dal PGT Monza, come illustrato nel precedente Par. 3.1.3, evidenzia la presenza di una linea tratteggiata in corrispondenza della linea ferroviaria Milano-Monza; l'elemento è rappresentato da un canale irriguo di terzo ordine dismesso, che non viene poi riportato nel reticolo idrico ufficiale del Comune

di Monza. Il tracciato del corso d'acqua è riportato al di sotto della linea ferroviaria e dall'analisi dei luoghi non emerge la sua presenza a cielo aperto. L'interferenza ubicata in corrispondenza della linea ferroviaria vedrà nello stato di progetto il passaggio dell'infrastruttura viaria mediante l'utilizzo della galleria già esistente senza ulteriori interventi, pertanto non vi sarà interferenza.

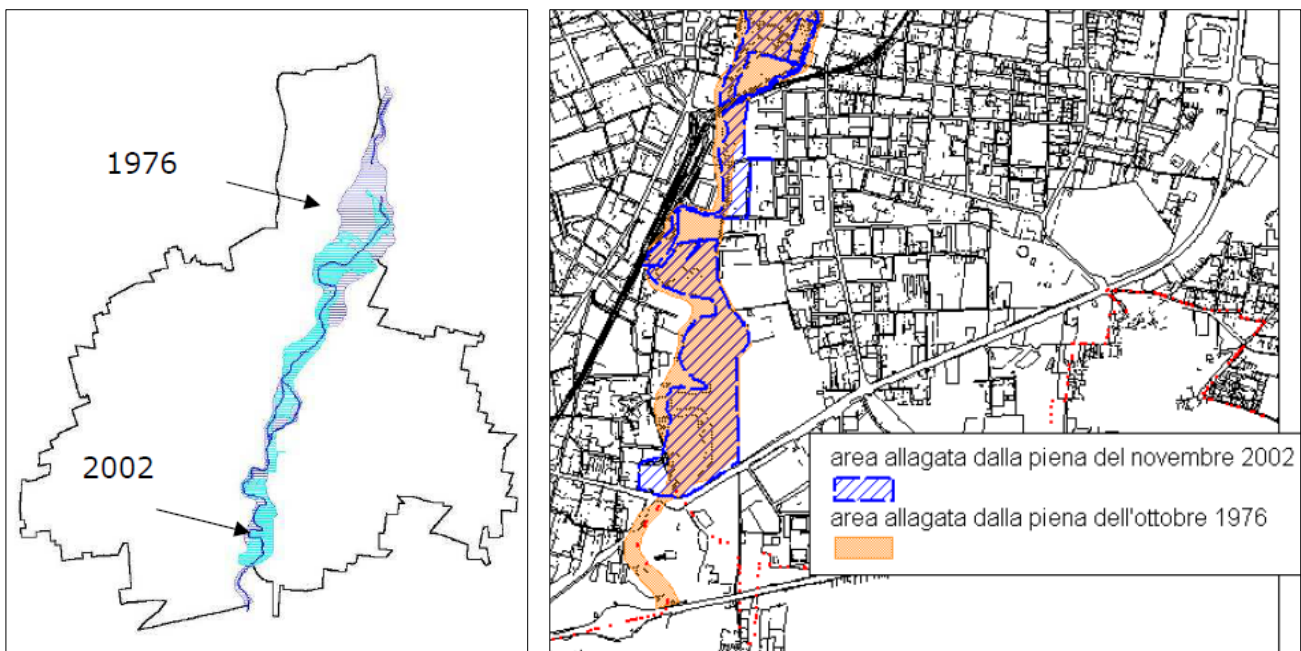
Lungo l'ampliamento della viabilità esistente ed il nuovo tracciato non sono presenti ulteriori rogge o corsi d'acqua.

### 3.2.2 PIENE STORICHE

La città di Monza è da sempre soggetta a piene del Lambro. Sono state censite circa 30 piene storiche; la più antica di cui si è trovata traccia nei documenti consultati risale al 1175 o 1177, mentre la più recente è del novembre 2002.

La seguente figura è una rappresentazione cartografica delle aree inondate durante le piene dell'autunno 1976 e dell'autunno 2002.

Figura 3.11 – Aree inondate nelle piene del Lambro da 1976 al 2002



### 3.2.3 VALUTAZIONE RISCHIO E DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA STATO DI FATTO

La valutazione del rischio sviluppata dagli approfondimenti specialistici del progetto ha avuto lo scopo di identificare preliminarmente il rischio e la pericolosità idraulica da assumere quale reale stato di fatto per il conseguente sviluppo della compatibilità idraulica per l'intervento in progetto.

Si premette che esiste una difformità fra le varie classificazioni. Il PAI classifica l'innesto in progetto alla galleria quale fascia C, il PGRA quale fascia P2/M e il PGT comunale non classifica l'area sulla base dei risultati dello Studio Pacheco assuto dal Piano comunale. La modellistica dello Studio Pacheco è riferita allo stato di fatto del 2008 e non a quello del 2020.

Dal punto di vista di zonazione e di pianificazione vigente, basandosi sullo studio di dettaglio dello Studio Pacheco, l'area non presenta rischio e pericolosità idraulica.

Dal punto di vista progettuale osservando che la zonazione comunale si interrompe quasi al sottopasso e che l'intervento in progetto ha avvio in adiacenza al sottopasso stesso e assumendo quale stato di fatto i risultati dello Studio Pacheco, si ritiene preliminarmente che il nodo esistente sia a rischio di allagamento almeno con 200 anni con tempo di ritorno.

Al fine verificare e caratterizzare compiutamente le dinamiche di allagamento che coinvolgono l'area prossima al Lambro ed interessata dagli interventi è stato sviluppato un modello idraulico bidimensionale.

La geometria del modello per quanto riguarda l'alveo è stata costruita dalle informazioni topografiche ricavate dal rilievo eseguito durante lo "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro – Olona" redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Po nel 2004. Con tali informazioni è stata dapprima inserita la geometria dell'alveo in un modello 1D.

L'informazione topografica è stata inoltre integrata, per la parte esterna all'alveo, con i dati lidar 1 m x 1 m del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, nella modalità "DSM Last" che rappresenta un modello tridimensionale del terreno, depurato di parte della vegetazione, mentre sono presenti gli edifici che sono in grado di modificare le dinamiche di flusso all'interno del centro abitato, soprattutto per il fatto che sono presenti nell'area grossi edifici industriali.

L'unione dei dati lidar con le informazioni topografiche dell'alveo ha permesso la ricostruzione di un unico modello tridimensionale del terreno.

Il modello idraulico utilizzato simula la propagazione dell'onda di piena tenendo conto dell'effettiva realtà locale, dotata di restringimenti e sezioni idrauliche variabili ed è basato sul programma HEC-RAS.

Nel complesso si è analizzato un tratto di Lambro lungo circa 1.3 km, compreso tra la sezione di monte dell'AdBPo denominata LA-91.2.1 nei pressi del ponte di via Enrico Fermi al confine tra Monza e Brugherio e la sezione dell'AdBPo di valle denominata LA-90.2 al confine tra Sesto San Giovanni e Brugherio, circa 600 m a valle dell'attraversamento della A4.

Si rimanda agli elaborati idraulici di progetto per i dettagli.

Il modello sviluppato ha riprodotto in moto vario bidimensionale le dinamiche di allagamento del Lambro nel tratto studiato per il tempo di ritorno pari a 200 anni.

Nelle successive figure è riportato lo sviluppo temporale degli allagamenti.

Quello che preliminarmente si può osservare è che il modello bidimensionale svolto con portata con 200 anni di tempo di ritorno mostra allagamenti maggiori rispetto a quelli indicati nello studio del 2015 svolto dal Comune di Monza e più simili a quelli riportati nel PGRA per pericolosità M, seppure con maggior dettaglio rispetto a quest'ultimo grazie alla presenza di un modello digitale del terreno di dettaglio. Probabilmente la differenza di allagamenti tra lo studio del Comune di Monza e il PGRA è dovuta al fatto che il primo ha considerato una portata molto inferiore (200 contro 295 m<sup>3</sup>/s) per questo tratto, attribuendo l'aumento di portata a 295 m<sup>3</sup>/s a valle della A4, pur tuttavia siano presenti sfioratori fognari di notevoli dimensioni proprio nel tratto a monte della A4 che confermerebbero le stime di portata identificate dallo studio dell'AdBPo del 2004 e successivamente dal PGRA.

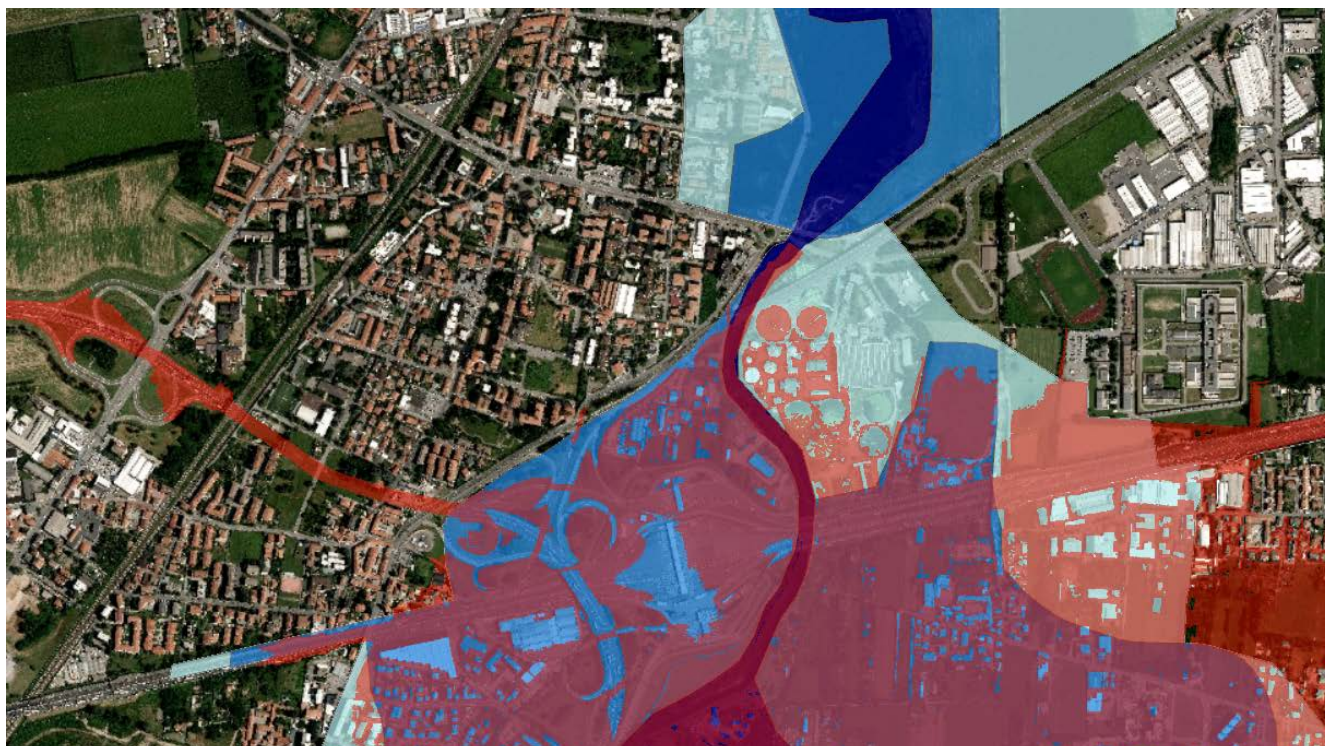
Procedendo da monte si nota come il ponte di via Marconi risulti sufficiente al transito delle portate di piena, mentre a valle di questo si hanno diffusi allagamenti sia in sponda destra che sinistra, causati dal soprizzo degli argini presenti. Grazie anche alla presenza di numerosi sottopassi, la piena viene ad interessare tutta l'area dello svincolo della tangenziale nord, con un'estensione degli allagamenti dunque maggiore rispetto a quella riportata nello studio del Comune di Monza.

Inoltre la piena viene ad interessare anche il tratto di galleria della tangenziale nord, con conseguente propagazione degli allagamenti lungo il sottopasso in direzione nord-ovest, cosa non riportata nello studio del PGRA che identificava come limite degli allagamenti proprio l'imbocco della galleria, che tuttavia non può costituire un vincolo fisico, vista la pendenza della strada diretta verso nord-ovest. Tale limite è stato erroneamente ricavato dall'analisi dei dati lidar, che riportano le sole quote del terreno superficiali e non delle infrastrutture sotterranee.

Lo studio dell'AdBPo del 2004 già evidenziava la tracimazione del ponte della A4 per la portata con tempo di ritorno di 200 anni, che determina un notevole rigurgito a monte, con insufficienza di entrambe le sponde. Il livello idrico a monte del tombino risultava essere di 148.24 m s.l.m., valore del tutto confrontabile con quello ricavato nel modello idraulico bidimensionale svolto (147.99 m s.l.m.). Anche nel presente studio il ponte determina un notevole rigurgito a monte, che provoca gli allagamenti sia in sponda destra che sinistra, oltre che l'interessamento dell'area del casello. Le esondazioni lungo la A4 si estendono sia verso est che verso ovest per un lungo tratto, incanalandosi lungo la viabilità, fintantoché le quote stradali non risultano maggiori del profilo di piena.

A valle del ponte della A4 la piena interessa sia il territorio urbanizzato presente in destra che in sinistra idraulica, seppure l'allagamento in quest'ultimo risulti più esteso.

Figura 3.12 – Confronto tra le aree allagate ottenute dalla simulazione bidimensionale condotta (in rosso) e le mappe PGRA (con azzurro chiaro TR 500 anni, blu chiaro TR 200 anni e blu scuro TR 10 anni)



La simulazione parte il 26 novembre 2002 alle ore 17:00 e si conclude il 28 novembre 2002 alle ore 06:15 con un passo temporale di 2 secondi.

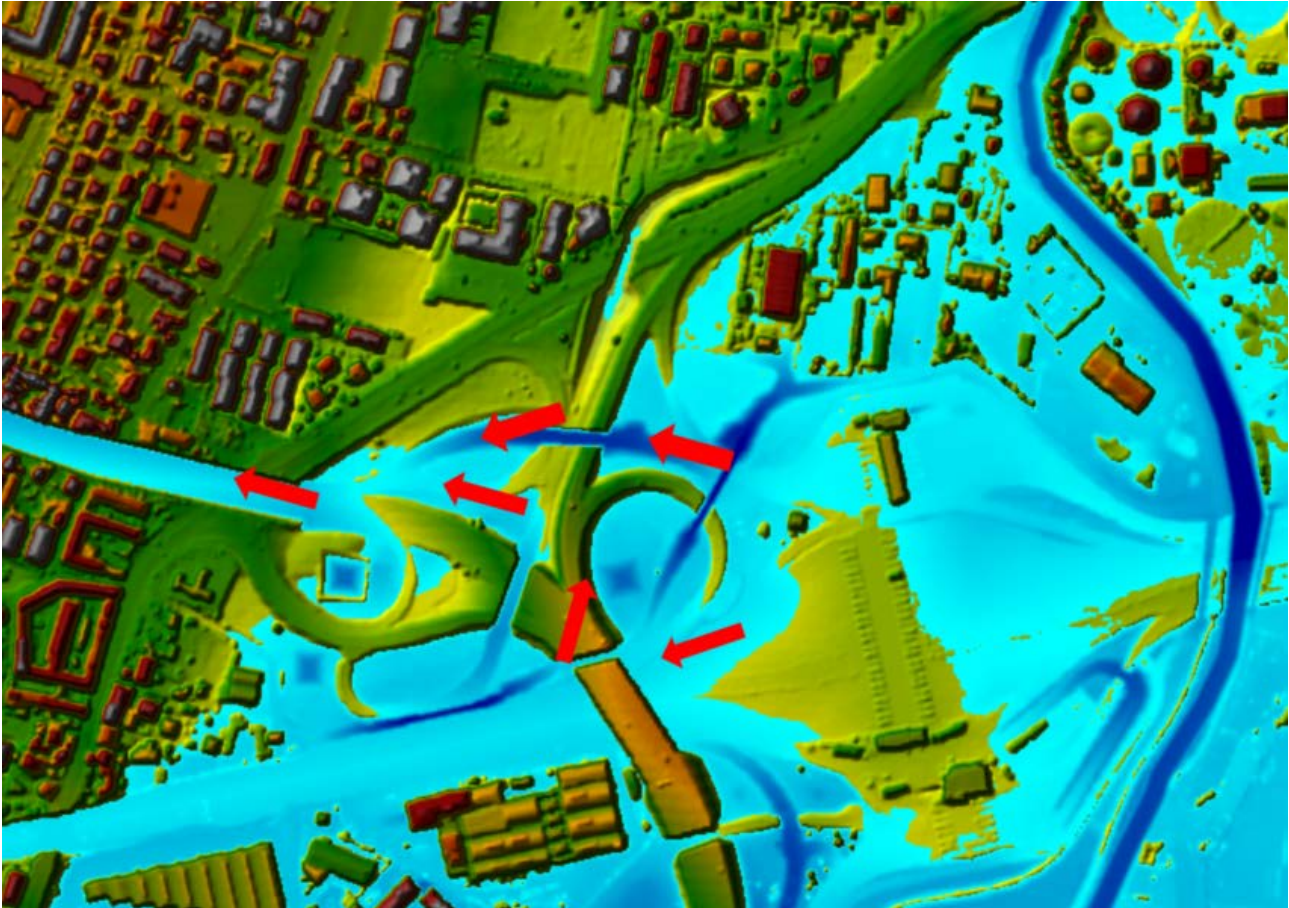
Dalla simulazione condotta emerge come gli allagamenti si propaghino da nord verso sud, utilizzando i diversi varchi presenti sotto la viabilità e una vasta area dell'urbanizzato ne venga interessata.

Relativamente all'area della tangenziale nord si nota come, a seguito del soprizzo arginale da parte della piena, si allaghi la zona a nord della A4, con conseguente incanalamento delle acque verso il sottopasso di via Somalia. Il tombino del sottopasso risulta insufficiente e l'acqua viene incanalata verso il punto di minimo stradale dello svincolo. Proseguendo nel tempo, l'allagamento interessa anche il lato nord della A4 e si

propaga all'interno dello svincolo della tangenziale nord. In breve si verifica l'allagamento della tangenziale nord, che si propaga da est verso ovest nella galleria; nel giro di un'ora quasi tutta la galleria è occupata dall'acqua.

Lo schema di allagamento è riportato nella figura seguente. In quelle successive si riporta l'avanzare delle esondazioni e infine i massimi tiranti idrici restituiti dal modello.

Figura 3.13 – Dinamica di propagazione delle piene del Lambro nello stato di fatto



Una volta terminato l'evento, si rileva la presenza diffusa di ristagni d'acqua nelle aree più depresse.

Figura 3.14 – Simulazione alle ore 23:00 (a sinistra) e 23:45 (a destra) del 26 novembre 2002



Figura 3.15 – Simulazione alle ore 00:45 del 27 novembre 2002

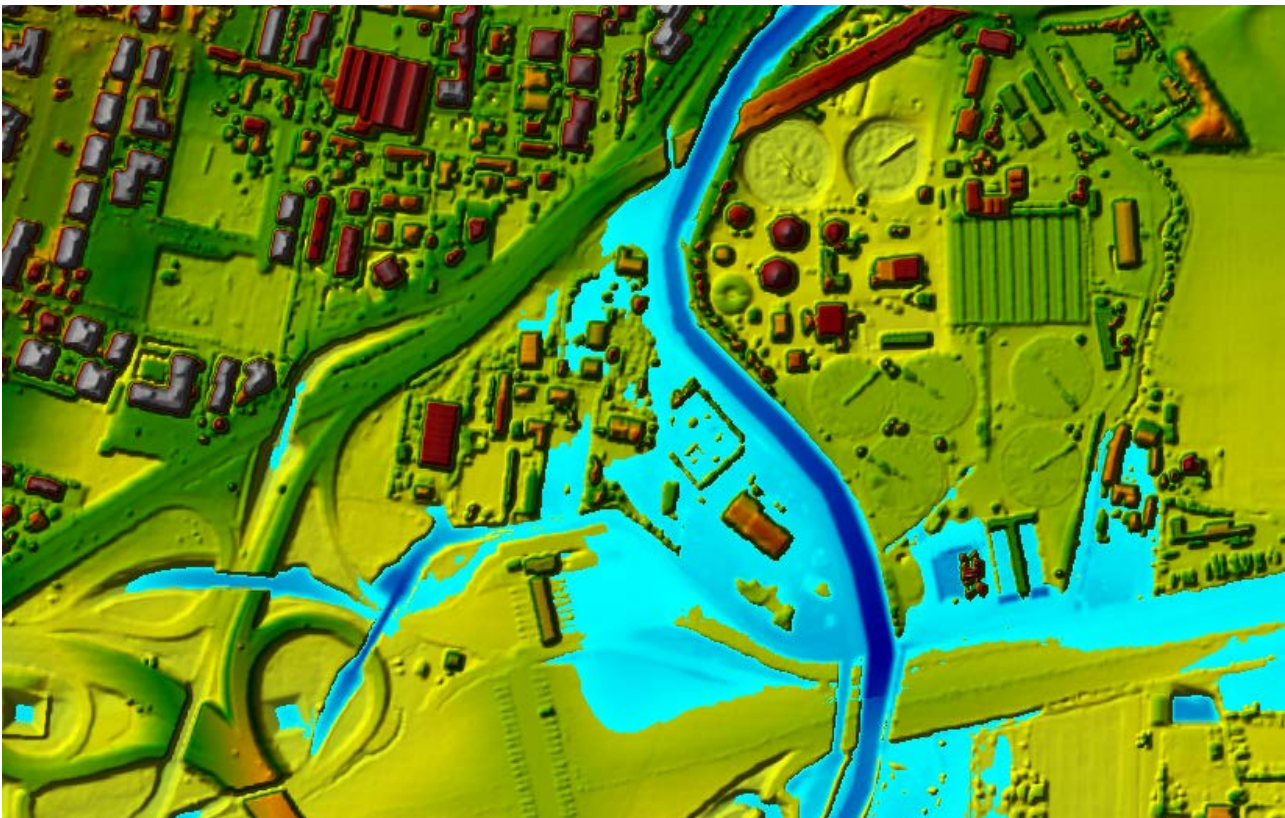




Figura 3.16 – Simulazione alle ore 02:30 del 27 novembre 2002

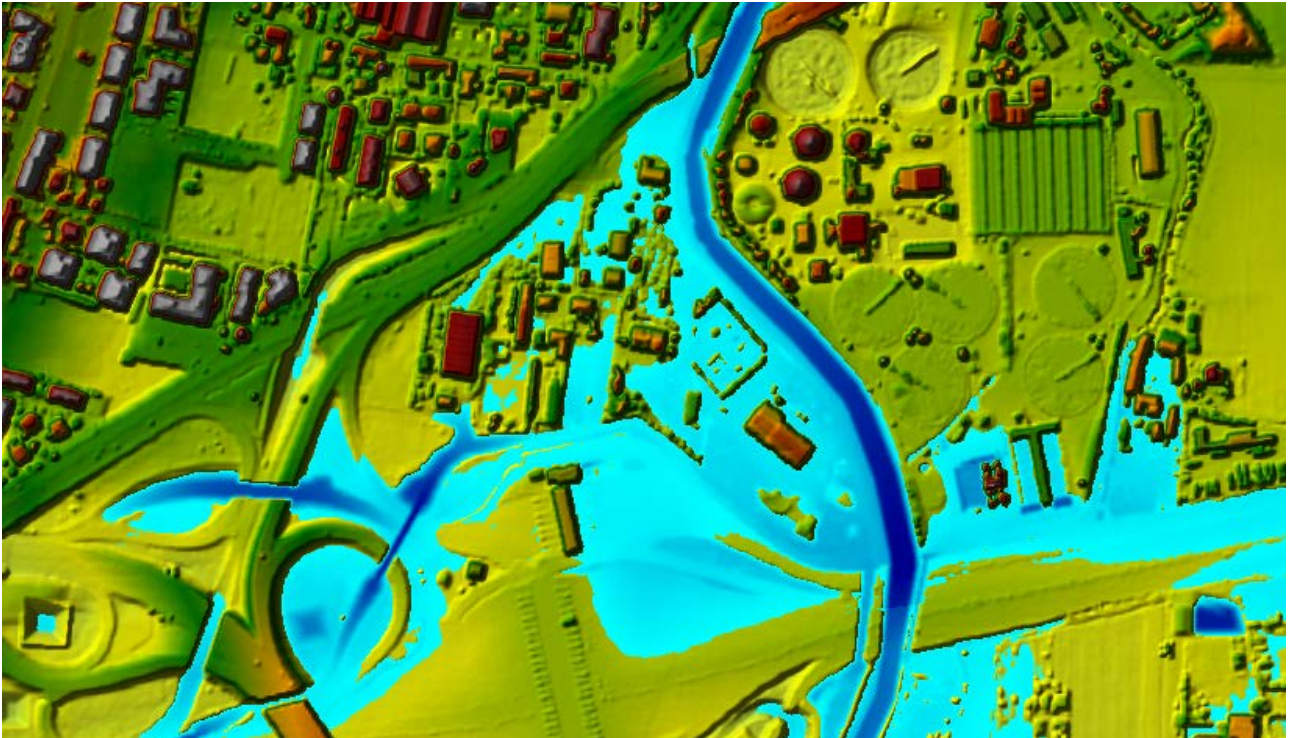


Figura 3.17 – Simulazione alle ore 05:15 del 27 novembre 2002

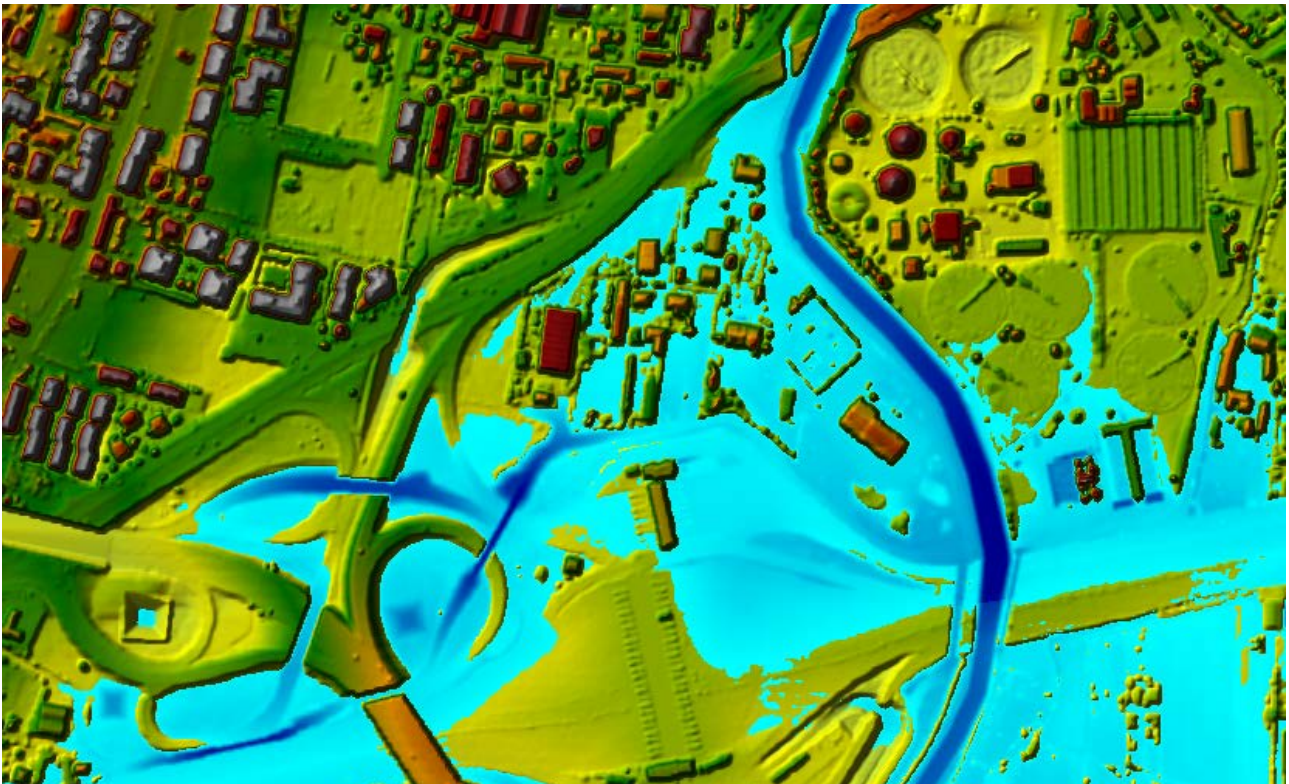


Figura 3.18 – Simulazione alle ore 05:45 del 27 novembre 2002

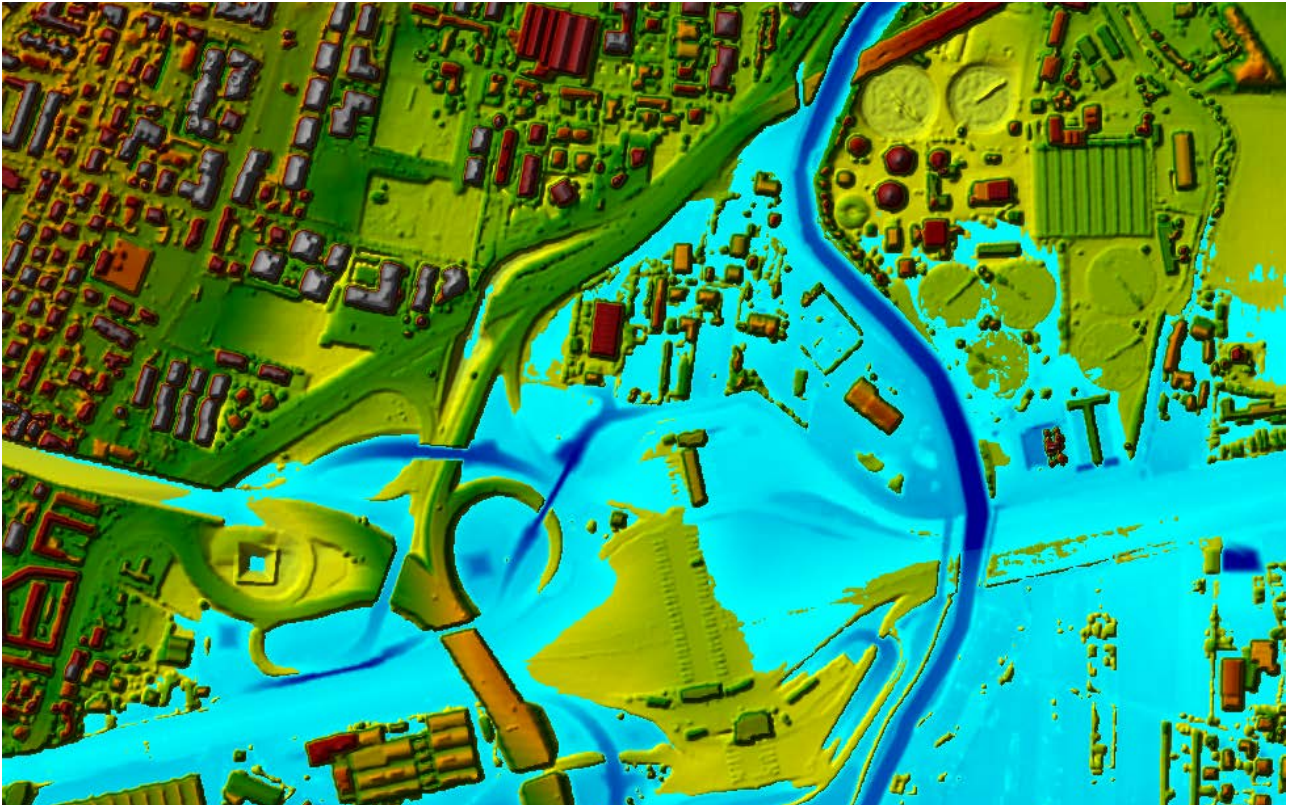


Figura 3.19 – Simulazione alle ore 06:45 del 27 novembre 2002

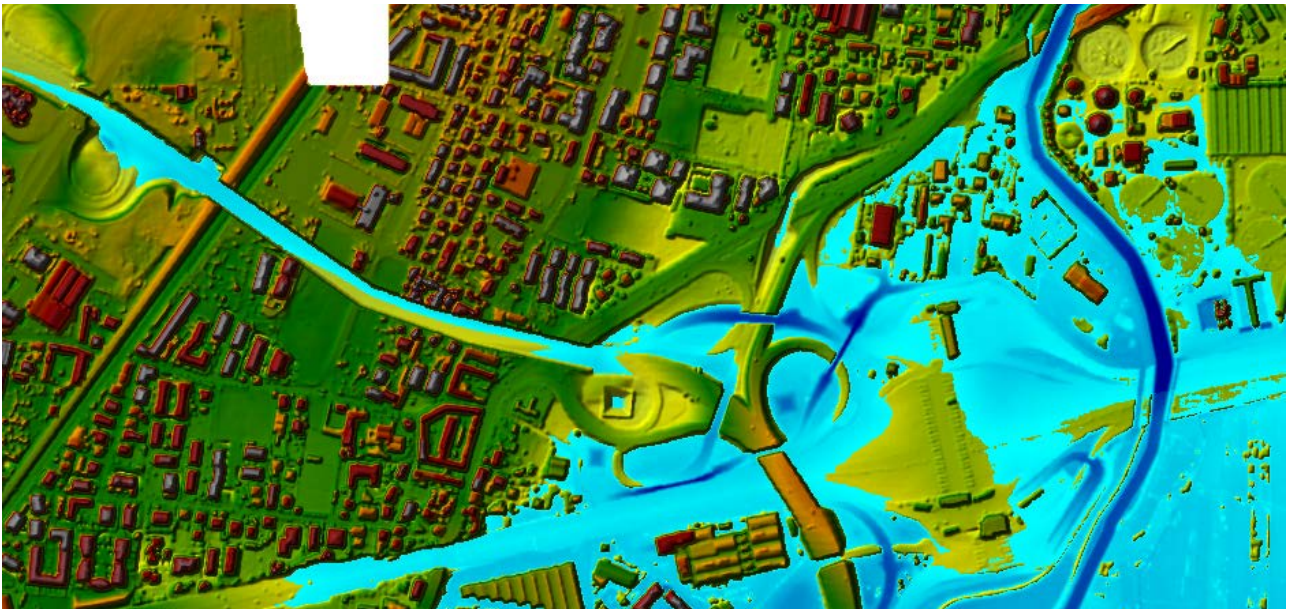


Figura 3.20 – Simulazione alle ore 09:00 del 27 novembre 2002

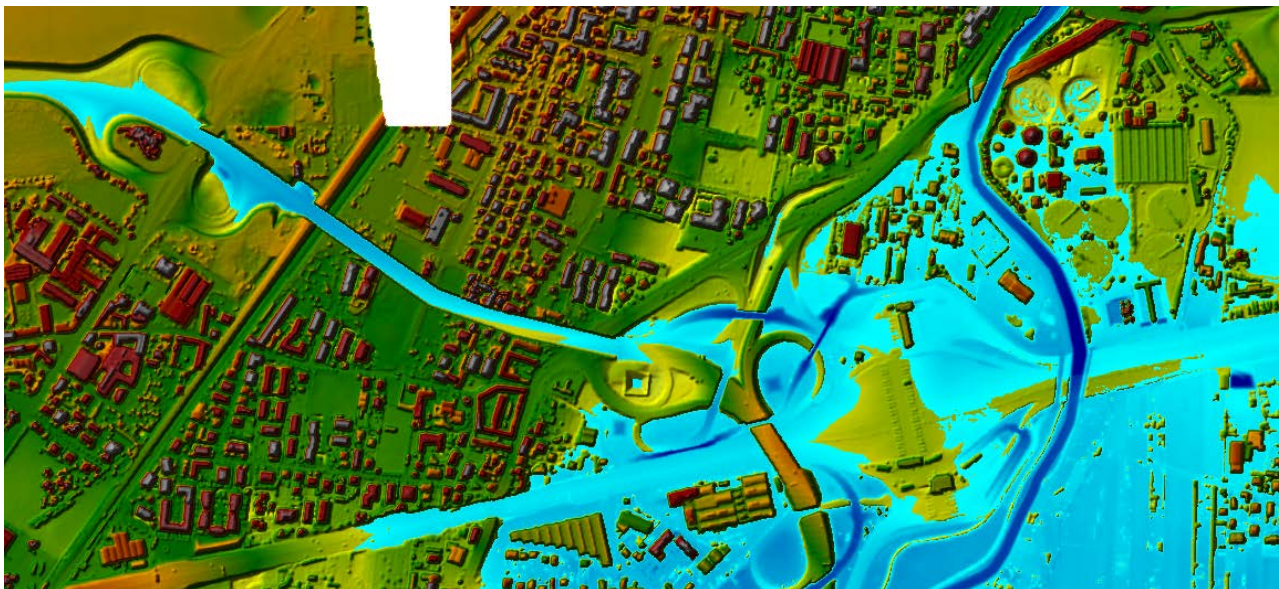
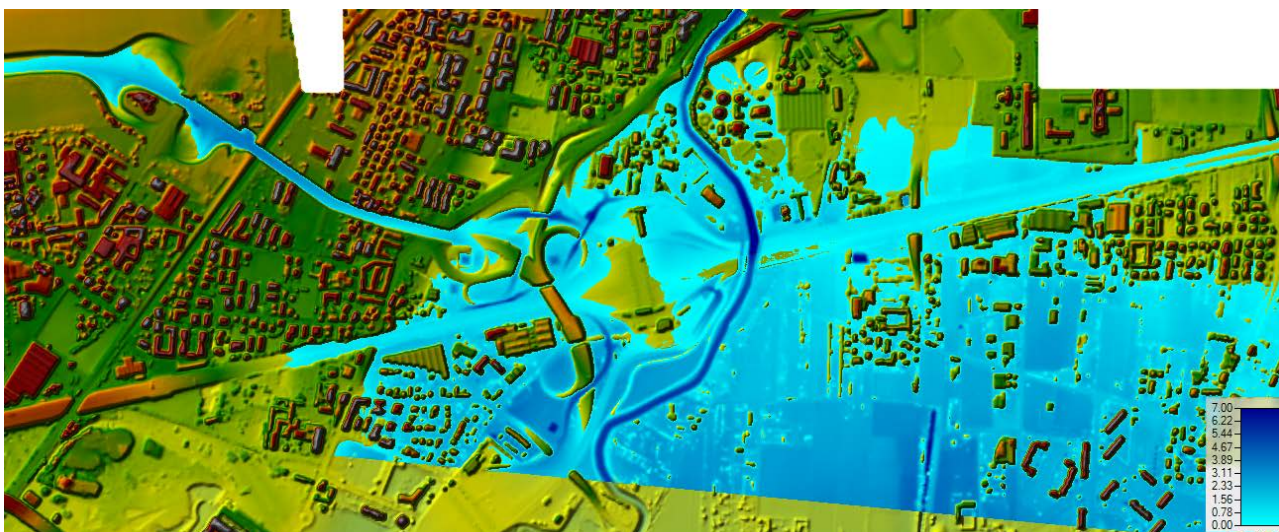


Figura 3.21 – Simulazione con i massimi tiranti di allagamento



Relativamente alla profondità della corrente i massimi tiranti riscontrati sono significativi nel territorio urbanizzato comunale soggetto ad allagamenti, con valori generalmente compresi tra 1 e 2.5 m a sud della A4 e tra 0.5 e 1.5 m a nord della stessa.

Dall'analisi dei dati sopra riportati appare critica la situazione dei vari sottopassi, dove vi sono tiranti idrici elevati, essendo ribassati rispetto al piano campagna per consentire il passaggio sotto altre viabilità. Nello specifico il sottopasso esistente dopo il casello dello svincolo della tangenziale nord ha un tirante di 5.7 m, mentre via Somalia 7.4 m; l'asse principale della tangenziale nord raggiunge al massimo 3.7 m.

Per quanto riguarda le velocità, si osservano in generale valori bassi, eccetto che lungo l'asta del Lambro, dove le velocità si attestano generalmente a 2-3 m/s e in alcune aree interne allo svincolo, con valori prossimi a 2 m/s.

Figura 3.22 – Velocità massima della corrente nella simulazione 2D dello stato di fatto Tr 200 anni

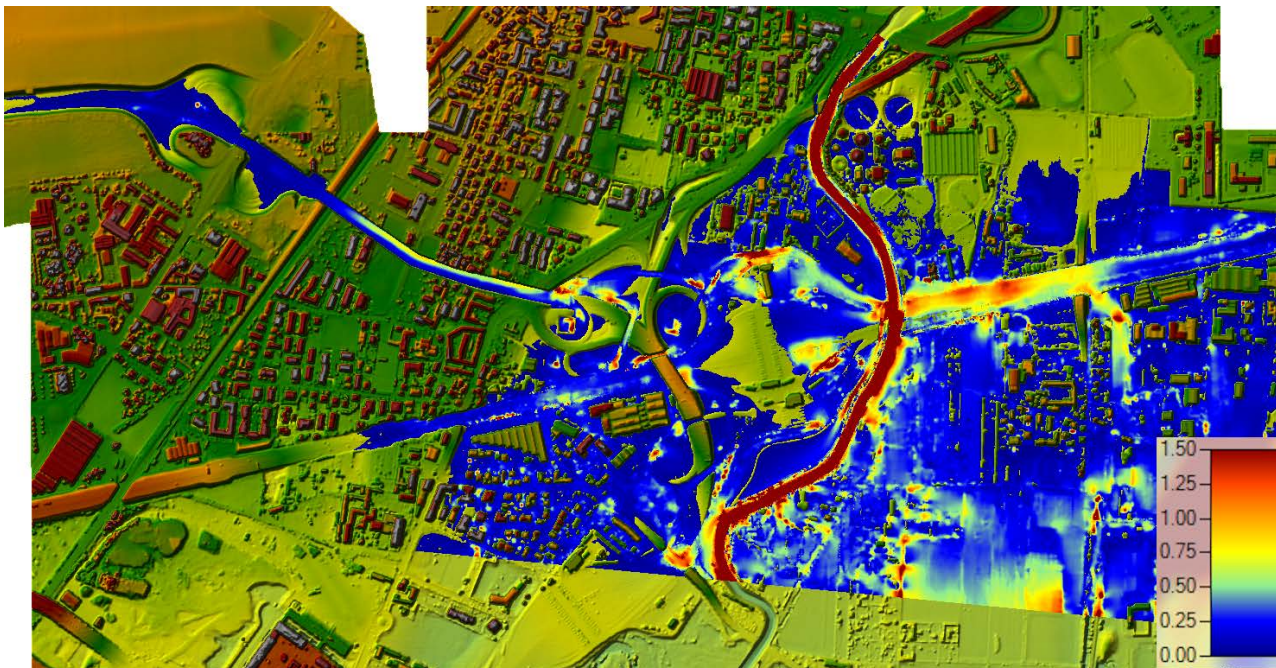
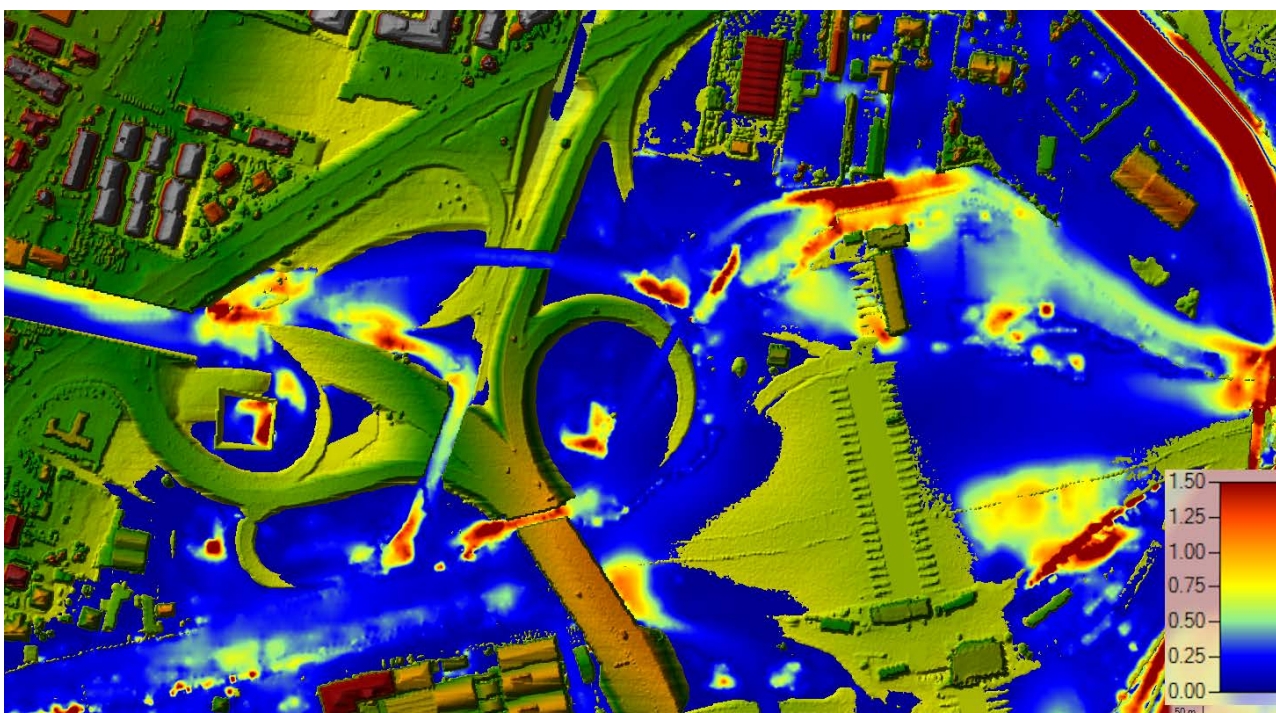


Figura 3.23 – Velocità massima della corrente nella simulazione 2D dello stato di fatto Tr 200 anni nell'area dello svincolo



Per quanto riguarda la capacità di laminazione dell'alveo, la massima portata transitante a valle della A4 è di  $290 \text{ m}^3/\text{s}$ , dunque si ha solo una modesta laminazione ( $5 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

### 3.3 VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICHE

Le Unità idrostratigrafiche della Regione Lombardia sono state riclassificate nella pubblicazione del 2002 *“Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia” per la classificazione degli acquiferi lombardi bell’area di Pianura* da parte di Eni Divisione Agip. Le Unità riconosciute nel territorio di Monza sono di seguito descritte dalla più superficiale alla più profonda:

- **Gruppo Acquifero A:** (Olocene-Pleistocene medio) corrispondente all’incirca all’unità ghiaioso-sabbiosa. È costituita da una netta predominanza di litotipi ghiaioso-sabbiosi con ciottoli, con subordinate intercalazioni di livelli limoso-argillosi di limitata estensione areale, più frequenti nel settore SE. La geometria dell’unità è lenticolare con spessori molto variabili, da pochi metri dal piano campagna nelle porzioni settentrionali (Biassono; Vedano al Lambro, Lissone, Monza Nord – sez. 1,2,3 del PGT del Comune di Monza) a circa 50 m nelle porzioni sud-occidentali (Sesto San Giovanni- sez. 1 del PGT di Monza) e sud-orientali (Brugherio – sez. 2). L’unità si presenta priva di circolazione idrica o caratterizzata da falde sospese a ridotta potenzialità;
- **Gruppo Acquifero B:** (Pleistocene Medio) corrispondente all’insieme delle unità sabbioso-ghiaiosa e a conglomerati e arenarie. È costituita prevalentemente da conglomerati di origine fluviale variamente cementati con intercalazioni sabbioso ghiaiose ad elevata trasmissività. All’interno dell’unità sono localmente presenti orizzonti a bassa permeabilità rappresentati da sabbie limose, limi e argille, generalmente caratterizzati da una limitata estensione laterale. L’unità, presente con continuità in tutto il territorio con spessori minimi di 10-20 m (settore centrale di Monza) e massimi di 50-60 m (settore settentrionale e settore occidentale) in corrispondenza di paleoalvei sepolti, è sede dell’acquifero principale di tipo libero, caratterizzato da un’elevata permeabilità data dalla porosità, dalla fratturazione e dal carsismo; l’alimentazione è legata oltre che alla ricarica a monte, alle perdite per infiltrazione del T. Lambro e del Canale Villoresi. La soggiacenza varia da <10 m a oltre 35 m dal piano campagna in funzione delle oscillazioni stagionali e pluriannuali del livello piezometrico;
- **Gruppo Acquifero C:** costituita da potenti successioni di argille grigie e gialle, talora fossilifere e torbose, caratterizzata da una discreta continuità laterale, a cui si alternano subordinati livelli di sabbie, ghiaie sabbiose ad alto contenuto argilloso e livelli di conglomerati. Nei livelli più grossolani e permeabili sono presenti falde idriche intermedie e profonde di tipo confinato, captata dai pozzi pubblici presenti sul territorio comunale. Il limite superiore di suddetta unità si riscontra a profondità minime di circa 20 m e massima di circa 80 m da p.c.

L’andamento generale della piezometria nel territorio in analisi è caratterizzato da un flusso prevalente con direzione NNE-SSW. Procedendo verso il settore meridionale del territorio, il flusso idrico tende a direzionarsi secondo l’asse NNW-SSE.

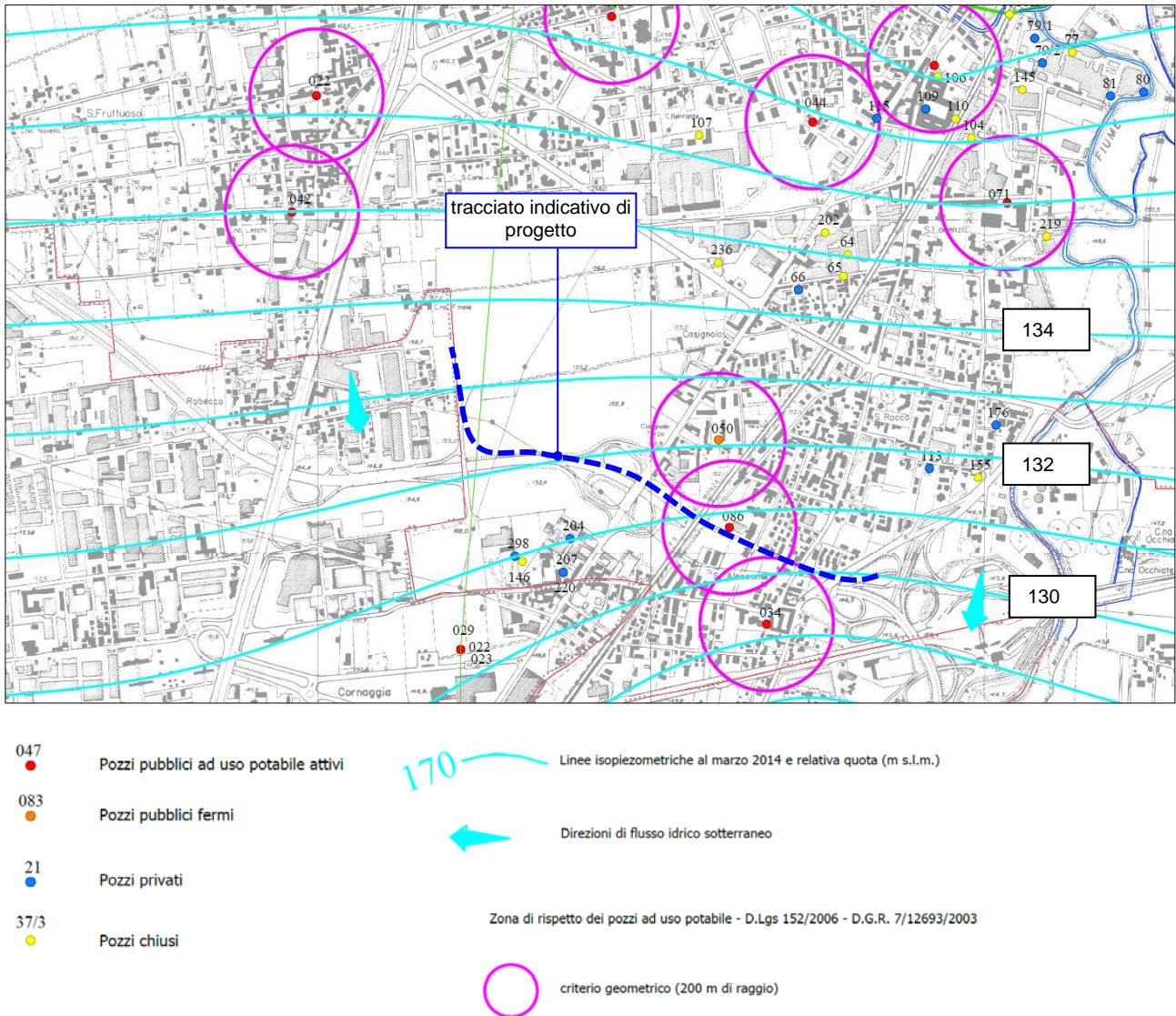
Nella realizzazione del mosaico degli studi geologico dei PGT comunali ai fini di una migliore interpretazione dell’area in esame si sono riscontrate discrepanze in termini di quote piezometriche tra comuni adiacenti. Nel caso in esame, tra le quote di falda dei Comuni di Cinisello Balsamo (MI) e di Monza (MB) sussiste una differenza di circa 5 m. Tale discrepanza è motivata dai diversi intervalli temporali idrogeologici considerati per la definizione di tali quote. Si è quindi deciso di confrontare il livello piezometrico di ciascun comune con i dati provenienti dal Sistema informativo Falda (SIF) a minor scala, comprensivo di tutta l’area. L’andamento della falda, riferito a settembre 2014, attribuisce all’area in esame una quota piezometrica compresa tra i 135 e 130 m s.l.m. con direzione di flusso Sud-vergente.

In considerazione delle analisi effettuate e dell’ubicazione delle opere in progetto, ricadenti per la quasi totalità nel Comune di Monza, si è deciso a titolo cautelativo di assumere come riferimento piezometrico il livello della falda definito dallo studio geologico del PGT del Comune di Monza.

Da tale fonte emerge quanto segue:

- nella fascia in cui si sviluppa l'A52 sono indicati valori di piezometria tra circa 132 m slm e circa 130 m slm, con soggiacenza pari a circa 20-22 m da p.c. (direttrice di flusso N-SSE);
- nell'area del Casignolo a Monza (estesa tra circa 158 m slm a nord e circa 153 m slm a sud) sono indicati valori di piezometria tra circa 135 m slm e circa 132 m slm, con soggiacenza pari a circa 21 m da p.c. (direttrice di flusso NNE-SSW)

Figura 3.24 – Estratto della Tavola 2 "Idrogeologia" dello Studio geologico del PGT di Monza



Al termine delle operazioni di terebrazione, per ciascuno dei sondaggi S01, S04, S06 e S07 è stato allestito un piezometro in PVC atossico avente le seguenti caratteristiche:

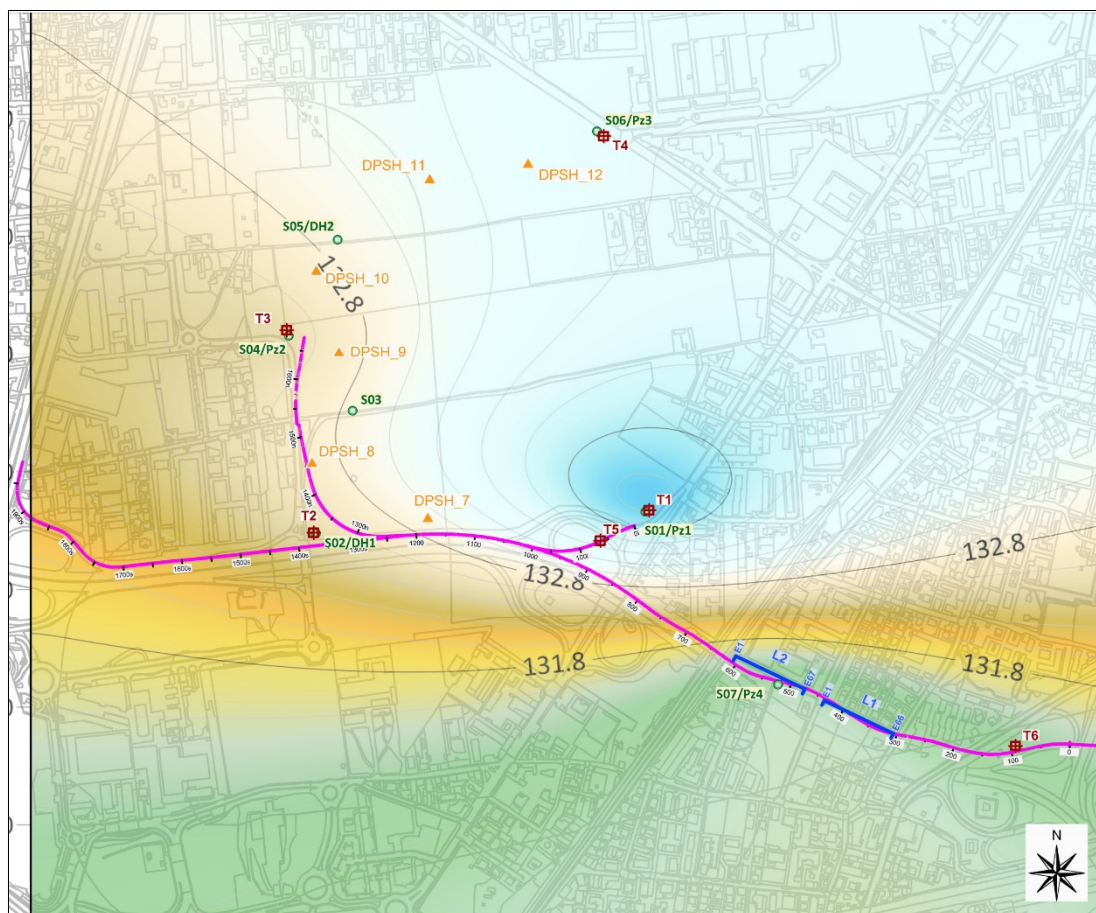
- Diametro 2" con riempimento intercapedine tubo-terreno nella parte filtrante con ghiaietto siliceo e tampone impermeabile superficiale.

Di seguito vengono riportati i valori di soggiacenza registrati tramite freatimetro:

- S01/Pz1: -17.97m dal p.c. in data 06.12.2021;
- S04/Pz2: -21.15m dal p.c. in data 06.12.2021;
- S06/Pz3: -22.20m dal p.c. in data 06.12.2021;
- S07/Pz4: -19.72m dal p.c. in data 16.2.2022;

Con i dati disponibili è stato possibile ricostruire la superficie di soggiacenza della falda. La superficie freatica si colloca ad una quota compresa tra i -18.00 e -23.00 m dal p.c. (in quota assoluta 130 e 135 m s.l.m.) avente direzione di flusso prevalentemente Nord - Sud.

Figura 3.25 – Carta della soggiacenza con dati aggiornati a febbraio 2022



Le indagini propedeutiche al progetto hanno sviluppato anche delle prove di permeabilità.

In totale sono state eseguite n. 14 prove di permeabilità nei fori di sondaggio al fine di determinare il coefficiente di conducibilità idraulica K dei terreni.

Sono stati assunti i valori e classi di permeabilità associati a diversi tipi di litologie.

Tabella 3.2 – Valori e classi di permeabilità associati a diversi tipi di litologie

k (cm/s)	10 <sup>2</sup>	10	1	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-9</sup>
k (m/s)	1	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-10</sup>	10 <sup>-11</sup>
Classi di permeabilità	EE	Elevata	Buona	Discreta		Bassa		BB	Impermeabile			
Tipi di terreno	Ghiaie pulite		Sabbie grossolane pulite e miscele di sabbie e ghiaie			Sabbie fini	Miscele di sabbie e limi		Limi argillosi e argille limose, fanghi argillosi		Argille omogenee e compatte	

I risultati delle prove di permeabilità, dal più superficiale al più profondo, sono riassunti nella tabella sottostante.

Tabella 3.3 – Elenco prove di permeabilità Lefranc a carico variabile

ID	N_campione	Prof. (m da p.c.)	Data	Valore K (m/sec)	Classe di permeabilità
S01	K1	8.00-8.50	09/12/2021	1.45E-04	discreta
	K2	10.50-11.00	09/12/2021	3.13E-04	discreta
S02	K1	1.00-1.50	06/12/2021	5.62E-06	bassa
	K2	3.50-4.00	06/12/2021	7.36E-06	bassa
S03	K1	2.50-3.00	23/11/2021	8.05E-06	bassa
	K2	5.00-5.50	23/11/2021	1.11E-05	bassa-discreta
S04	K1	6.50-7.00	29/11/2021	1.07E-05	bassa
	K2	9.00-9.50	29/11/2021	1.56E-04	discreta
S05	K1	5.00-5.50	03/12/2021	1.32E-05	bassa-discreta
	K2	8.50-9.00	03/12/2021	1.63E-04	discreta
S06	K1	11.00-11.50	07/12/2021	5.22E-04	discreta
	K2	14.50-15.00	07/12/2021	3.74E-04	discreta
S07	K1	11.50-12.00	17/02/2022	5.32E-04	discreta
	K2	14.00-14.50	17/02/2022	3.37E-04	discreta

Le prove hanno restituito un quadro di terreni con discreta permeabilità.



### 3.4 VULNERABILITÀ GEOLOGICO-GEOTECNICHE

Le prove eseguite hanno consentito di ricostruire un modello geologico e geotecnico costituito da quattro livelli con caratteristiche geologiche e geotecniche differenti.

Nello specifico, ad un livello superficiale (Livello A) costituito da depositi di natura argillosa, limoso-argillosa con sabbia e ghiaia, poco consistenti, segue un livello intermedio (Livello B) dato da depositi di natura prevalentemente ghiaiosa in matrice sabbioso-limosa, addensati.

Il successivo livello (Livello C), costituito dalla presenza di depositi prevalentemente sabbiosi, sabbioso-limosi a granulometria fine, con ghiaietto fine, poco addensati, è seguito in profondità dal livello di fondo (Livello D) costituito da depositi a ghiaia grossolana a matrice sabbiosa ben addensati con livelli conglomeratici.

Dal punto di vista geotecnico i livelli sopra elencati assumono comportamento coesivo o incoerente e sono caratterizzati dai seguenti parametri indicativi:

Tabella 3.4 – Livelli del modello geologico e geotecnico e relative caratteristiche

<b>Livello A</b>	
<i>Depositi a prevalente natura argillosa, limoso-argillosa con sabbia e ghiaia, poco consistenti</i>	
Peso di volume $\gamma$	1.75 t/m <sup>3</sup>
Coesione non drenata Cu	0.53 kg/cm <sup>2</sup>
Modulo edometrico Ed	30 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Livello B</b>	
<i>Depositi di natura prevalentemente ghiaiosa in matrice sabbioso-limosa, addensati</i>	
Peso di volume $\gamma$	1.90 t/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito $\phi$	31°
Densità relativa Dr	60%
Modulo elastico E	217 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Livello C</b>	
<i>Depositi prevalentemente sabbiosi, sabbioso-limosi a granulometria fine con ghiaietto fine poco addensati</i>	
Peso di volume $\gamma$	1.85 t/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito $\phi$	30°
Densità relativa Dr	45%
Modulo elastico E	150 Kg/cm <sup>2</sup>
Coesione non drenata Cu	0.80 kg/cm <sup>2</sup>
Modulo edometrico Ed	48 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Livello D</b>	
<i>Depositi a ghiaia grossolana a matrice sabbiosa ben addensati con livelli conglomeratici</i>	
Peso di volume $\gamma$	2.00 t/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito $\phi$	34°
Densità relativa Dr	68%
Modulo elastico E	373 Kg/cm <sup>2</sup>

Sono state ricostruite n. 8 sezioni geologico-geotecniche interpretative allo scopo di evidenziare sia le caratteristiche geotecniche dei terreni e il loro sviluppo sull'area sia gli elementi di criticità presenti nelle aree interessate dalla realizzazione delle opere e relativi manufatti.

È stata posta particolare attenzione al fenomeno degli “Occhi Pollini”, alla probabilità di manifestazione del fenomeno, all’individuazione, se possibile, di situazioni che ne denotano la presenza e alla definizione della profondità di rinvenimento di eventuali livelli conglomeratici significativi.

Nel dettaglio sono state ricostruite n. 5 sezioni longitudinali (da LA a LD) e n. 3 sezioni trasversali (T), le cui caratteristiche sono riportate nella tabella sottostante.

Tabella 3.5 – Riferimenti dimensionali delle sezioni geologico-geotecniche interpretative

ID sezione	Lunghezza (m)	Direzione
LA	760.0	E-W
LB	800.0	E-W
LC	500.0	S-N
LD	300.0	SW-NE
LE	300.0	SE-NW
T0	500.0	SSW-NNE
T1	500.0	SSW-NNE
T2	500.0	NNW-SSE

La sezione LA si sviluppa lungo l’asse di progetto della galleria mentre le restanti sezioni sono state ubicate lungo il tracciato in modo tale da offrire una ricostruzione quanto più accurata della stratigrafia al di sotto dei rami di interconnessione. Le indagini eseguite nella presente fase ricadono all’interno del sedime di progetto dei rami, permettendo quindi una affidabile ricostruzione stratigrafica.

In considerazione della finalità della presente relazione e alla disponibilità di dati presenti sono state elaborate sezioni interpretative a carattere litologico/geotecnico, astenendosi dall’attribuzione di tali litologie alla moderna classificazione allostratigrafica che non è risultata aggiornata lungo tutto lo sviluppo delle ipotesi progettuali.

I dati per l’elaborazione delle sezioni sono stati desunti da:

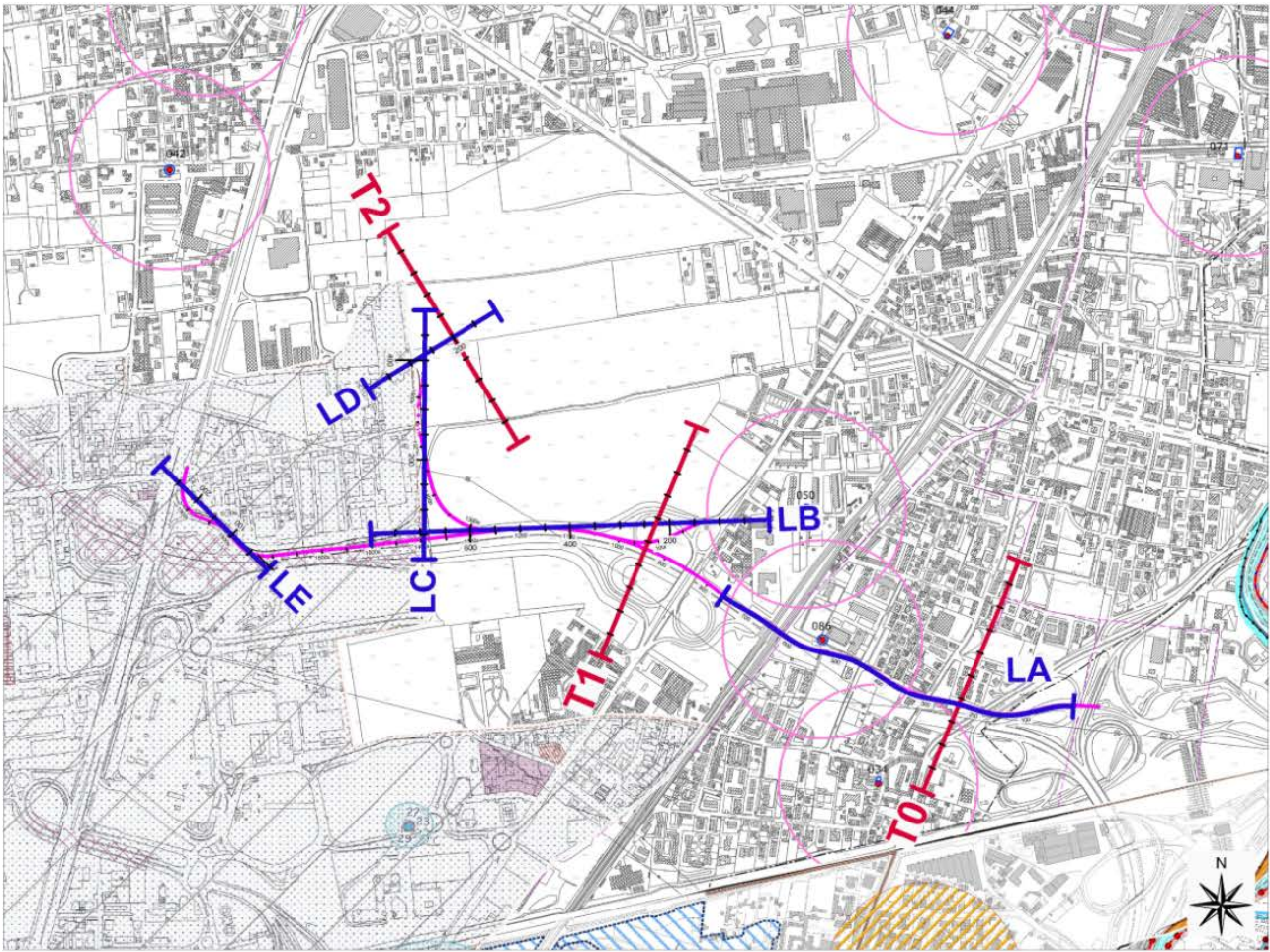
- Piano di Governo del Territorio (PGT) dei comuni interessati dalle ipotesi progettuali;
- Carta geologica 1:50'000, Foglio 97 Vimercate;
- Banca dati geologica di sottosuolo disponibile online dal sito della Regione Lombardia;
- Portale del Sistema Informativo Falda (SIF) della Provincia di Monza e Brianza;
- Indagini pregresse fornite dalla Committenza;
- database interno dell’azienda redattrice delle analisi geologico-geotecniche;
- Indagini geognostiche DPSH e MASW realizzate nel settore settentrionale dell’area di interesse a sopperire la mancanza di dati nell’area di intervento effettuate in fase di Progetto di Fattibilità Tecnico Economico del progetto;
- Indagini geognostiche e geofisiche condotte a supporto della progettazione.

Ognuna delle n. 8 sezioni viene di seguito descritta nei suoi elementi principali e contestualmente ne vengono sintetizzati in forma tabellare gli elementi di criticità.

Le sezioni, oltre a riportare la ricostruzione geotecnica/litostatigrafica, riportano con opportuno tematismo il grado di suscettibilità al fenomeno degli Occhi Pollini e la classe di profondità alla quale è possibile riscontrare la presenza di significativi livelli conglomeratici.

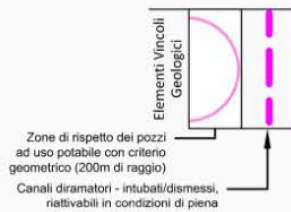
Su ciascuna sezione interpretativa, inoltre, sono stati riportati gli ingombri e le progressive dei tracciati in modo da poter mettere in evidenza con facilità gli elementi di criticità che interessano l’opera in progetto.

Figura 3.26 – Distribuzione delle sezioni geologico-geotecniche

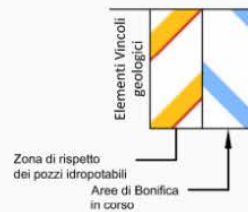


**- Vincoli geologici estratti dai PGT comunali -**

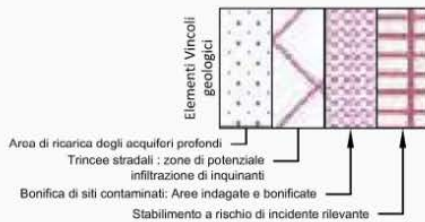
**Comune di Monza**



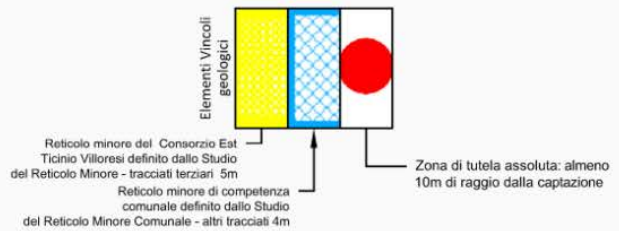
**Comune di Sesto San Giovanni**



**Comune di Cinisello Balsamo**



**Comune di Brugherio**



### 3.4.1 SEZIONE GEOLOGICO GEOTECNICA LA

Si definisce una successione litostratigrafica con depositi fluvioglaciali che si estendono ed affiorano lungo tutta la sezione. Le indagini geognostiche permettono di identificare una successione abbastanza eterogena con variazioni granulometriche laterali. Superficialmente uno strato di Terreno Vegetativo (TV), costituito principalmente da limi sabbiosi o argillosi che si estende sulla maggior parte della sezione. Al di sotto della copertura, lungo la direzione di sviluppo del tracciato, si osserva un passaggio da litologie sabbioso ghiaiose a ghiaiose con ciottoli più o meno grossolani fino a trovanti. I dati provenienti da sondaggi eseguiti per la realizzazione di pozzi che raggiungono profondità superiori ai 30m, ma che per questione interpretative sono stati troncati alla profondità di 30m, non evidenziano la presenza di livelli conglomeratici più consistenti fino alla profondità interessata. Le indagini condotte a supporto dell'attuale fase esecutiva evidenziano un cambio di litologia da ghiaioso con ciottoli e sabbia a sabbioso ghiaiosa dalla profondità di 15.00m dal p.c.

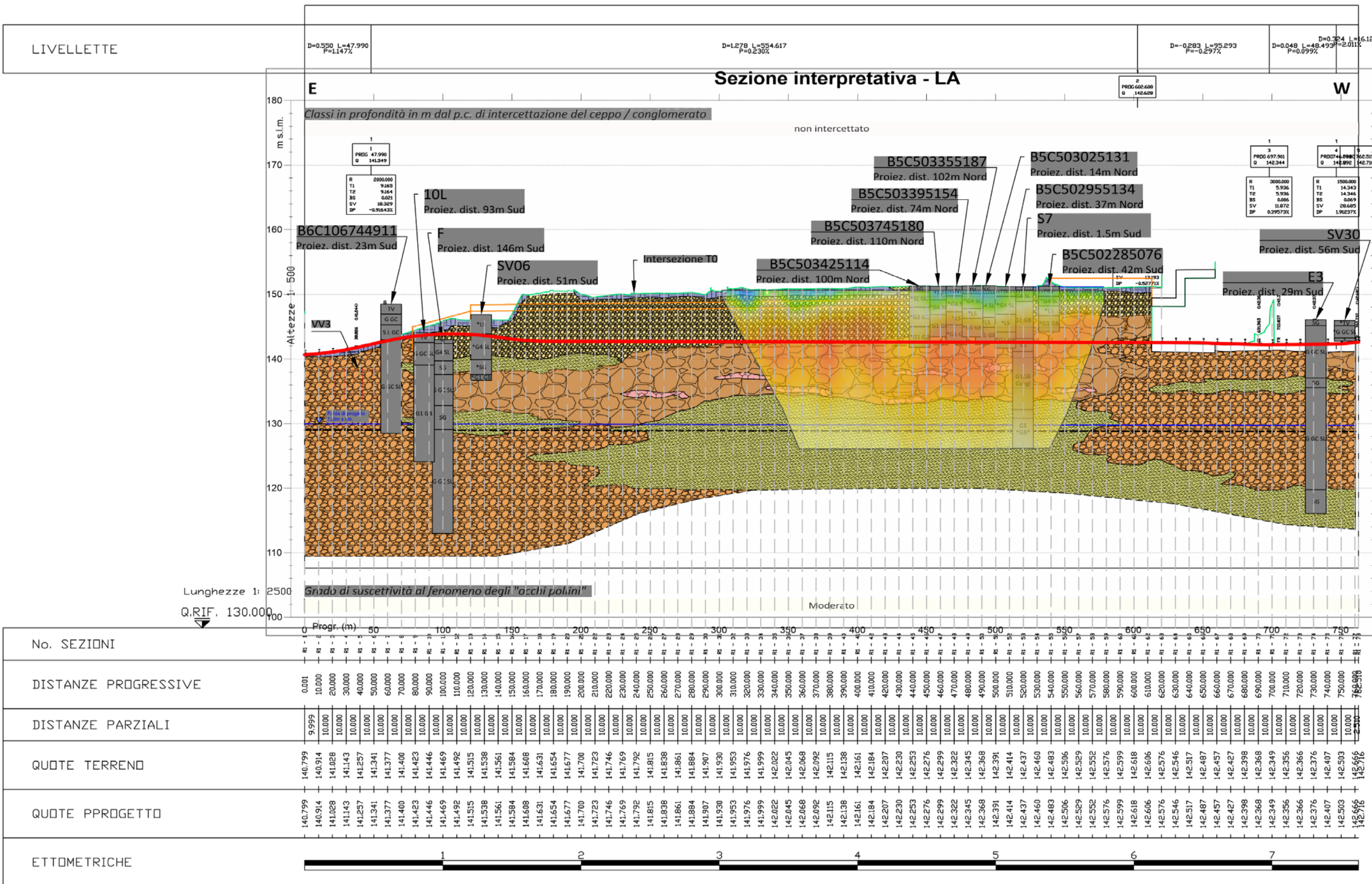
Tabella 3.6 – Tabella analitica riepilogativa

Da	a(m)	Comune	PGT	Cl./El.	Descrizione	Note
0+000	0+670	Monza	F	2Bi	Fattibilità con modeste limit.	O.P.
0+670	0+732	Monza	F	3B	Fattibilità con consistenti limit.	D.Lgs 152/06
0+630		Monza	V/I	-	Canali diramatori	Intubati
0+350	0+750	Monza	V/I	-	Zona di rispetto pozzi	200m
0+000	0+172	Monza	G		Unità Postglaciale	-
0+172	0+732	Monza	G	BEZ	Allog. di Besnate	-
0+000	0+732	Monza	S	Z4a	-	-
0+000	0+180	Monza	PTCP	MB	Molto basso	
0+180	0+732	Monza	PTCP	M	Moderato	

*Legenda - F: Fattibilità; V/I: Vincoli/Idrogeologia; G: Geologia; S: Sismica; O.P.: Occhi Pollini; P.I.: Pericolosità Idraulica; M: Moderato*

Il quadro seguente sintetizza gli elementi di criticità rinvenuti.

<b>Presenza di Livelli conglomeratici</b>	Le stratigrafie analizzate non mettono in evidenza la presenza di possibili livelli conglomeratici in prossimità della superficie. Tuttavia, lungo la direzione di sviluppo del tracciato, sono presenti livelli di ghiaie di importanti dimensioni, costituite da ciottoli e anche trovanti a partire da profondità di circa 3 m da p.c. nel settore occidentale e da profondità di 10m dal p.c. in direzione Est.	
<b>Presenza di occhi pollini</b>	<b>Analisi dei PGT</b>	<b>Analisi del PTCP</b>
	<p>Comune di Monza: Area per la maggior parte in classe di fattibilità 2Bi, con modeste limitazioni per la presenza di "occhi pollini". Nel tratto terminale della sezione, tra le progressive LA 0+670 e 0+732 si rientra in classe di fattibilità 3b legata alla presenza di aree bonificate (D.Lgs. 152/06) per cui è previsto campionamento e gestione del materiale come rifiuti e riporto (vd. Elaborato "<i>Relazione sulla gestione delle materie</i>")</p> <p>In termini di Vincoli geologici e idrogeologici presenti, si segnala che il tracciato rientra all'interno di n.1 Fascia di rispetto pozzi (200m) tra le progressive della sezione LA 0+350 - 0 + 750.</p> <p>La sezione in esame rientra in classe Z4a di pericolosità sismica locale.</p>	<p>Grado di suscettività                  MOLTO BASSO                  e                  MODERATO</p>
<b>Sintesi</b>	Si segnala un grado di suscettività alla presenza di Occhi Pollini MOLTO BASSO tra le progressive 0+000 e 0+180m mentre la restante parte ricade in classe di suscettibilità agli occhi pollini MODERATO (PTCP).	



### 3.4.2 SEZIONE GEOLOGICO GEOTECNICA LB

Si definisce una successione litostratigrafica con depositi fluvioglaciali che si estendono ed affiorano lungo tutta la sezione. Le indagini geognostiche permettono di identificare una successione molto eterogena con variazioni granulometriche laterali e verticali per la presenza di alternanze di livelli ghiaiosi sabbiosi a livelli costituiti da ghiaie, ciottoli e trovanti. Superficialmente uno strato di Terreno Vegetativo (TV), costituito principalmente da limi sabbiosi o argillosi, si estende su tutta la sezione. Al di sotto del terreno di copertura, procedendo nella direzione di sviluppo del tracciato, le indagini presenti mettono in evidenza alternanze di livelli ghiaiosi in matrice sabbioso limosa (G4 SL) a livelli costituiti principalmente da ghiaie, ciottoli e trovanti (G1 GB/G2 GC). Dalla progressiva di sezione ~0+450m si evidenzia un passaggio ad una litologia costituita per lo più da sabbie e ghiaia (SG). Anche in questo caso le stratigrafie a disposizione non indicano la presenza di livelli conglomeratici attribuibili al Ceppo.

Tabella 3.7 – Tabella analitica riepilogativa

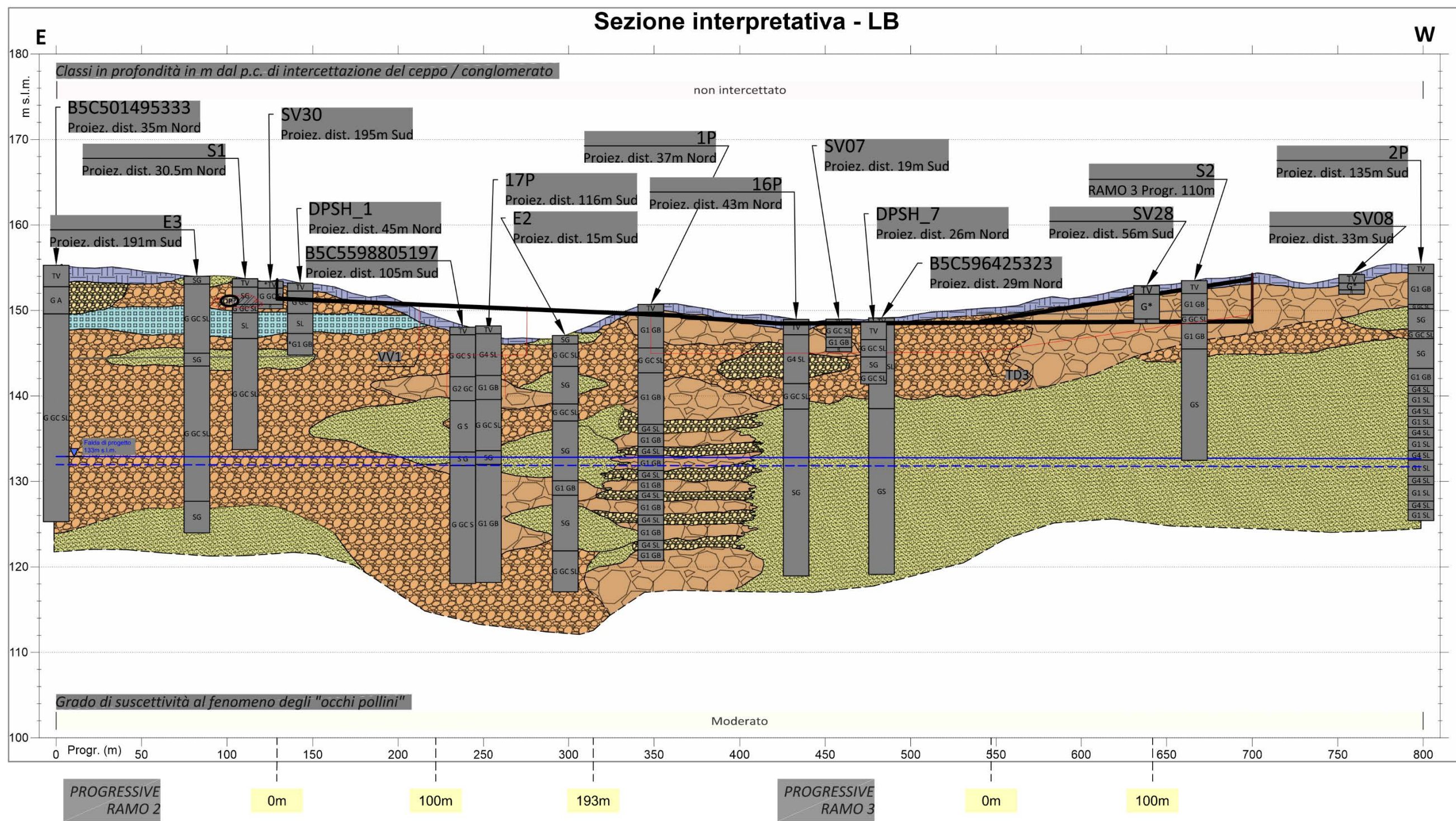
Da	a(m)	Comune	PGT	CI./EI.	Descrizione	Note	PTCP
0+000	0+103	Monza	F	2Bi	Fattibilità con modeste limit.	O.P.	M
0+103	0+386	Monza	F	3B	Fattibilità con consistenti limit.	D.Lgs 152/06	M
0+386	0+697	Monza	F	2Bi	Fattibilità con modeste limit.	O.P.	M
0+697	0+800	Cinisello Balsamo	F	3b	Fattibilità con consistenti limit.	S.T. Inq.	-
0+000	0+123	Monza	V/I	-	Zona di rispetto pozzi	200m	M
0+700	0+800	Cinisello Balsamo	V/I	-	Area ricarica Acquiferi profondi / Trincee stradali	S.T. Inq.	-
0+000	0+690	Monza	G	BEZ	Allog. di Besnate	-	M
0+690	0+800	Cinisello Balsamo	G	EUB	Depositi fluviogl. e wurmiani	-	-
0+000	0+690	Monza	S	Z4a	-	-	M
0+690	0+900	Cinisello Balsamo	S	Z4a	-	-	-

*Legenda - F: Fattibilità; V/I: Vincoli/Idrogeologia; G: Geologia; S: Sismica; O.P.: Occhi Pollini; P.I.: Pericolosità Idraulica; S.T. Inq.: Strade in trincea con potenziale infiltrazione di inquinanti; M: Moderato*

Il quadro seguente sintetizza gli elementi di criticità rinvenuti.

<b>Presenza di Livelli conglomeratici</b>	Le stratigrafie analizzate non mettono in evidenza la presenza di possibili livelli conglomeratici in prossimità della superficie. Si segnala in corrispondenza del tratto mediano della sezione (progressive 0+300 e 0+450) e del tratto finale (tra 0+600 e 0+800) la presenza superficiale di ghiaie grossolane con ciottoli e trovanti (G1 GB) a profondità anche inferiori ai 3m da p.c.	
<b>Presenza di occhi pollini</b>	<b>Analisi dei PGT</b>	<b>Analisi del PTCP</b>
	<p>Comune di Monza: tra le progressive 0+000 e 0+700, la sezione rientra nel territorio Comunale di Monza, in classe di fattibilità 2Bi con modeste limitazioni legate alla possibile presenza di cedimenti per occhi pollini. Tra le progressive 0+103 e 0+386 la sezione interseca un'area a classe di fattibilità 3b con consistenti limitazioni dovute alla presenza di aree bonificate (D. Lgs 152/06).                      Analizzando le tavole dei Vincoli Geologici e Idrogeologici comunale, si evince la presenza di una fascia di rispetto pozzi (200m) in corrispondenza delle progressive 0+000 e 0+123. La sezione in esame rientra in classe Z4a di pericolosità sismica locale.</p> <p>Comune di Cinisello Balsamo: la parte terminale della sezione, dalla progressiva 0+700 a 0+800, rientra nel territorio comunale di Cinisello Balsamo. L'area interessata è in classe di fattibilità 3b con consistenti limitazioni per la presenza di tracciati stradali in trincea che possono causare potenziale infiltrazione di inquinanti nel sottosuolo.                      I vincoli segnalati nel PGT comunale si riferiscono alla presenza di Trincee stradali in un'area di ricarica degli acquiferi profondi.                      Anche il tratto terminale della sezione rientra in Classe Z4a di pericolosità sismica.</p>	Grado di suscettività <b>MODERATO</b>
<b>Sintesi</b>	Dall'analisi del PTCP si segnala che il settore compreso nel territorio comunale di Monza si classifica come area a grado di suscettività MODERATO per la presenza di Occhi Pollini, in accordo a quanto definito dalla Tavola 9 – Fattibilità geologica. Il tratto terminale della sezione, ricadendo nel comune di Cinisello Balsamo in Provincia di Milano è escluso dalla caratterizzazione del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale e all'area non viene attribuito alcun grado di suscettività agli Occhi Pollini. Inoltre, gli elaborati del PGT di Cinisello Balsamo non riportano problematiche legate alla presenza di Occhi Pollini.	





### 3.4.3 SEZIONE GEOLOGICO GEOTECNICA LC

Si definisce una successione litostratigrafica con depositi fluvioglaciali che si estendono ed affiorano lungo tutta la sezione. Nella direzione di sviluppo del tracciato, la disponibilità d'indagini diminuisce e con essa la profondità indagata. La presenza del sondaggio "B5C596425323" e l'intersezione con la sezione LB, permettono la definizione di una successione di alternanze di livelli costituiti da ghiaia a ghiaie in matrice sabbiosa (GS) fino a profondità di 30m.

Per la seconda metà della sezione le indagini eseguite hanno permesso di identificare un livello di carattere sabbioso limoso ad una profondità compresa tra i 4.00 e 7.00m dal p.c. Il raggiungimento dei limiti di rifiuto strumentale delle prove DPSH in concomitanza al sondaggio realizzato S4 mette in evidenza la presenza di livelli competenti riconducibili a ghiaie grossolane, ciottoli e trovanti che affiorano appena al di sotto del terreno di copertura in corrispondenza della progressiva 0+030 della sezione.

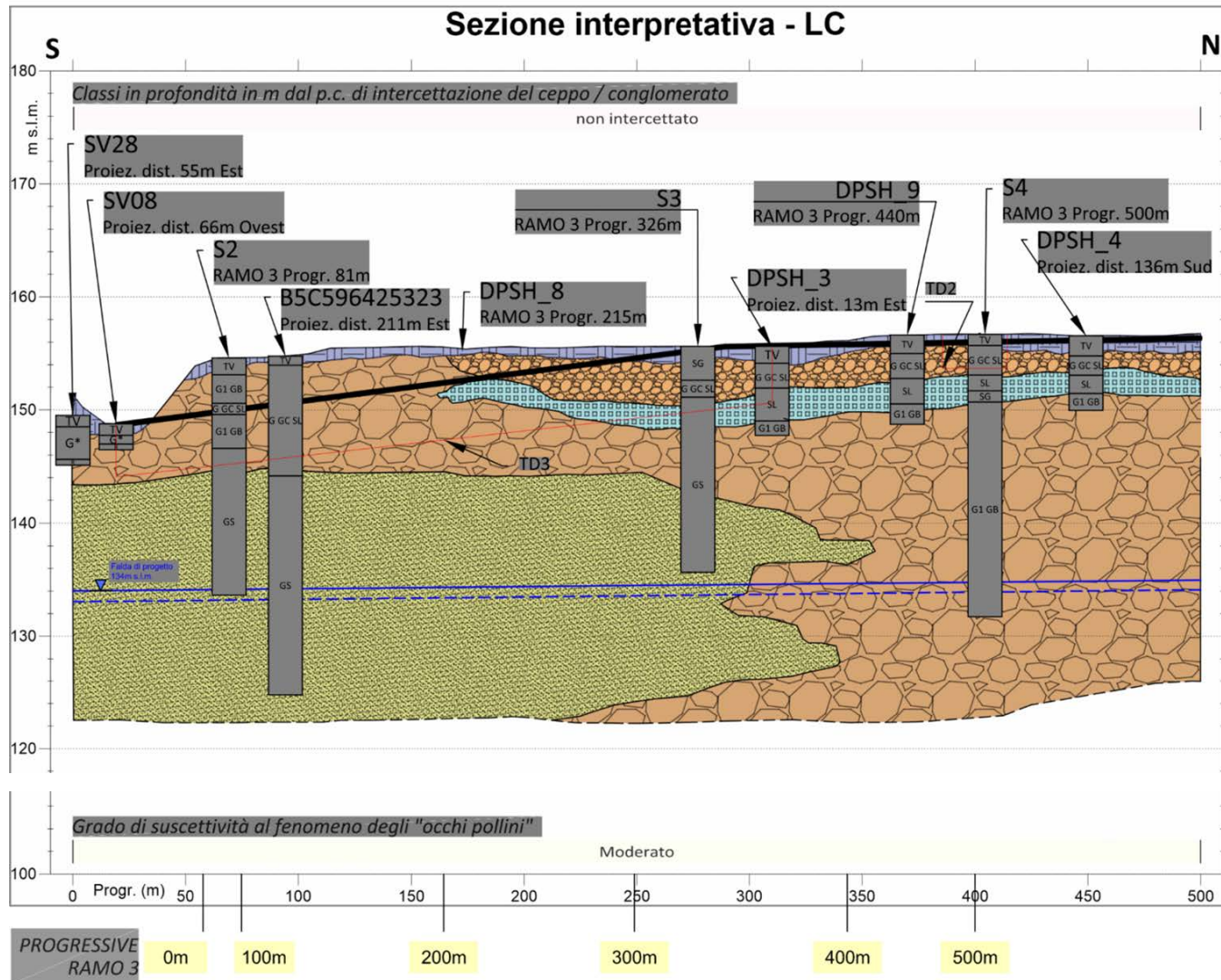
Tabella 3.8 – Tabella analitica riepilogativa

Da	a(m)	Comune	PGT	CI./EI.	Descrizione	Note	PTCP
0+000	0+500	Monza	F	2Bi	Fattibilità con modeste limit.	O.P.	M
0+000	0+500	Monza	V/I	-	Non si riscontrano vincoli	200m	M
0+000	0+500	Monza	G	BEZ	Allog. di Besnate	-	M
0+000	0+500	Monza	S	Z4a	-	-	M

Legenda - F: Fattibilità; V/I: Vincoli/Idrogeologia; G: Geologia; S: Sismica; O.P.: Occhi Pollini; M: Moderato – grado di suscettività agli occhi pollini.

Il quadro seguente sintetizza gli elementi di criticità rinvenuti.

<b>Presenza di Livelli conglomeratici</b>	Le stratigrafie analizzate non mettono in evidenza la presenza di possibili livelli conglomeratici in prossimità della superficie. Si segnala, in corrispondenza delle progressive 0+050 e 0+150, la presenza di ghiaie grossolane con ciottoli e trovanti (G1 GB) a profondità inferiori a 3 m da p.c.	
<b>Presenza di occhi pollini</b>	<b>Analisi dei PGT</b>	<b>Analisi del PTCP</b>
	Comune di Monza: la sezione rientra interamente in classe di fattibilità 2Bi con modeste limitazioni per problematiche legate a cedimenti differenziali (occhi pollini). Le tavole dei Vincoli Geologici e Idrogeologici comunale non presentano vincoli rilevanti nell'area d'interesse. La sezione in esame rientra in classe Z4a di pericolosità sismica locale.	Grado di suscettività MODERATO
<b>Sintesi</b>	Si segnala un grado di suscettività MODERATO per la totalità della sezione in conformità a quanto segnalato sul PGT Comunale	



### 3.4.4 SEZIONE GEOLOGICO GEOTECNICA LD

Si definisce una successione litostratigrafica con depositi fluvioglaciali che si estendono ed affiorano lungo tutta la sezione. Le indagini condotte hanno messo in evidenza la presenza di livelli conglomeratici, attribuibili al Ceppo, a profondità relativamente superficiali (~5m da p.c.), in particolare tra la progressiva 0+750 e 0+900, ma che non interferiscono con l'opera in progetto. Nel complesso al di sotto del terreno di copertura presente su tutta l'area si trovano alternanze di ghiaie e ciottoli in matrice sabbioso limosa (G GC SL), sabbie ghiaiosa (SG) e uno strato di spessore di variabile compreso tra 1.0 e 3.0m.

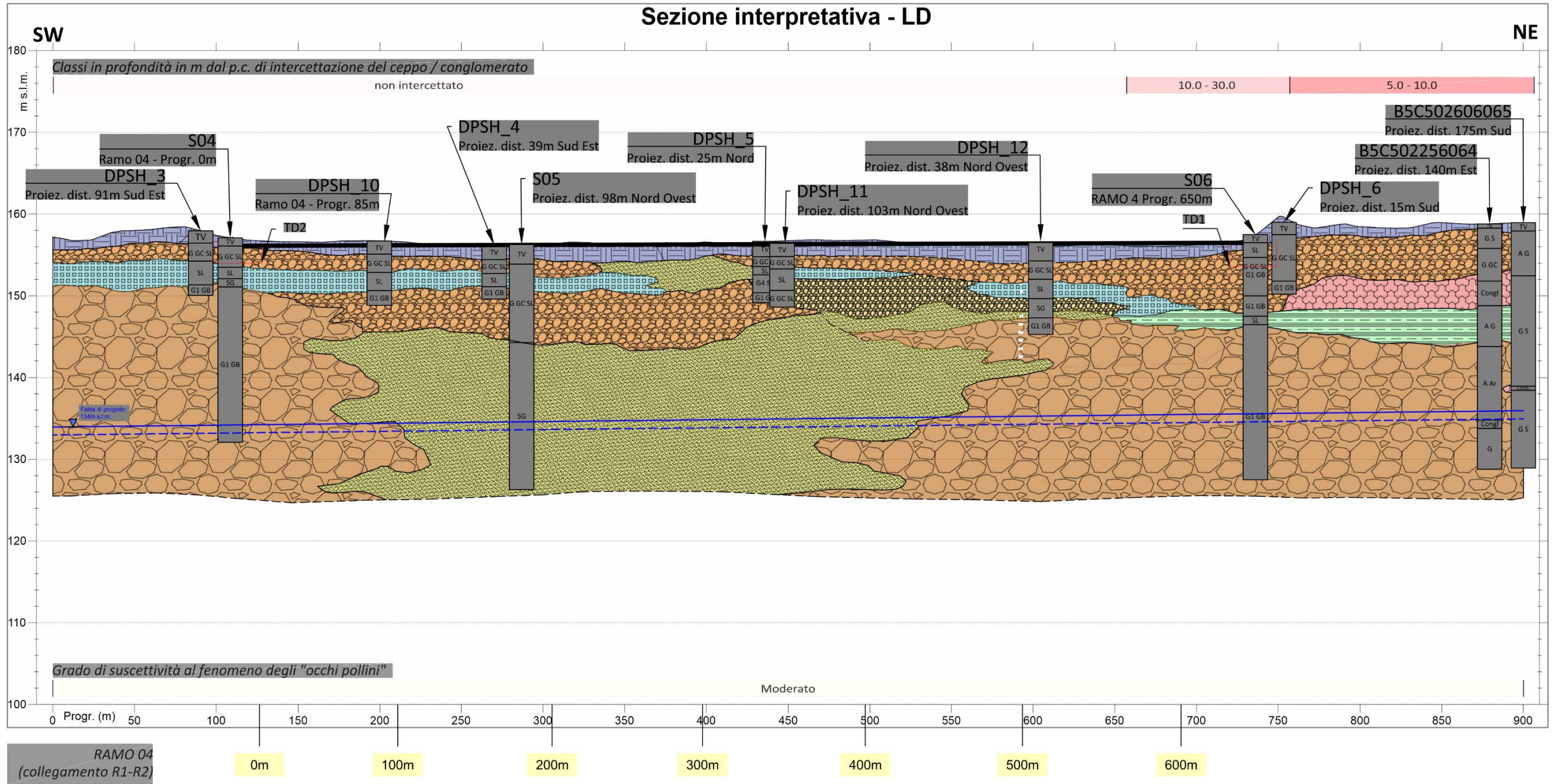
Tabella 3.9 – Tabella analitica riepilogativa

Da	a(m)	Comune	PGT	Cl./El.	Descrizione	Note	PTCP
0+000	0+101	Cinisello Balsamo	F	2	Fattibilità con modeste limit.	I.G.	-
0+101	0+300	Monza	F	2Bi	Fattibilità con modeste limit.	O.P.	M
0+000	0+101	Cinisello Balsamo	V/I	-	Area ricarica Acquiferi profondi	P.I.	-
0+101	0+300	Monza	V/I	-	Non si riscontrano vincoli.	-	M
0+000	0+101	Cinisello Balsamo	G	EUB	Depositi fluviogl. e wurmiani	-	-
0+101	0+300	Monza	G	BEZ	Allog. di Besnate	-	M
0+000	0+101	Cinisello Balsamo	S	Z4a	-	-	-
0+101	0+300	Monza	S	Z4a	-	-	M

*Legenda - F: Fattibilità; V/I: Vincoli/Idrogeologia; G: Geologia; S: Sismica; O.P.: Occhi Pollini; P.I.: Pericolosità Idraulica; S.T. Inq.: Strade in trincea con potenziale infiltrazione di inquinanti; M: Moderato*

Il quadro seguente sintetizza gli elementi di criticità rinvenuti.

<b>Presenza di Livelli conglomeratici</b>	L'analisi delle indagini disponibili mette in evidenza la presenza di livelli conglomeratici a profondità di circa 5 m da p.c. dalla progressiva 0+550 alla 0+900 della sezione. Nella prima metà della sezione si identifica la presenza di uno strato Sabbioso Limoso con caratteristiche geotecniche più scarse a profondità comprese tra i 4.0 e 7.0 m da p.c.	
<b>Presenza di occhi pollini</b>	<b>Analisi dei PGT</b>	<b>Analisi del PTCP</b>
	<p>Comune di Cinisello Balsamo: Il tratto iniziale della sezione fino alla progressiva 0+101 rientra in classe di fattibilità 2. In particolare, si segnala la necessità di indagini geotecniche per la caratterizzazione dei terreni di fondazione, la valutazione dell'interferenza delle nuove edificazioni con gli edifici eventualmente esistenti all'interno e infine, approfondimenti degli aspetti idraulici e idrogeologici per il corretto drenaggio e smaltimento delle acque meteoriche.</p> <p>Le tavole dei Vincoli Geologici e Idrogeologici comunale classificano l'area in esame come aree di ricarica degli acquiferi profondi.</p> <p>Il tratto di sezione in esame rientra in classe Z4a di pericolosità sismica locale.</p> <p>Comune di Monza: la sezione rientra interamente in classe di fattibilità 2Bi con modeste limitazioni per problematiche legate a cedimenti differenziali (occhi pollini).</p> <p>Le tavole dei Vincoli Geologici e Idrogeologici comunale non mettono in evidenza alcun vincolo.</p> <p>Il tratto di sezione in esame rientra in classe Z4a di pericolosità sismica locale.</p>	Grado di suscettività MODERATO
<b>Sintesi:</b>	Si segnala un grado di suscettività MODERATO per la totalità della sezione in conformità a quanto segnalato sul PGT Comunale.	



### 3.4.5 SEZIONE GEOLOGICO GEOTECNICA LE

Si definisce una successione litostratigrafica con depositi fluvioglaciali che si estendono ed affiorano lungo tutta la sezione Al di sotto del terreno di copertura, procedendo nella direzione di sviluppo del tracciato, le indagini presenti mettono in evidenza alternanze di livelli ghiaiosi in matrice sabbioso limosa (G4 SL) a livelli costituiti principalmente da ghiaie, ciottoli e trovanti (G1 GB/G2 GC). Anche in questo caso le stratigrafie a disposizione non indicano la presenza di livelli conglomeratici attribuibili al Ceppo.

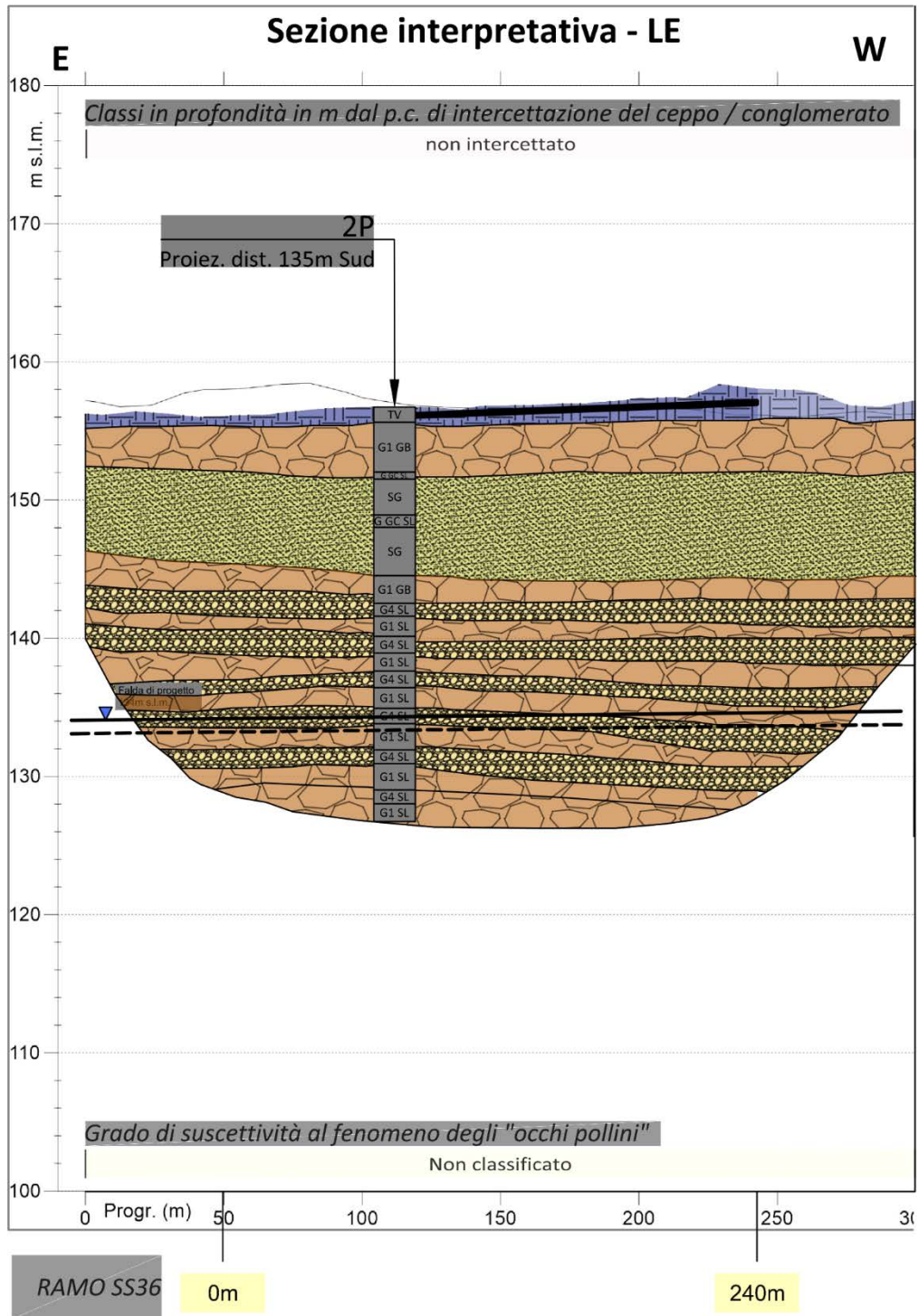
Tabella 3.10 – Tabella analitica riepilogativa

Da	a(m)	Comune	PGT	CI./EI.	Descrizione	Note	PTCP
0+000	0+120	Cinisello Balsamo	F	3b	Fattibilità con consistenti limit.	I.G.	-
0+000	0+249	Cinisello Balsamo	V/I	-	Area ricarica Acquiferi profondi	P.I.	-
0+000	0+240	Cinisello Balsamo	G	Depositi Alluvionali	Depositi fluviogl. e wurmiani	-	-
0+000	0+101	Cinisello Balsamo	S	Z4a	-	-	-

*Legenda - F: Fattibilità; V/I: Vincoli/Idrogeologia; G: Geologia; S: Sismica; O.P.: Occhi Pollini; P.I.: Pericolosità Idraulica; S.T. Inq.: Strade in trincea con potenziale infiltrazione di inquinanti; M: Moderato*

Il quadro seguente sintetizza gli elementi di criticità rinvenuti.

<b>Presenza di Livelli conglomeratici</b>	L'analisi delle indagini disponibili mette in evidenza alternanze di livelli ghiaiosi in matrice sabbioso limosa (G4 SL) a livelli costituiti principalmente da ghiaie, ciottoli e trovanti (G1 GB/G2 GC).	
<b>Presenza di occhi pollini</b>	<b>Analisi dei PGT</b>	<b>Analisi del PTCP</b>
	Comune di Cinisello Balsamo: Il tratto iniziale della sezione fino alla progressiva 0+120 rientra in classe di fattibilità 3b, successivamente fino al termine dell'opera in classe di fattibilità 2. In particolare, si segnala la necessità di indagini geotecniche per la caratterizzazione dei terreni di fondazione, la valutazione dell'interferenza delle nuove edificazioni con gli edifici eventualmente esistenti all'interno e infine, approfondimenti degli aspetti idraulici e idrogeologici per il corretto drenaggio e smaltimento delle acque meteoriche. Le tavole dei Vincoli Geologici e Idrogeologici comunale classificano l'area in esame come aree di ricarica degli acquiferi profondi. Il tratto di sezione in esame rientra in classe Z4a di pericolosità sismica locale.	Non interessato da PTCP Provincia di Monza e Brianza
<b>Sintesi:</b>	L'area è esterna alla classificazione di pericolosità per la presenza di occhi pollini.	



### 3.4.6 SEZIONE GEOLOGICO GEOTECNICA T0

Si definisce una successione litostratigrafica con depositi fluvioglaciali che si estendono ed affiorano lungo tutta la sezione. La successione stratigrafica risulta essere eterogenea, caratterizzata da livelli ghiaiosi più o meno grossolani, talvolta immersi in matrice sabbioso limosa e livelli caratterizzati da alternanze di argille e ghiaie. Il tratto iniziale della sezione è caratterizzato in profondità da un'alternanza di livelli costituiti da ghiaie fini in matrice sabbiosa a ghiaie grossolane con ciottoli e trovanti. Le indagini a disposizione non mettono in evidenza la presenza di livelli costituiti da ghiaie conglomeratiche.

Tabella 3.11 – Tabella analitica riepilogativa

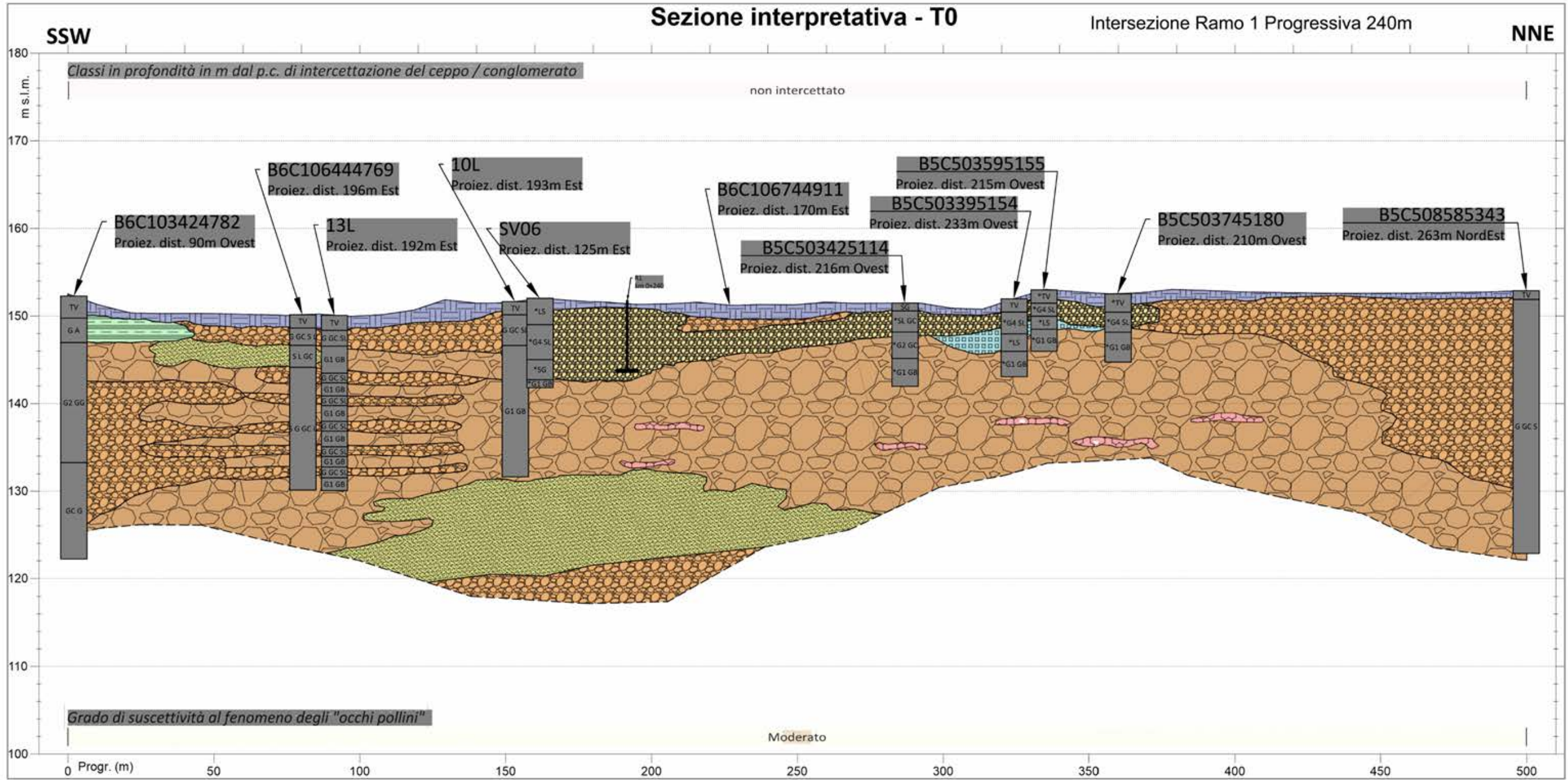
Da	a(m)	Comune	PGT	Cl./El.	Descrizione	Note	PTCP
0+000	0+500	Monza	F	2Bi	Fattibilità con modeste limit.	O.P.	M
0+000	0+156	Monza	V/I	-	Zona di rispetto pozzo	200m	M
0+276	0+341	Monza	V/I	-	Prossimità Canali diramatori.	Intubati	M
0+341	0+469	Monza	V/I	-	Prossimità Canali diramatori.	Intubati	M
0+000	0+500	Monza	G	BEZ	Allog. di Besnate	-	M
0+000	0+500	Monza	S	Z4a	-	-	M

Legenda - F: Fattibilità; V/I: Vincoli/Idrogeologia; G: Geologia; S: Sismica; O.P.: Occhi Pollini; M: Moderato

Il quadro seguente sintetizza gli elementi di criticità rinvenuti.

<b>Presenza di Livelli conglomeratici</b>	Non risultano evidenze di livelli conglomeratici attribuibili al Ceppo nell'area d'indagine.	
<b>Presenza di occhi pollini</b>	<b>Analisi dei PGT</b>	<b>Analisi del PTCP</b>
	Comune di Monza: la sezione rientra interamente in classe di fattibilità 2Bi con modeste limitazioni per problematiche legate a cedimenti differenziali (occhi pollini). Le tavole dei Vincoli Geologici e Idrogeologici evidenziano che il tracciato interseca una zona di rispetto pozzi tra la progressiva 0+000 e 0+156 (200m). Per i tratti compresi tra le progressive 0+276 – 0+341 e 0+341 – 0+469 si segnala la presenza di canali diramatori intubati prossimi al tracciato. Il tratto di sezione in esame rientra in classe Z4a di pericolosità sismica locale.	Grado di suscettività MODERATO
<b>Sintesi:</b>	Si segnala un grado di suscettività MODERATO per la totalità della sezione in conformità a quanto segnalato sul PGT Comunale.	





### 3.4.7 SEZIONE GEOLOGICO GEOTECNICA T1

La successione stratigrafica risulta essere definita da una variazione laterale dei depositi che variano per granulometria, passando da ghiaie con ciottoli nel lato meridionale a ghiaie più grossolane con ciottoli e trovanti nella parte settentrionale. In prossimità del tratto mediano si identificano livelli sabbioso ghiaiosi superficiali che si estendono fino a profondità di circa 20.0–25.0 m da p.c. Le indagini nell'area non mettono evidenza livelli significativi di conglomerato attribuibili al Ceppo.

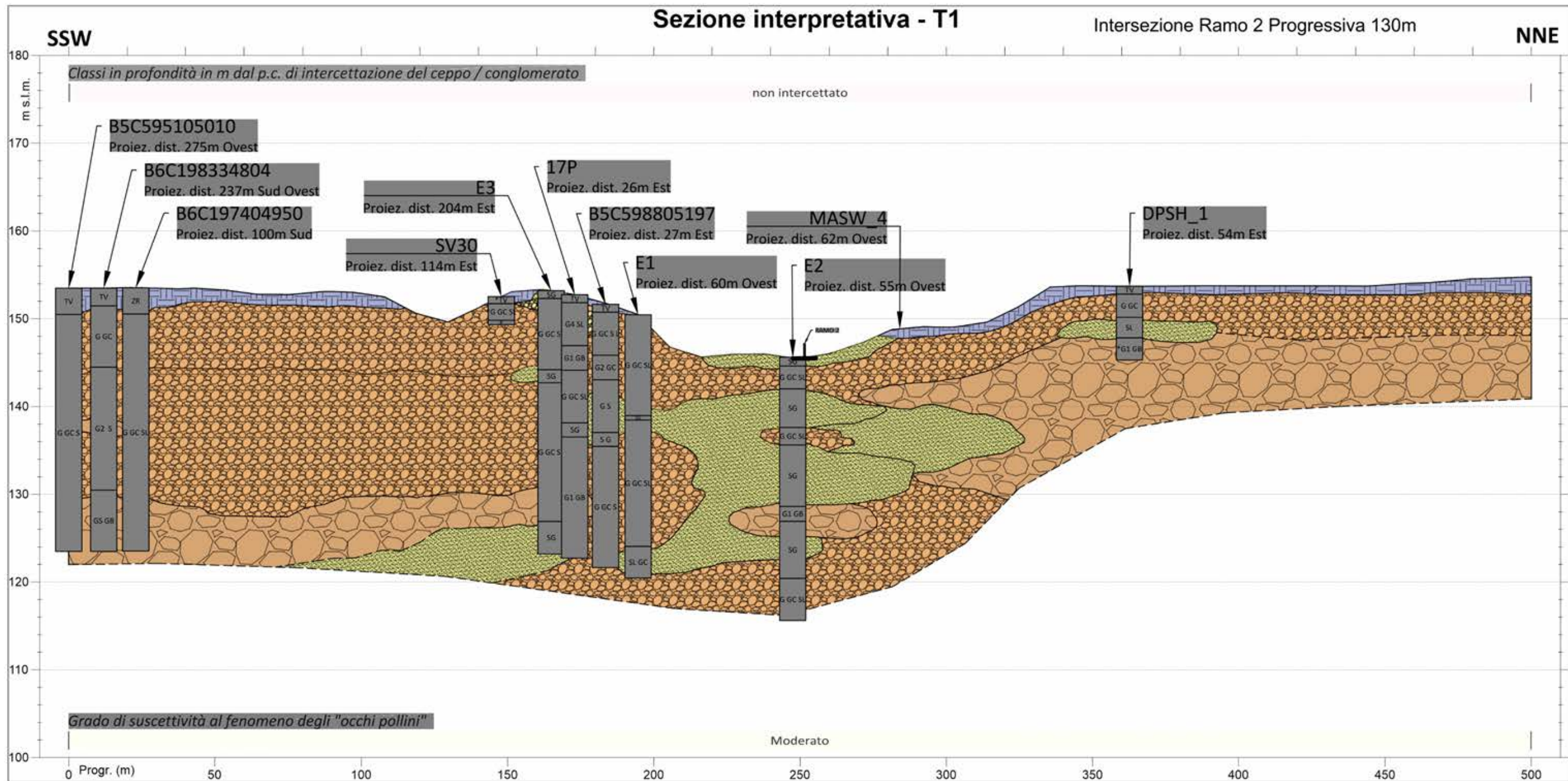
Tabella 3.12 – Tabella analitica riepilogativa

Da	a(m)	Comune	PGT	CI./EI.	Descrizione	Note	PTCP
0+000	0+114	Monza	F	2Bi	Fattibilità con modeste limit.	O.P.	M
0+114	0+345	Monza	F	3B	Fattibilità con cons. limitazioni	D. Lgs 152/06	M
0+345	0+500	Monza	F	2Bi	Fattibilità con modeste limit.	O.P.	M
0+000	0+500	Monza	V/I	-	Non si riscontrano vincoli.	-	M
0+000	0+500	Monza	G	BEZ	Allog. di Besnate	-	M
0+000	0+500	Monza	S	Z4a	-	-	M

*Legenda - F: Fattibilità; V/I: Vincoli/Idrogeologia; G: Geologia; S: Sismica; O.P.: Occhi Pollini; M: Moderato*

Il quadro seguente sintetizza gli elementi di criticità rinvenuti.

<b>Presenza di Livelli conglomeratici</b>	Non risultano evidenze di livelli conglomeratici attribuibili al Ceppo nell'area d'indagine.	
<b>Presenza di occhi pollini</b>	<b>Analisi dei PGT</b>	<b>Analisi del PTCP</b>
	Comune di Monza: la sezione rientra interamente in classe di fattibilità 2Bi con modeste limitazioni per problematiche legate a cedimenti differenziali (occhi pollini). Dall'analisi delle tavole dei Vincoli Geologici e Idrogeologici non si evincono criticità legate a vincoli normativi. Il tratto di sezione in esame rientra in classe Z4a di pericolosità sismica locale.	Grado di suscettività MODERATO
<b>Sintesi</b>	Si segnala un grado di suscettività MODERATO per la totalità della sezione in conformità a quanto segnalato sul PGT Comunale	



### 3.4.8 SEZIONE GEOLOGICO GEOTECNICA T2

Si definisce una successione litostratigrafica con depositi fluvio-glaciali che si estendono ed affiorano lungo tutta la sezione. La successione stratigrafica risulta essere lateralmente e verticalmente omogenea. Al di sotto dello strato di copertura (TV) si sviluppa uno strato costituito da ghiaia e ciottoli in matrice sabbioso limosa tavolata intervallato dalla presenza di uno strato a componente limoso sabbiosa, per lo più in corrispondenza dell'intersezione della sezione LD.

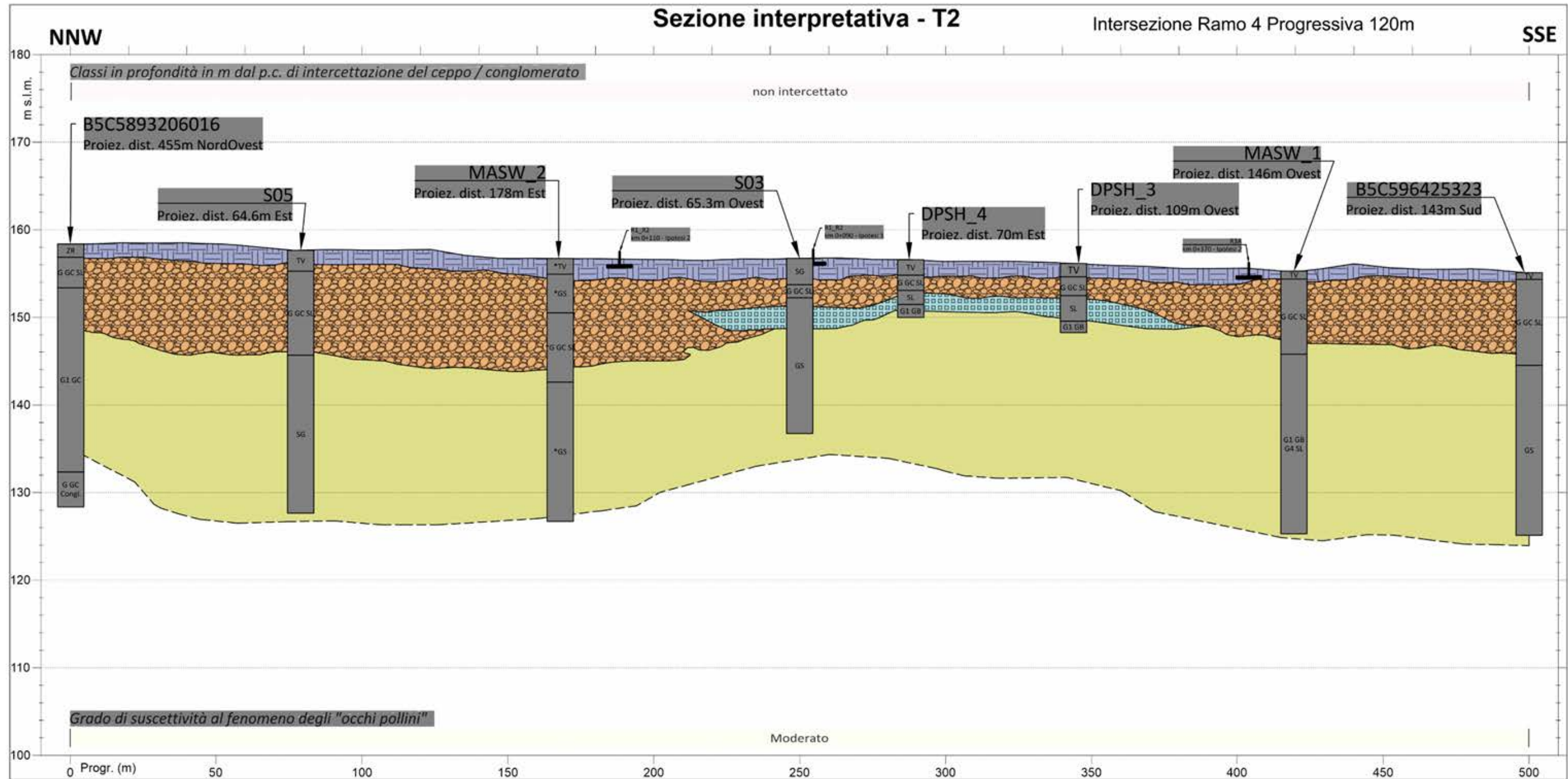
Tabella 3.13 – Tabella analitica riepilogativa

Da	a(m)	Comune	PGT	CI./EI.	Descrizione	Note	PTCP
0+000	0+500	Monza	F	2Bi	Fattibilità con modeste limit.	O.P.	M
0+000	0+500	Monza	V/I	-	Non si riscontrano vincoli.	-	M
0+000	0+500	Monza	G	BEZ	Allog. di Besnate	-	M
0+000	0+500	Monza	S	Z4a	-	-	M

*Legenda - F: Fattibilità; V/I: Vincoli/Idrogeologia; G: Geologia; S: Sismica; O.P.: Occhi Pollini; M: Moderato*

Il quadro seguente sintetizza gli elementi di criticità rinvenuti.

<b>Presenza di Livelli conglomeratici</b>	Non risultano evidenze di livelli conglomeratici attribuibili al Ceppo nell'area d'indagine.	
<b>Presenza di occhi pollini</b>	<b>Analisi dei PGT</b>	<b>Analisi del PTCP</b>
	Comune di Monza: la sezione rientra interamente in classe di fattibilità 2Bi con modeste limitazioni per problematiche legate a cedimenti differenziali (occhi pollini). Dall'analisi delle tavole dei Vincoli Geologici e Idrogeologici non si evincono criticità legate a vincoli normativi. Il tratto di sezione in esame rientra in classe Z4a di pericolosità sismica locale.	Grado di suscettività MODERATO
<b>Sintesi:</b>	Si segnala un grado di suscettività MODERATO per la totalità della sezione in conformità a quanto segnalato sul PGT Comunale	



## 3.5 VULNERABILITÀ SISMICHE

### 3.5.1 RIFERIMENTI NORMATIVI NAZIONALI

La mappatura della pericolosità sismica del territorio italiano ha permesso di stilare una classificazione sismica secondo le direttive promulgate dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri il 23 marzo 2003 – Ordinanza n. 3274 “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*”, con la quale sono stati approvati i “Criteri per l’individuazione delle zone sismiche – individuazione, formazione ed aggiornamento degli elenchi delle medesime zone” e le connesse norme tecniche per fondazioni e muri di sostegno, edifici e ponti attesi a cose e persone come prodotto degli effetti di un evento sismico.

La Regione Lombardia, con D.g.r. n.14964 del 7 novembre 2003 ha recepito la classificazione dell’OPCM n.3274/03 imponendo la progettazione antisismica in zona 4 esclusivamente agli edifici strategici e per le opere infrastrutturali rilevanti (oggetto di particolare attenzione perché possono ospitare numerose persone, oppure servono alle comunicazioni e alle esigenze di base della collettività, così come individuati nel D.D.U.O. n. 19904 del 21 novembre 2003.

Con la pubblicazione sul B.U.R.L. del 19 gennaio 2006, 3° supplemento straordinario, della D.G.R. n. 8/1566 del 22 dicembre 2005 “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della Legge Regionale 11 marzo 2005 n. 12”, la Regione Lombardia ha definito le linee guida e le procedure operative per la valutazione degli effetti sismici di sito a cui uniformarsi nella definizione del rischio sismico locale, successivamente aggiornate con la D.G.R. n. 8/7374 del 28 maggio 2008 “Aggiornamento dei Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della Legge Regionale 11 marzo 2005 n. 12 approvati con D.G.R. 22/05 n. 8/1566” pubblicata sul B.U.R.L. del 12 giugno 2008, 2° supplemento straordinario al n° 24, a seguito delle avvenute modifiche in materia di norme tecniche sulle costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008 aggiornate con D.M. del 17 gennaio 2018). Secondo le direttive regionali, l’analisi della sismicità del territorio in termini di valutazione dell’amplificazione sismica locale deve seguire le metodologie dell’Allegato 5 al D.G.R. n. 8/7374/2008, che prevedono tre diversi livelli di approfondimento in funzione della zona sismica di appartenenza (1° livello, 2° livello, 3° livello).

Tale classificazione, secondo quanto riportato al punto 1.4.3 della D.G.R. n. 8/7374/2008, definisce unicamente l’ambito di applicazione dei vari livelli di approfondimento in fase pianificatoria.

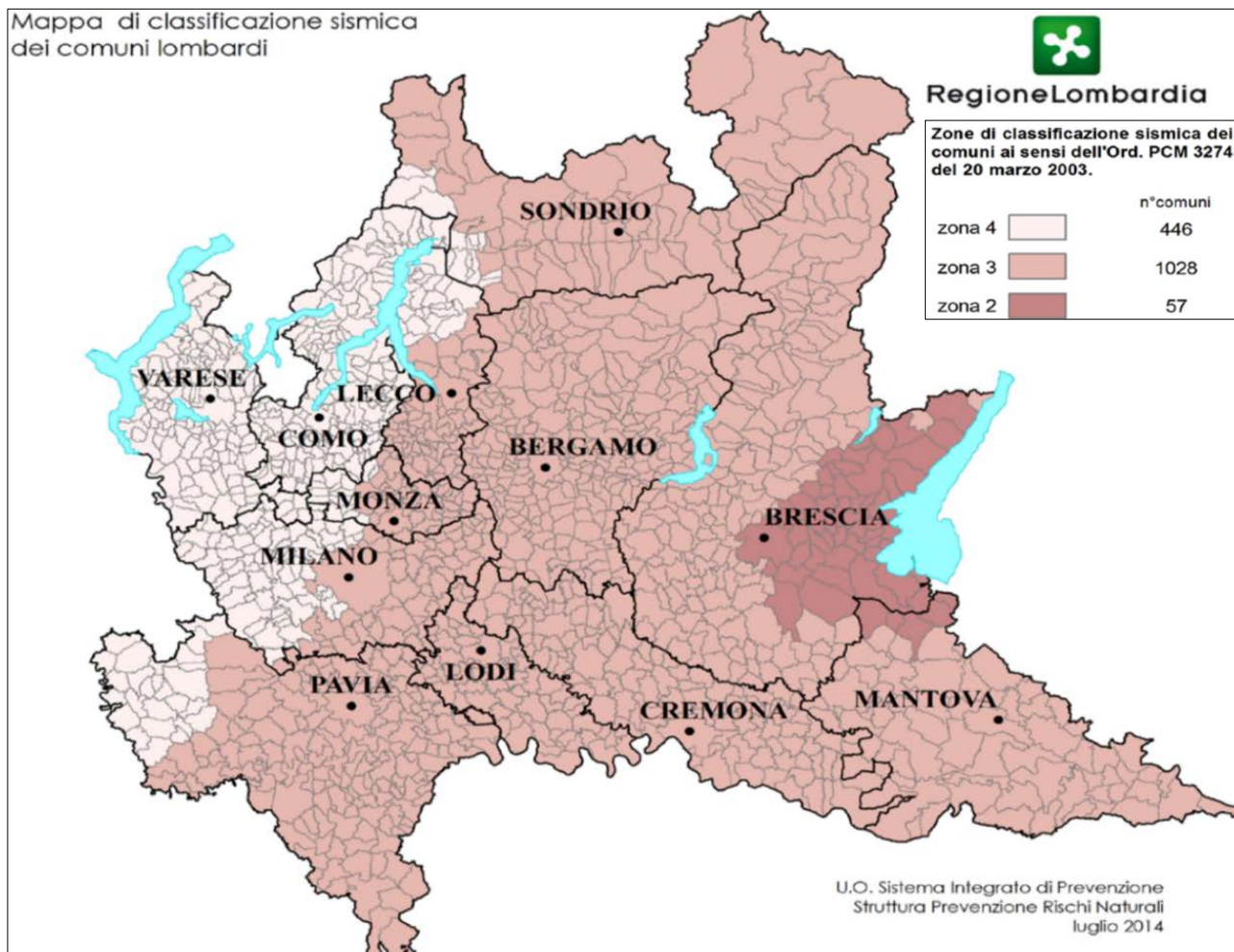
In accordo alla D.G.R. n. 8/7374/2008, su tutto il territorio comunale gli edifici il cui uso prevede affollamenti significativi, gli edifici industriali con attività pericolose per l’ambiente, le reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e le costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti e con funzioni sociali essenziali di cui al D.D.U.O. 21 novembre 2003 n. 19904 “Approvazione elenco tipologie degli edifici e opere infrastrutturali e programma temporale delle verifiche di cui all’art. 2, commi 3 e 4 dell’ordinanza p.c.m. n. 3274 del 20 marzo 2003, in attuazione della d.g.r. n. 14964 del 7 novembre 2003” dovranno essere progettati adottando i criteri antisismici di cui al D.M. 14 gennaio 2008 “Norme tecniche per le costruzioni” aggiornate con D.M. del 17 gennaio 2018, definendo le azioni sismiche di progetto a mezzo di analisi di approfondimento di 3° livello, indipendentemente dalla presenza o meno di possibili scenari di amplificazione locale.

Con D.G.R. del 30.11.2011 - n. IX/2616 è stato effettuato l’aggiornamento dei “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12”, approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio, n. 8/7374.

Con D.G.R. del 11 luglio 2014 – n.X/2129 è stato prodotto l’aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia ai sensi del l.r. 1/2000, art.3, c.108, lett.d, in cui sono indicate le zone sismiche dei comuni compresi nella Regione Lombardia e le relative accelerazioni massime (AGMAX) presenti all’interno dei

territori comunali (O.P.C.M. 3519/06 e Decreto Min. Infrastrutture 14/01/08). **La classificazione sismica inserisce il Comune di Monza in zona sismica 3 attribuendo un valore di  $A_{gmax} = 0,058594g$**

Figura 3.27 – Mappa di classificazione sismica dei comuni lombardi



Le NTC 2008 (aggiornate con D.M. del 17 gennaio 2018) stabiliscono che le verifiche di sicurezza e prestazionali di una struttura devono essere effettuate in relazione agli stati limite di riferimento che si possono verificare durante la vita dell'opera, intesi come condizioni superate le quali l'opera non è più in grado di soddisfare le esigenze per le quali è stata progettata. In tale condizione, la definizione del periodo di riferimento relativamente alla vita dell'opera implica che, nell'ambito della definizione delle azioni di carico, da considerare nelle verifiche di sicurezza delle opere, sia ricompresa anche l'azione sismica, la cui valutazione è stata oggetto del O.P.C.M. 3274 del 20.04.2003.

La costruzione in progetto rientra nella **Classe IV - Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica** – e pertanto secondo la Tab. 2.4. Il NTC2018 a tale classe corrisponde un Coefficiente d'uso  $C_u = 2.0$  e conseguentemente il periodo di riferimento per l'azione sismica VR risulta pari a  $VN \times C_u = 100 \times 2.0 = 200$  anni.

Per la valutazione degli aspetti geologici-geomorfologici che possono determinare fenomeni di amplificazione locale ci si è basati su quanto viene riportato nella “Carta della Pericolosità Sismica Locale - Tav. 6c” del P.G.T. di Monza, nel quale si evince che l’area rientra nella zona Z4a - Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi, per la quale è prevista l’analisi al 2° livello di approfondimento degli effetti di sito limitati a possibili fenomeni di amplificazione litologica e geometrica.

Le indagini MASW e ReMi eseguite hanno consentito di individuare due valori di  $V_{S30}$  rispettivamente pari a 366m/sec e a 342m/sec. Entrambi i valori permettono di attribuire una categoria del suolo di fondazione di tipo “B” nel primo caso e di tipo “C” nel secondo. In via cautelativa, a favore di sicurezza, si è deciso di considerare la categoria di sottosuolo nella Categoria C, la cui definizione nella classificazione dei suoli di riferimento normativo è la seguente.

Le categorie di sottosuolo che permettono l’utilizzo dell’approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II.

**Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l’utilizzo dell’approccio semplificato.**

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

L’analisi al secondo livello di approfondimento per la valutazione del Fattore di Amplificazione per il confronto con i limiti di riferimento indicati dalla Regione Lombardia, sulla base del valore di  $V_{S30}$ , della categoria sismica del suolo e della successione litostratigrafica dell’area, ha permesso di individuare i seguenti fattori di amplificazione per entrambe le prove eseguite:

MASW1-ReMi1: Intervallo 0.1<To<0.5 s Fa sito = **1.18** < Valore soglia = **1.85 (±0.1)**  
 Intervallo 0.5<To<1.5 s Fa sito = **1.99** < Valore soglia = **2.41 (±0.1)**  
 MASW2-ReMi2: Intervallo 0.1<To<0.5 s Fa sito = **1.31** < Valore soglia = **1.85 (±0.1)**  
 Intervallo 0.5<To<1.5 s Fa sito = **1.94** < Valore soglia = **2.41 (±0.1)**

Si osserva che il valore di Fa negli intervalli di periodo 0.1-0.5s (riferito a strutture edilizie relativamente basse, regolari e piuttosto rigide) e negli intervalli di periodo 0.5-1.5s (riferito a strutture edilizie più alte e più flessibili) è inferiore al valore di soglia corrispondente, pertanto la normativa D.G.R. n. IX/2616 del 30.11.2011 è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica di sito.



## 4 EFFETTI POTENZIALMENTE ATTESI

### 4.1 EFFETTI SPECIFICI ATTESI IN FASE DI CANTIERE

Nel precedente Cap. 2 sono stati individuati, sulla base delle attività previste in fase di cantiere e delle aree interessate, i seguenti possibili fattori di pressione attendibili dall'intervento:

- modifica della morfologia dei luoghi;
- ingombri fisici nel sottosuolo.

A tali fattori di pressione sono correlabili specifici effetti potenziali nel seguito analizzati e valutati sotto il profilo della relativa significatività.

La stima degli effetti è stata sviluppata in coerenza con quanto contenuto e dichiarato negli studi specialistici redatti a supporto del progetto e presi a riferimento per la redazione della presente Sezione.

Per la fase di cantiere, le modifiche morfologiche indotte dagli scavi e dalla realizzazione delle opere nel sottosuolo potrebbero generare alterazioni strutturali nelle aree contermini.

La zona ove è prevista la galleria è densamente insediata, con diffusa presenza di edifici residenziali ed un istituto scolastico. E' pertanto fondamentale verificare la potenziale generazione di condizioni di instabilità e/o di danneggiamento strutturale degli edifici.

Come visto dalle analisi dello stato ambientale, non è attendibile un interessamento diretto della falda date la soggiacenza registrata (circa 20-23 m dal p.c. rispetto agli 8-9 m di scavo massimo). Eventuali contatti tra gli estremi inferiori dei diaframmi della galleria e la falda in caso di relative escursioni significative non genereranno comunque una alterazione percepibile del flusso del corpo idrico sotterraneo in relazione al contenuto ingombro effettivo dei manufatti nel sottosuolo.

Lungo via Gentili è presente un pozzo ad uso idropotabile, posto in prossimità dei fronti di scavo previsti per la galleria, che richiede una verifica della possibile attesa di condizioni di interferenza o di potenziale contaminazione. Non sono comunque previsti scarichi di acque contaminate né al suolo, né nel sottosuolo, che possano attendere condizioni di potenziale contaminazione delle acque sotterranee.

#### 4.1.1 ALTERAZIONI STRUTTURALI

Per quanto concerne le fasi costruttive della nuova galleria in zona via Gentili, come visto in precedenza il progetto prevede di realizzare l'opera mediante il metodo Milano, ossia mediante il sistema Top-Down, consentendo di minimizzare i volumi di scavo e di conseguenza le interferenze con la viabilità locale. Vengono dapprima eseguiti i diaframmi perimetrali in c.a., successivamente viene realizzato il primo scavo previsto a -1 m dalla testa dei diaframmi al termine del quale sarà possibile gettare la soletta di copertura, seguito dallo scavo di ribasso fino a quota - 8.80 m; segue la realizzazione della soletta di fondo. Previa prosecuzione dell'impermeabilizzazione, saranno realizzate le fodere interne gettate in opera che spiccano dalla soletta inferiore fino a ricongiungersi con la soletta superiore.

I diaframmi saranno realizzati con l'uso di polimeri ambientali compatibili, per i quali non è necessario lo smaltimento come rifiuto del materiale di risulta.

Le verifiche degli elementi strutturali sono state condotte in fase progettuale in accordo con le prescrizioni e le indicazioni del D.M. 17/01/2018 e della Circolare 21/01/19, n. 7 C.S.LL.PP. Le verifiche sono state condotte presupponendo l'impiego dei seguenti materiali:

- calcestruzzo per pali, cordoli e per soletta superiore e inferiore: C35/45;
- acciaio per barre dia armatura: B450C;
- acciaio per puntoni provvisori: S355;
- classe di esposizione del calcestruzzo per pali, cordoli, solette: XD3;
- copriferro del calcestruzzo per pali, cordoli, solette: 75 mm.

Data la presenza di edifici di civile abitazione e attività commerciali in attiguità agli scavi di cantiere per la realizzazione della nuova galleria, il progetto prevede la realizzazione di opere provvisorie.

Per le opere provvisorie è previsto l'impiego di paratie di micropali mediante diametro di perforazione  $\Phi = 250$  mm, all'interno del quale verrà posizionata un'armatura tubolare 193.7 mm, spessore 12.5 mm e posizionati ad interasse di 0.30 m. I micropali avranno lunghezza 9 m e saranno collegati in testa da un cordolo avente dimensioni 0.50 m x 0.50 m.

Data la vicinanza delle nuove opere strutturali a edifici esistenti, il progetto ha analizzato gli edifici con destinazione d'uso e caratteristiche tali da richiedere maggiori approfondimenti (vd. elaborato 5023ESTR059R0XXGA01XC "*Relazione geotecnica e di calcolo dei diaframmi relativa alla galleria artificiale GA01*"). In particolare, è stata effettuata una valutazione dello stato di potenziale danno sulla base di un metodo semi-empirico, il quale si basa su ipotesi che a vantaggio di sicurezza sovrastimano le deformazioni e sottostimano la rigidezza del fabbricato analizzato.

Gli edifici analizzati dagli approfondimenti progettuali sono stati sottoposti all'analisi di rischio di danneggiamento in seguito allo scavo della galleria artificiale utilizzando come dati di input le informazioni ricavate da:

- rilievo topografico;
- osservazioni visiva dall'esterno (censimento);
- elaborati progettuali degli edifici ove disponibili.

Per gli edifici analizzati sono stati valutati i danni potenzialmente producibili dallo scavo della galleria artificiale, in particolare, per la valutazione, è stata considerata la fase di fondo scavo la quale risulta essere la più sfavorevole in termini di potenziali cedimenti indotti.

Le analisi degli edifici sono state condotte considerando gli effetti combinati dovuti ai cedimenti verticali e orizzontali.

Per tutti gli edifici è stata svolta l'analisi nel piano trasversale alla galleria.

Tuttavia, essendo presenti numerose incertezze sulle caratteristiche delle fondazioni degli edifici, sono state svolte più analisi di sensibilità al variare delle ipotesi sulle fondazioni.

Le analisi hanno condotto alla classificazione del danno indotto sulle strutture, il quale è basato sul criterio della "facilità di riparazione", prendendo in considerazione alcuni aspetti quali l'apertura delle fessure, l'inclinazione ed i danni ai servizi. A tale sistema di classificazione, composta da sei classi di danno (da 0 a 5), Boscardin e Cording (1989) fanno corrispondere dei valori limite di deformazione a trazione, riportati e decritti nelle tabelle seguenti.

Tabella 4.1 – Categoria di danno e corrispondenti deformazioni limite (M.D. Boscardin & E.G. Cording, 1989)

<i>Categoria di danno</i>	<i>Intensità del danno</i>	<i>Deformazione limite di allungamento <math>\epsilon_{lim}</math> (%)</i>	<i>Tipo fabbricati</i>
0	Trascurabile	0.00 ÷ 0.05	A
1	Molto lieve	0.05 ÷ 0.075	
2	Lieve	0.075 ÷ 0.15	B
3	Moderata	0.15 ÷ 0.30	C
4 a 5	Da severa a molto severa	>0.30	

Tabella 4.2 – Descrizione dei danni e degli effetti associati

<b>Categoria di danno</b>	<b>Descrizione</b>
0	Fessure capillari con apertura $\leq 0.1$ mm
1	Fessure sottili cui si rimedia facilmente con lavori di tinteggiatura. Il danno in genere è limitato agli intonaci delle pareti interne. Fessure alle pareti esterne rilevabili con attento esame. Tipica apertura delle lesioni $\leq 1$ mm
2	Fessure facilmente stuccabili, tinteggiatura necessaria. Le fessure ricorrenti possono essere mascherate con opportuni rivestimenti. Fessure visibili anche all'esterno: può essere necessaria qualche ripresa della stillatura per garantire l'impermeabilità. Possibili difficoltà nell'apertura di porte e finestre. Tipica apertura delle lesioni $\leq 5$ mm
3	Le fessure richiedono cucì e scuci della muratura. Anche all'esterno sono necessari interventi sulla muratura. Possibile blocco di porte e finestre. Rottura di tubazioni. Spesso l'impermeabilità non è garantita. Tipica apertura delle lesioni 5 + 15 mm oppure numero elevato di lesioni con apertura $\leq 3$ mm
4	Necessarie importanti riparazioni, compresa demolizione e ricostruzione di parti di muri, specie al di sopra di porte e di finestre. I telai di porte e di finestre si distorcono: percepibile pendenza dei pavimenti. Muri inclinati o spanciati; qualche perdita d'appoggio di travi. Tubazioni distrutte. Tipica apertura delle lesioni 15 + 25 mm, dipendente anche dal numero delle lesioni
5	Richiesti importanti lavori con parziale o totale demolizione e ricostruzione. Le travi perdono l'appoggio, i muri si inclinano fortemente e richiedono puntellatura. Pericolo di instabilità. Tipica apertura delle lesioni $\leq 25$ mm, dipendente anche dal numero delle lesioni

Per la valutazione della categoria di danno degli edifici in c.a. si è inoltre adottato un ulteriore approccio di analisi che fa riferimento al livello di distorsione angolare così come definita precedentemente.

Nelle tabelle di seguito riportate sono descritti i limiti di accettabilità e la descrizione dei danni, in accordo con quanto indicato dall'Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica.

Tabella 4.3 – Categoria di danno e corrispondenti distorsioni angolari limite

<i>Categoria di danno</i>	<i>Intensità del danno</i>	<i>Categoria di distorsione</i>	<i>Tipo fabbricati</i>
0	Trascurabile	< 1/1000	A
1	Molto lieve	< 1/500	
2	Lieve	< 1/300	B
3	Moderata	< 1/150	C
4 a 5	Da severa a molto severa	> 1/150	

Tabella 4.4 – Descrizione dei danni e degli effetti associati

<i>Categoria di danno</i>	<i>Categoria di distorsione</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Tipo fabbricati</i>
0	< 1/1000	Gli effetti sulle strutture sono nulli o minimi	A
1	< 1/500	Per strutture ordinarie generalmente tale limite permette di non far raggiungere alla struttura uno stato limite di servizio	
2	< 1/300	Per la maggior parte delle strutture di tipo ordinario tale limite permette di non far raggiungere alla struttura uno stato limite di servizio	B
3	< 1/150	Per strutture ordinarie generalmente tale limite permette di non far raggiungere alla struttura uno stato limite ultimo	C
4 a 5	> 1/150	Per strutture ordinarie generalmente la struttura può incorrere in uno stato limite ultimo, con conseguente danneggiamento degli elementi strutturali	

Pe le analisi sono stati considerati i seguenti edifici posti in stretta prossimità ai previsti cantieri della galleria di progetto.

Figura 4.1 – Edifici assunti per le analisi



L'edificio B002, posto tra via Marconi e via San Rocco, è un edificio di civile abitazione composto da n. 7 piani, in apparente buono stato di conservazione. È possibile estendere l'analisi eseguita anche agli edifici attigui B001 e B003, avendo questi le medesime caratteristiche in termini di geometrie. Inoltre, l'edificio analizzato risulta essere il più prossimo agli scavi trovandosi ad una distanza di circa 7 m, dunque, si ritiene essere nella condizione più sfavorevole e di poter estendere i risultati ottenuti anche agli altri condomini.

Figura 4.2 – Edifici B001, B002 e B003



L'edificio di civile abitazione B006 è posto all'angolo tra via Gentili e via San Rocco. E' composto da n. 2 piani fuori terra e n. 1 piano seminterrato, in apparente buono stato di conservazione. L'edificio si trova ad una distanza di 1,30 m dallo scavo.

Figura 4.3 – Edificio B006



L'edificio B013 è rappresentato dall'istituto scolastico affacciato su via Gentili, composto da n. 4 piani fuori terra e n. 1 piano seminterrato, in apparente buono stato di conservazione. L'edificio si trova ad una distanza di 3 m dallo scavo.

Figura 4.4 – Edificio B013



Per i fabbricati schematizzati come semplici travi elastiche, il riepilogo dei risultati è riportato nelle seguenti tabelle.

Tabella 4.5 – Deformazioni flessionali, di taglio e orizzontali edifici analizzati

Edificio	$\Delta$ [mm]	Li [m]	$\Delta/L_i$ [-]	$\varepsilon_f$ [%]	$\varepsilon_t$ [%]	$\varepsilon_h$ [%]	$\varepsilon_f + \varepsilon_h$ [%]	$\varepsilon_t + \varepsilon_h$ [%]	Cat. danno
B002 - Hogging	1.5739	20	0.000079	0.0007	0.0078	0.072	0.073	0.073	1
B006 - Sagging	0.478	12	0.00004	0.0004	0.0040	0.074	0.074	0.074	1
B013 - Sagging	0.0342	4.063	0.0001223	0.0007	0.0084	0.025	0.026	0.027	0
B013 - Hogging	0.880	15.50	0.0000671	0.0004	0.0056	-	-	0.006	0

Tabella 4.6 – Distorsioni angolari edifici analizzati

Edificio	$\beta$ [-]	Categoria distorsione	Cat. danno
B002	0.00025	< 1/1000	0
B006	0.00011	< 1/1000	0
B013 – Sagging	0.00016	< 1/1000	0
B013–Hogging	0.00010	< 1/1000	0

Per i fabbricati schematizzati come fondati su plinti aventi maglia 4 m x 4 m, il riepilogo dei risultati è riportato nelle seguenti tabelle.

Tabella 4.7 – Deformazioni flessionali, di taglio e orizzontali edifici analizzati

Edificio	$\Delta$ [mm]	$L_i$ [m]	$\Delta/L_i$ [-]	$\varepsilon_f$ [%]	$\varepsilon_t$ [%]	$\varepsilon_h$ [%]	$\varepsilon_f + \varepsilon_h$ [%]	$\varepsilon_t + \varepsilon_h$ [%]	Cat. danno
B002 - Hogging	1.5816	4	0.00004	0.0012	0.0004	0.072	0.073	0.087	2
B006 – Sagging	0.3703	4	0.00009	0.0003	0.0092	0.074	0.074	0.075	2
B013 – Sagging	0.2110	4	0.000053	0.0004	0.0053	0.025	0.025	0.026	1

Tabella 4.8 – Distorsioni angolari edifici analizzati

Edificio	$\beta$ [-]	Categoria distorsione	Cat. danno
B002	0.00041	< 1/1000	0
B006	0.00005	< 1/1000	0
B013 – Sagging	0.00001	< 1/1000	0

Le soluzioni progettuali sono state verificate nelle condizioni ritenute più significative per il comportamento delle opere.

Definite le sezioni di calcolo sono state condotte le verifiche previste dalla Normativa vigente a dimostrazione dell'adeguatezza e dell'efficacia delle soluzioni progettuali proposte, sia in fase costruttiva, sia nella configurazione finale ed in condizioni sismiche.

Per la stima delle deformazioni e delle rotazioni per la definizione della classe di danneggiamento degli edifici, il metodo di calcolo utilizzato fornisce, nel caso di fondazioni su travi rigide, una categoria di danno 0 e 1 per gli edifici, rispettivamente di intensità trascurabile e molto lieve.

Ipotizzando una fondazione caratterizzata da una maglia di plinti 4 m x 4 m, si ottengono comunque categorie di danno lieve (pari a 2).

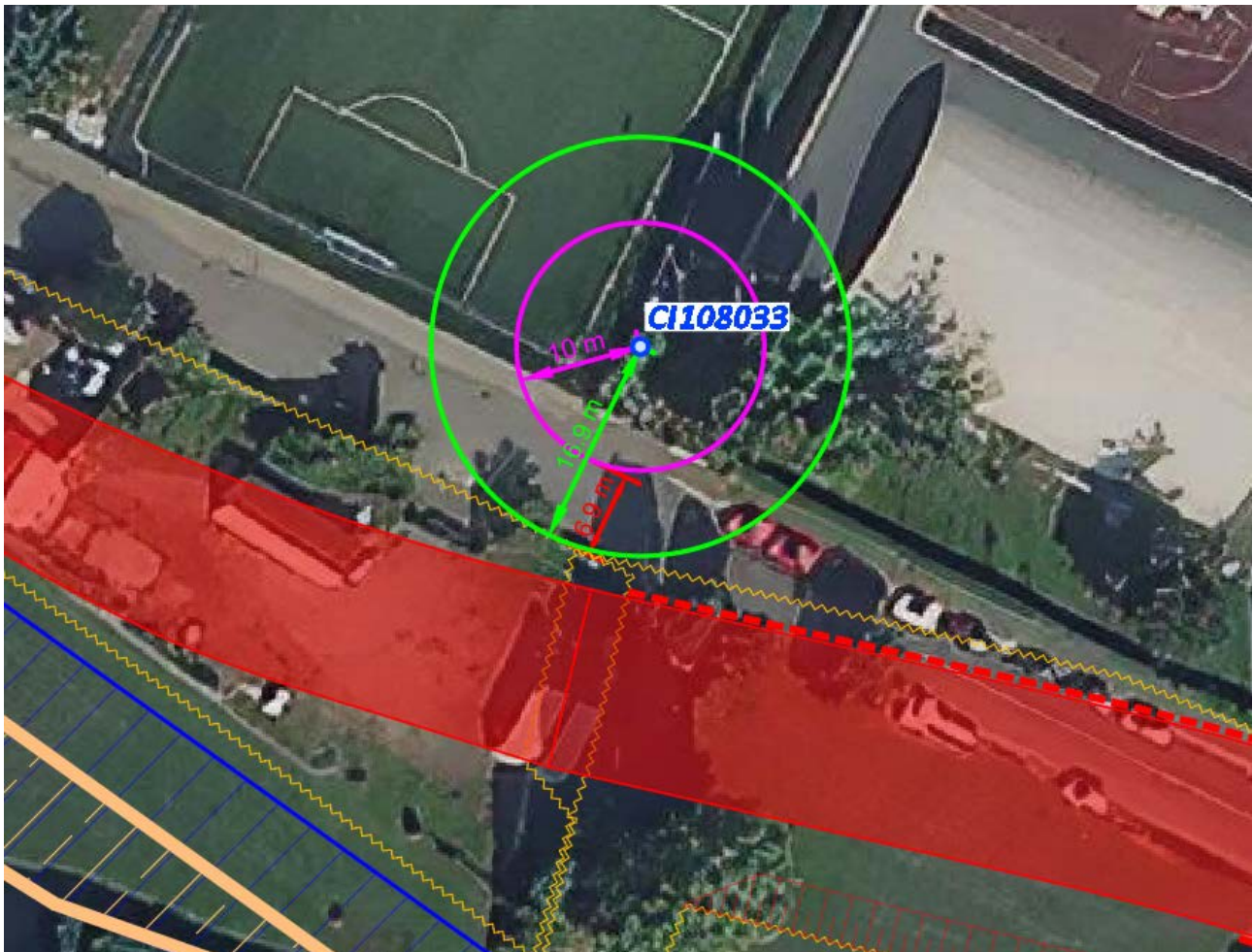
In relazione alla mancanza di informazioni di dettaglio relativo al reale stato strutturale, volumetrico e di usura di tutti i fabbricati posti nelle immediate vicinanze delle aree di lavorazioni funzionali alla realizzazione della galleria e della trincea tra via Marconi e al linea ferroviaria Milano-Monza, sono state previste specifiche misure di monitoraggio in corso d'opera e in post operam per poter individuare eventuali problematiche durante i cantieri e nella successiva fase di esercizio.

#### 4.1.2 INTERFERENZA DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Dalle indagini eseguite è emerso come la falda si attesti a profondità tale (-20-23 m da p.c.) da non essere interessata dalle opere in progetto. Inoltre le misure piezometriche hanno permesso di evidenziare il mantenimento di un adeguato franco di sicurezza tra la profondità degli scavi e manufatti sotterranei di progetto e la quota di falda.

Il tratto che si sviluppa tra le progressive km 0+350 e 0+750 interseca una fascia di rispetto di 200 m, per la presenza del pozzo pubblico ad uso idropotabile di via Gentili (riferimento pozzo Cod. 86).

Figura 4.5 – Dettaglio ubicazione pozzo di via Gentili (Cod. 86); in magenta è rappresentato il limite di ZTA del pozzo, in verde la distanza effettiva del pozzo dal limite esterno dell'area di cantiere



Seppur prossima al pozzo pubblico ad uso idropotabile, l'area di cantiere non interseca la Zona di Tutela Assoluta avente raggio di 10 m, pertanto l'area interessata dalla realizzazione dell'opera in galleria rientra nella fascia di rispetto pozzi di 200 m.

Ai sensi della D.G.R. n. 12693 del 10/04/2003, nella fascia di rispetto dei pozzi è consentita la realizzazione di infrastrutture varie, fermo restando che:

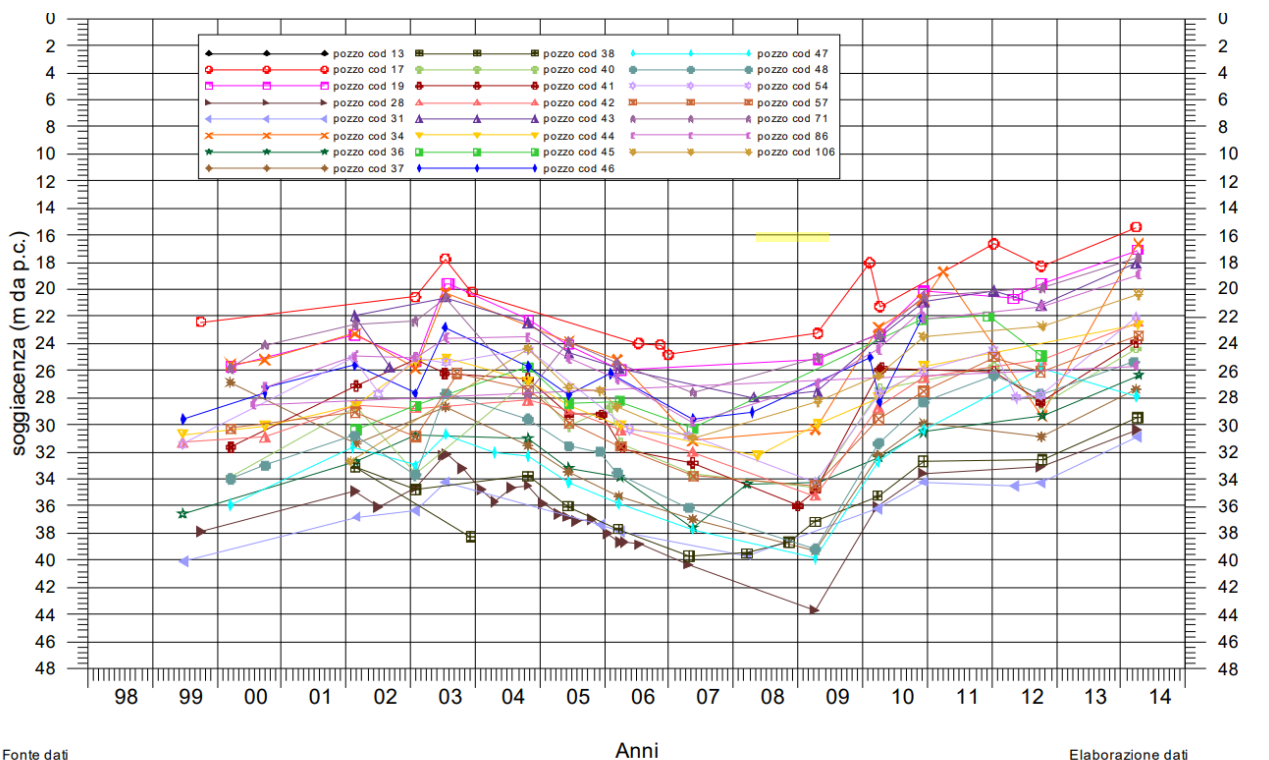
- le infrastrutture viarie a elevata densità di traffico devono essere progettate in modo da garantire condizioni di sicurezza dallo sversamento ed infiltrazione di sostanze pericolose in falda, prevedendo allo scopo un manto stradale o un cassonetto di base impermeabili e un sistema per l'allontanamento delle acque di dilavamento che convogli gli scarichi al di fuori della zona indicata o nella fognatura realizzata in ottemperanza alle condizioni in precedenza riportate;



- non possono essere previsti piazzali per la sosta, per il lavaggio mezzi di trasporto o deposito, sia sul suolo che nel sottosuolo, di sostanze pericolose non gassose;
- per le opere viarie in sottosuolo deve essere garantita la perfetta impermeabilizzazione delle strutture di rivestimento e le stesse non dovranno interferire con l'acquifero captato, in particolare dovrà essere mantenuta una distanza di almeno 5 m dalla superficie freatica, qualora l'acquifero freatico sia oggetto di captazione. Tale distanza dovrà essere determinata tenendo conto delle oscillazioni piezometriche di lungo periodo (indicativamente 50 anni).

L'analisi dell'andamento della soggiacenza nel pozzo di via Gentili mostra un andamento a carattere oscillatorio, indicando una diminuzione della profondità del livello piezometrico dell'ordine di 6-10 m tra il 1994 e 2014.

Figura 4.6 – Andamento della soggiacenza dei pozzi ACSM AGAM ad uso potabile (acquifero superiore) a Monza



Fonte dati  
ACSM - AGAM

Anni

Elaborazione dati  
Studio Idrogeotecnico - Milan  
file: mi3546\_liv\_statlici.grf

Le informazioni disponibili mostrano che il pozzo di via Gentili nel Comune di Monza presenta elementi filtranti in seconda falda a profondità superiori ai 55,50 m dal p.c. e cementazione fino ad una profondità di 38 m dal p.c.

In fase di cantiere non sono previsti scavi che possano raggiungere la falda, né lavorazioni che si configurino come fattore di potenziale inquinamento.

A titolo cautelativo sono state comunque previste attività di monitoraggio specificamente dedicate al controllo di eventuali condizioni di alterazione delle acque sotterranee a tutela delle acque emunte dal pozzo e della funzionalità dello stesso.

## 4.2 EFFETTI SPECIFICI ATTESI IN FASE DI ESERCIZIO

Per quanto attiene alla fase di esercizio valgono le medesime considerazioni svolte per la fase di cantiere relativamente agli effetti potenzialmente inducibili dagli ingombri fisici nel sottosuolo in prossimità di edifici.

Per quanto attiene alla prossimità di elementi sotterranei ad un pozzo ad uso idropotabile, si evidenzia che la struttura della galleria sarà totalmente impermeabilizzata e dotata di un sistema di raccolta delle acque di piattaforma in grado di condurle a presidi depurativi prima del loro smaltimento, garantendo pertanto condizioni di sicurezza per l'eventuale sversamento di inquinanti sulla piattaforma stradale ed evitando quindi la possibile infiltrazione di sostanza pericolose in falda.

Come indicato, per entrambe le condizioni suddette, sono state previste specifiche attività di monitoraggio ambientale.

Per la presente fase vanno considerati i potenziali effetti attendibili dalle modifiche morfologico-strutturali introdotte dal progetto in aree soggette a rischio allagamento e in aree suscettibili a fenomeni di occhi pollini.

### 4.2.1 ESPOSIZIONE DELLA POPOLAZIONE E DI OPERE A RISCHIO IDRAULICO

Il modello dello stato di fatto idraulico della zona lungo il Fiume Lambro illustrato nel precedente Cap. 3 è stato poi modificato inserendo la livelletta di progetto nel modello tridimensionale dell'area.

Durante l'iter progettuale era stata scelta inizialmente una soluzione che prevedeva una pendenza unica della strada diretta dal sottopasso esistente verso l'uscita della galleria a ovest.

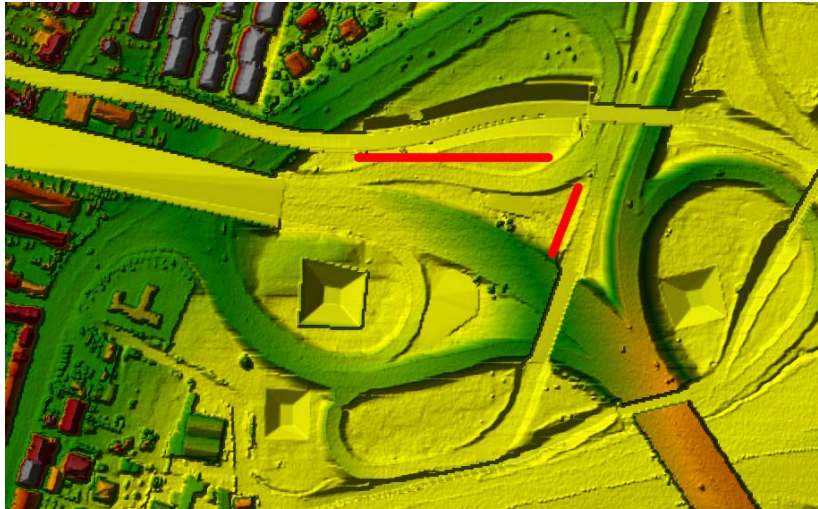
Questa soluzione tuttavia implicava che si avrebbe avuto un maggior flusso diretto verso la tangenziale nord, a causa delle quote più basse in corrispondenza dell'imbocco della galleria.

In sintesi gli allagamenti avrebbero interessato con maggior velocità l'asse principale della tangenziale nord in quanto si sarebbero avuti due flussi contemporanei: quello lungo l'asse principale e quello lungo la nuova viabilità. Per questo motivo si è proceduto a modificare la livelletta di progetto della nuova viabilità facendo una sorta di dosso in corrispondenza dell'imbocco della nuova galleria a quota pari a 144 m s.l.m., cioè un valore simile a quello dell'esistente asse principale della tangenziale.

Non è stato possibile alzare la quota oltre questo valore in quanto non si avrebbe lo spazio sufficiente a passare sotto via Marconi e non risulta neanche fattibile pensare al rialzo di questa viabilità, essendo presenti diversi accessi a proprietà private, inoltre una modifica di tal genere implicherebbe anche pendenze non accettabili lungo l'asse stradale.

Come successiva modifica si è introdotta in progetto un'arginatura nel tratto compreso tra lo svincolo proveniente da via Marconi e l'asse principale, rappresentati nella successiva immagine.

Figura 4.7 – Modifica del DTM dello stato di fatto con l’inserimento di arginature in rosso nei pressi dell’imbocco est della galleria



L’introduzione delle arginature implica che, in caso di esondazione del Lambro, non si abbia più la fuoriuscita di acqua proveniente da sud, come avviene invece nello stato di fatto. Con solo questa variazione dunque la situazione di rischio non si modifica rispetto allo stato di fatto in quanto non si ha più l’interessamento diretto della tangenziale nord da parte degli allagamenti, che invece si propagherebbero lungo la viabilità in progetto per poi interessare l’asse principale con flusso diretto da ovest verso est, come visibile nella successiva figura. Conseguentemente le aree allagate non si modificherebbero.

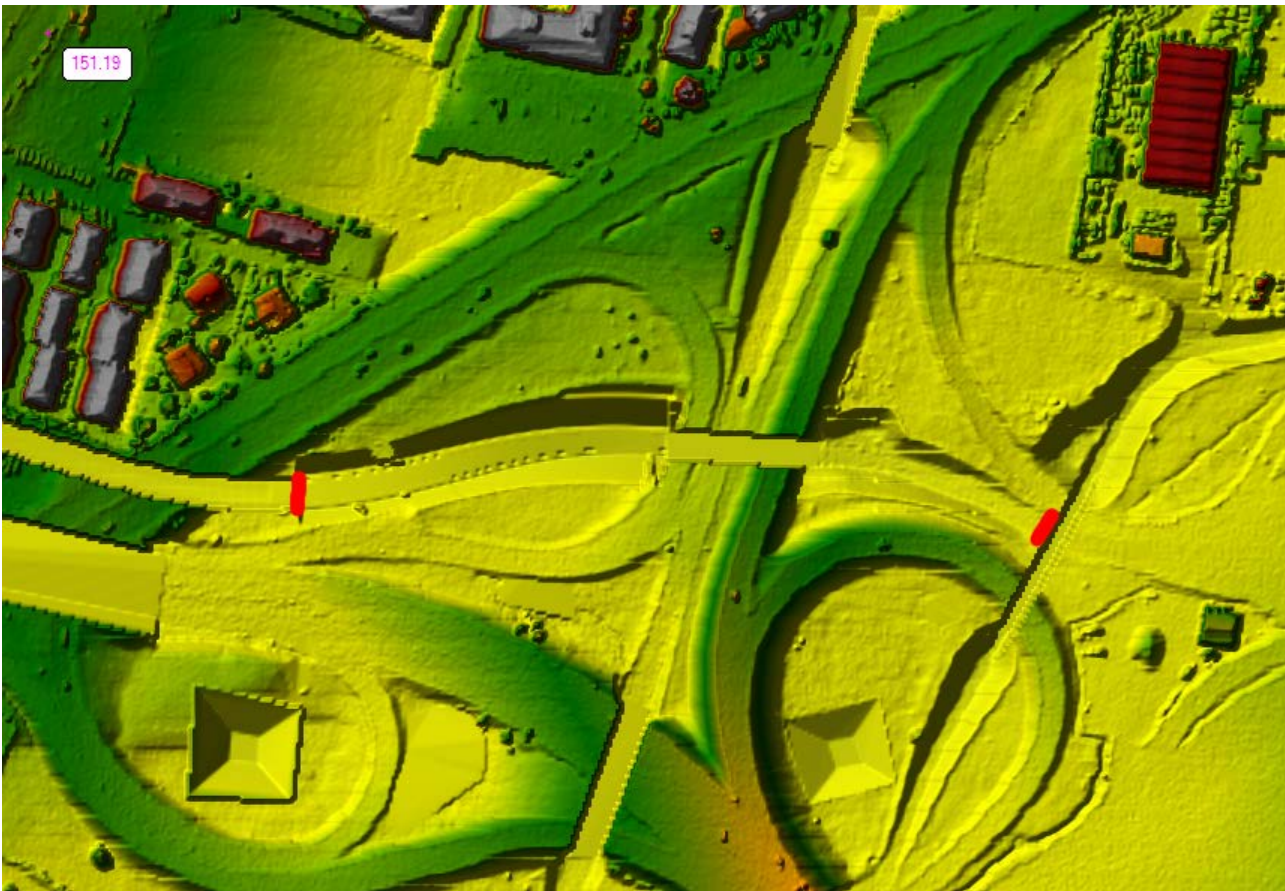
Figura 4.8 – Modifica della dinamica di propagazione delle esondazioni nel caso di inserimento degli argini. Con frecce azzurre la direzione del flusso



Il successivo approfondimento progettuale è stato svolto al fine di identificare possibili soluzioni per evitare la propagazione delle piene lungo la viabilità in progetto. Dato che, come detto, non si può agire sulla livelletta stradale, oltre i valori presi in considerazione, si è scelto di posizionare in caso di necessità delle panconature metalliche rimovibili lungo la nuova viabilità. In caso di allerta di piena, con elevati livelli idrici nel Lambro, si procederà dunque ad inibire il transito di automezzi lungo l'asse in progetto e saranno posizionate queste strutture che eviteranno la propagazione degli allagamenti lungo la nuova viabilità e conseguentemente lungo l'asse principale.

Per la scelta di dove ubicare le panconature si è svolta un'analisi su due possibili soluzioni rappresentate nella successiva figura: presso il sottopasso di via Somalia e presso l'imbocco della nuova galleria.

Figura 4.9 – In rosso sono evidenziati due punti alternativi dove si potrebbero posizionare le panconature



La prima scelta avrebbe il vantaggio di avere un'altezza delle panconature più ridotta rispetto alla seconda in quanto la viabilità presenta una quota maggiore di circa 1 m rispetto all'imbocco della galleria. Di per contro sarebbe necessario realizzare anche degli argini in calcestruzzo a fianco alla stessa per evitare l'entrata di acqua dai bordi laterali.

Per valutare tuttavia quale soluzione fosse idraulicamente la migliore sono stati predisposti due modelli idraulici bidimensionali con l'introduzione delle suddette panconature. Gli allagamenti di progetto sono riportati nelle seguenti immagini.

Figura 4.10 – Allagamenti di progetto nel caso di posizionamento della panconatura sopra via Somalia. Base cartografica ortofoto 2018 Regione Lombardia

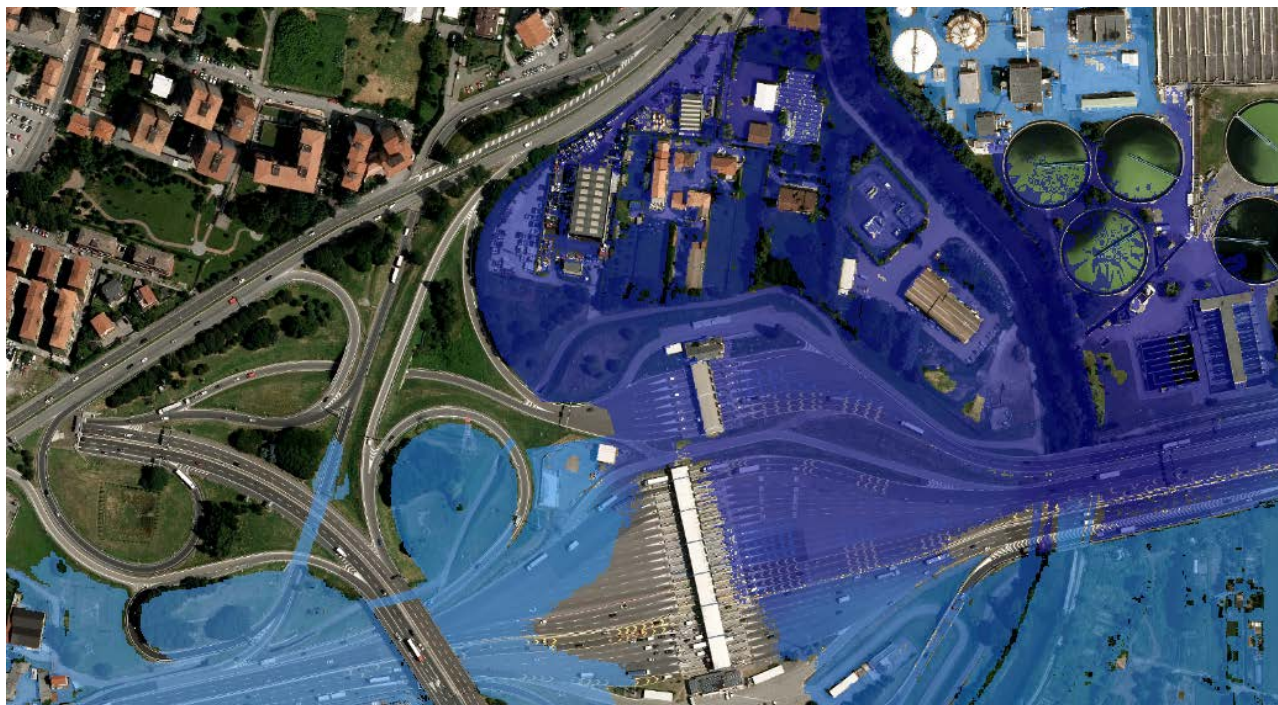
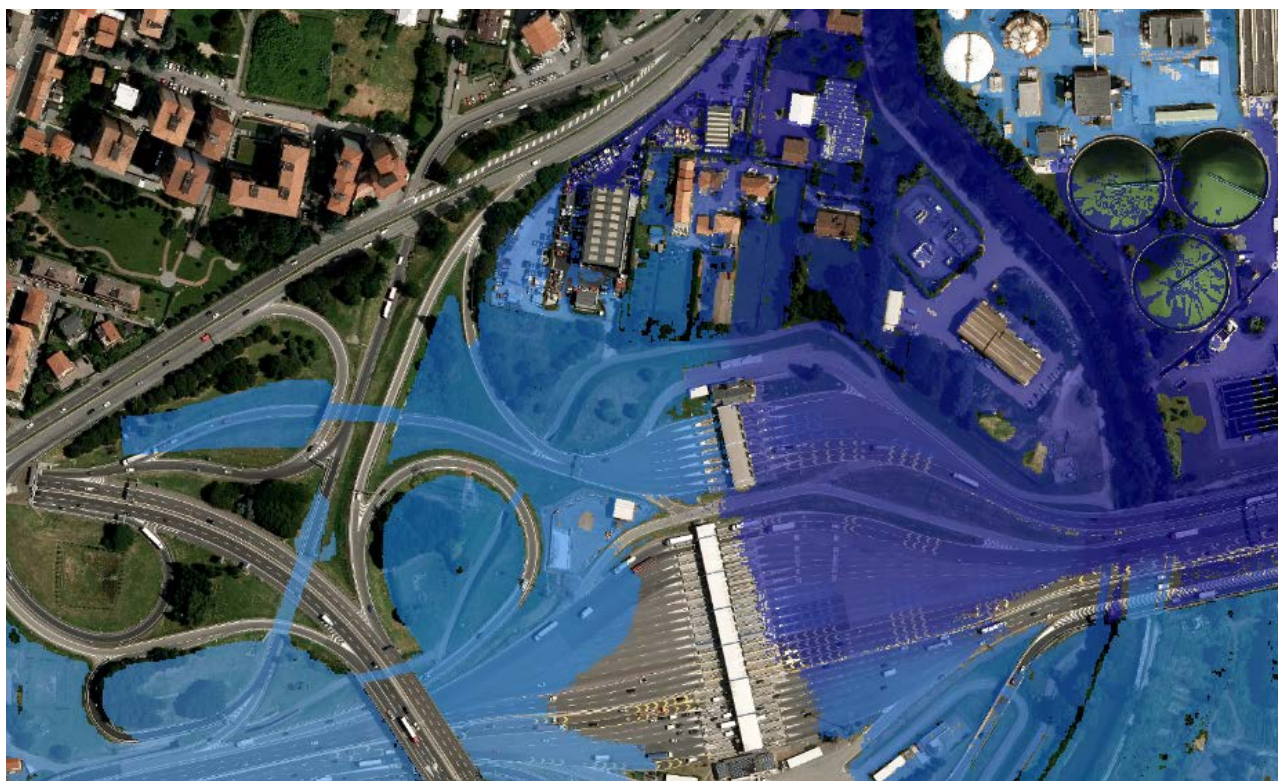


Figura 4.11 – Allagamenti di progetto nel caso di posizionamento della panconatura all’imbocco della galleria. Base cartografica ortofoto 2018 Regione Lombardia



Si è quindi ricavata una cartografia del massimo livello idrico nelle due soluzioni e la si è confrontata con lo stato di fatto, al fine di verificare le modifiche ai livelli idrici nell'area esaminata. Come si vede dai risultati delle simulazioni riportati nelle successive figure, l'introduzione della panconatura sopra via Somalia implicherebbe dei livelli idrici più alti rispetto allo stato di fatto nella zona immediatamente a monte della stessa. La variazione del livello idrico è stata ritenuta inaccettabile in quanto interesserebbe anche l'area urbana con differenze anche di 35 cm.

Al contrario la seconda simulazione ha mostrato come le variazioni dovute alla seconda ipotesi progettuale sono limitate. Nella zona urbana il livello idrico ha un incremento medio di pochi centimetri. Si hanno variazioni più rilevanti nelle aree a verde attorno al sottopasso di via Somalia (fino a 20 cm).

Figura 4.12 – Differenza di livello idrico tra stato di fatto e progetto nel caso di posizionamento della panconatura sopra via Somalia. Base cartografica ortofoto 2018 Regione Lombardia

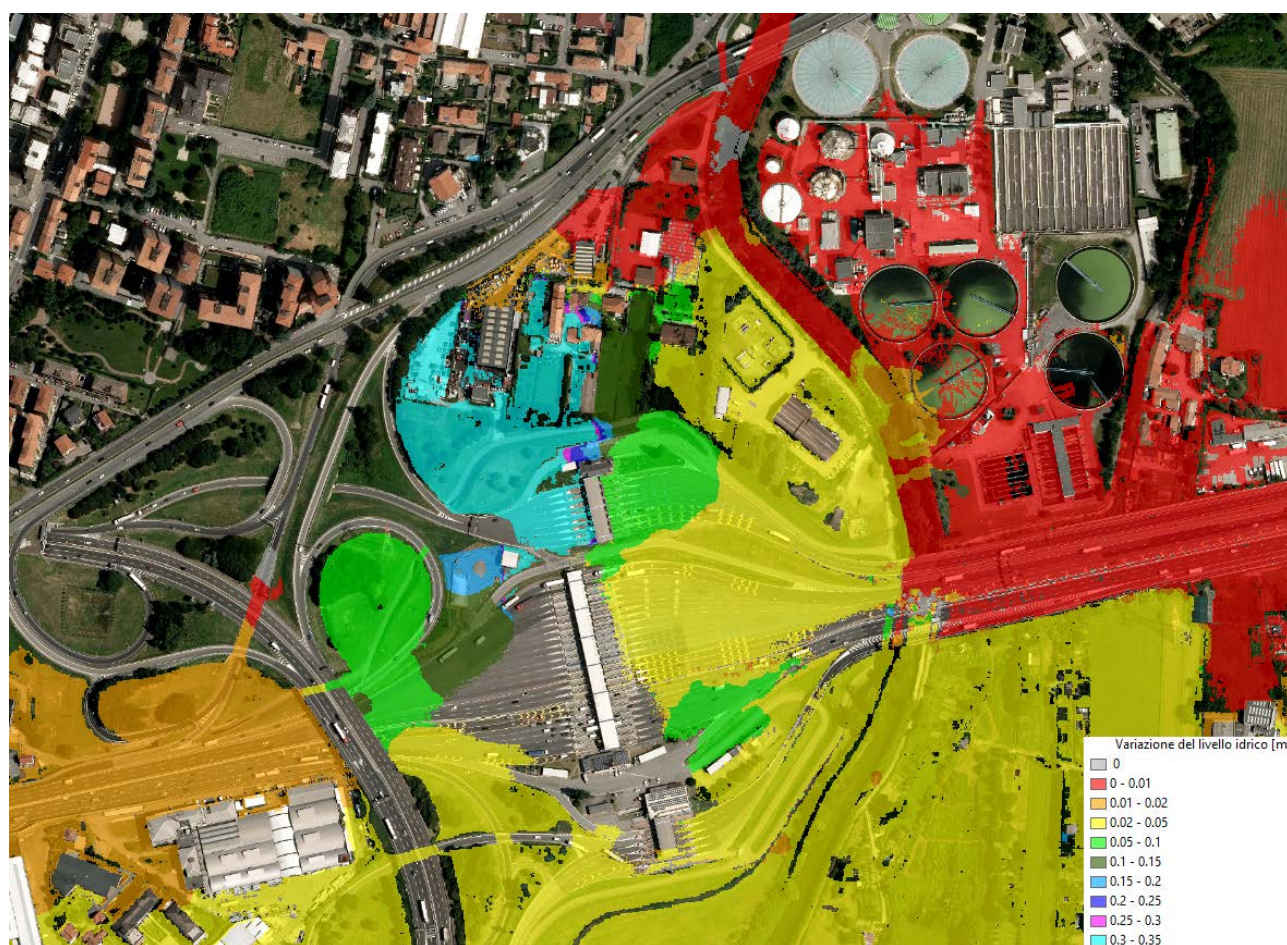
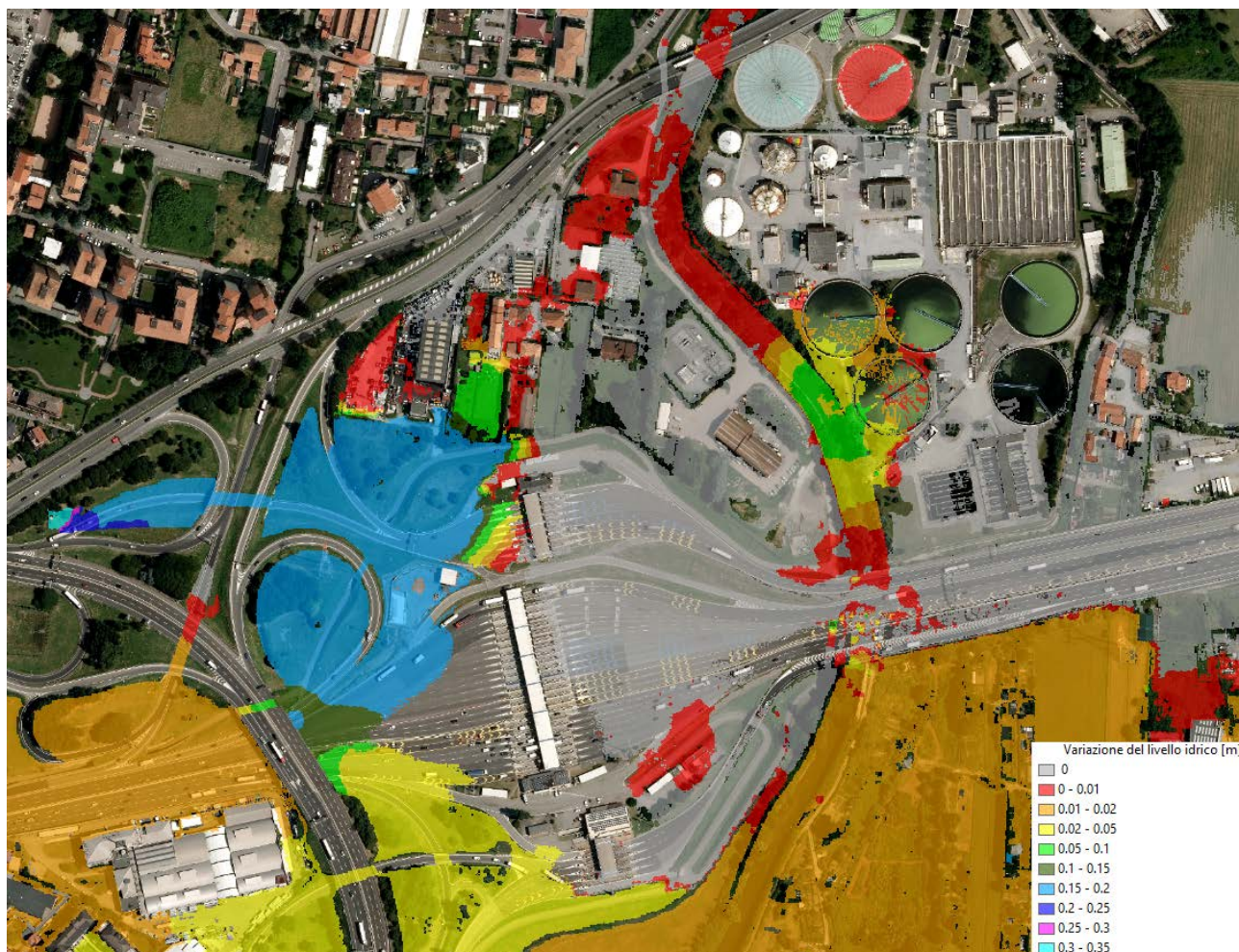


Figura 4.13 – Differenza di livello idrico tra stato di fatto e progetto nel caso di posizionamento della panconatura all'imbocco della galleria. Base cartografica ortofoto 2018 Regione Lombardia

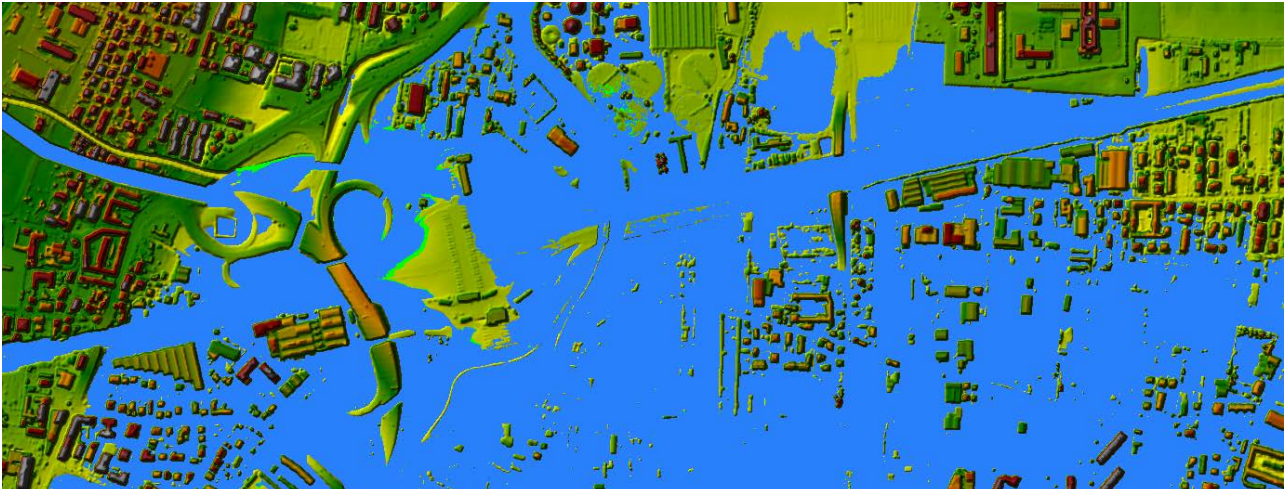


Infine si è verificato che la soluzione di progetto non determini allagamenti in altre aree non interessate dalla piena nello stato di fatto.

Come si vede nella successiva immagine le variazioni sono molto limitate ed interessano esclusivamente aree a verde.

Per conseguire questi risultati le panconature e le arginature devono raggiungere una quota di almeno 147 m s.l.m.

Figura 4.14 – Modifica delle aree di esondazione tra stato di fatto (in blu) e progetto (in verde chiaro) nel caso di posizionamento della panconatura all'imbocco della galleria



Ai fini della valutazione di compatibilità dell'intervento sono infine valutati i seguenti punti costituenti gli effetti del progetto sul tronco di corso d'acqua interessato, in coerenza con la "Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B" approvata con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 dell'11 maggio 1999 ed aggiornata con deliberazione n. 10 del Comitato Istituzionale del 5 aprile 2006.

#### E.1. Modifiche indotte sul profilo inviluppo di piena.

Rappresentano l'effetto di restringimenti di sezioni o di ostacoli al deflusso nel tratto di corso d'acqua interessato derivanti dall'intervento: le modifiche devono essere quantificate sulla base del confronto tra il profilo di piena in condizioni indisturbate e quello a intervento realizzato; vanno inoltre evidenziati, qualora presenti, effetti temporanei dello stesso tipo connessi alle fasi di realizzazione dell'opera.

Il profilo di piena non viene modificato in quanto non vi sono variazioni significative della geometria dell'alveo. La quota di piena sul Lambro a monte della A4 è la medesima tra la simulazione dello stato di fatto e di progetto.

#### E.2. Riduzione della capacità di invaso dell'alveo.

Vanno quantificate, ove presenti, le riduzioni delle superfici allagabili causate dalla realizzazione dell'intervento e l'effetto delle stesse in termini di diminuzione della laminazione in alveo lungo il tratto fluviale, per mezzo delle simulazioni idrauliche di cui ai punti precedenti mettendo in evidenza la riduzione del volume di invaso e il corrispondente aumento del colmo di piena.

Le modifiche introdotte (panconature e argini) comportano rialzi del tutto contenuti dei tiranti, che si mostrano apprezzabili solo nelle aree a verde più prossime allo svincolo. Dunque la riduzione della capacità di laminazione del territorio è del tutto limitata.

#### E.3. Interazioni con le opere di difesa idrauliche (opere di sponda e argini) esistenti.

Vanno evidenziate localizzazione e caratteristiche strutturali degli elementi costituenti parte delle opere in progetto che danno luogo alle possibili interazioni e gli accorgimenti adottati (distanze di rispetto, soluzioni



costruttive) per garantire l'assenza di effetti negativi sulla stabilità e sull'efficienza di funzionamento delle opere idrauliche.

Sono previste arginature e panconature posizionate nel tratto di imbocco della nuova galleria in progetto. Tali strutture sono realizzate in aree esterne all'alveo del Lambro, a notevole distanza da quest'ultimo e non hanno interazione con le strutture esistenti.

#### E.4. Opere idrauliche in progetto nell'ambito dell'intervento.

Nel caso in cui l'intervento in progetto comporti la necessità di realizzare opere idrauliche di sistemazione dell'alveo, queste ultime vanno definite a livello di progetto definitivo, esplicitandone la compatibilità e l'integrazione con le opere idrauliche esistenti.

Le opere idrauliche previste (arginature e panconature) sono state studiate in maniera tale da determinarne la quota massima ed è stata validata la loro efficacia, in termini di riduzione degli allagamenti lungo la viabilità.

#### E.5. Modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico e altimetrico dell'alveo di inciso e di piena.

Valutazione degli effetti della soluzione progettuale proposta per l'intervento in rapporto all'assetto morfologico attuale dell'alveo e alla sua prevedibile evoluzione, con evidenziazione degli elementi che garantiscono l'assenza di modificazioni indotte sia sull'alveo inciso (effetti erosivi di fondo e/o di sponda, modificazioni di tracciato planimetrico) che su quello di piena (attivazione di vie di deflusso preferenziali incompatibili con l'assetto e le opere esistenti).

Per quanto concerne l'aspetto morfologico plano-altimetrico, è stato valutato dagli scriventi, come le opere in progetto non abbiano alcuna influenza sull'evoluzione morfologica del tratto di fiume interessato, vista la notevole distanza tra gli interventi e il fiume.

#### E.6. Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale.

Vanno evidenziate le modificazioni conseguenti alla realizzazione dell'opera e gli interventi di mitigazione adottati, con particolare riferimento alle emergenze connesse al sistema fluviale e alle componenti naturalistiche, ambientali e paesistiche più sensibili nei confronti degli effetti indotti dalla realizzazione dell'opera.

In ambito paesaggistico, le opere in progetto hanno scarso impatto, essendo posizionate all'interno di un'area a funzione prettamente stradale.

#### E.7. Condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alla piena.

Vanno evidenziate le condizioni di stabilità delle opere costituenti l'intervento in relazione alle sollecitazioni derivanti dalle condizioni di deflusso in piena con riferimento in particolare agli effetti connessi ai livelli idrici di piena e a quelli derivanti dall'azione erosiva della corrente sulle strutture e sulle fondazioni. Vanno inoltre evidenziati gli accorgimenti e le misure tecniche adottati al fine di evitare condizioni di pericolo per le persone e di danno per i beni, come pure le eventuali riduzioni temporanee di funzionalità dell'intervento connesse al verificarsi di un evento di piena.

Le condizioni di stabilità delle opere in progetto sono state accuratamente valutate dai progettisti. Le panconature dovranno essere posizionate con opportuno anticipo rispetto all'evento di piena, facendo riferimento sia alle previsioni idrometeorologiche che a sensori di livello ubicati lungo il Lambro.

#### 4.2.2 ESPOSIZIONE DELLA POPOLAZIONE E DI OPERE A RISCHIO GEOTECNICO

Dall'analisi dei dati e della documentazione disponibile si possono trarre le seguenti conclusioni:

- l'area rientra nel contesto di suscettività agli Occhi Pollini "Moderato" (P.T.C.P. – Tav.8); tale caratteristica è in parte confermata dall'individuazione di un orizzonte molto sciolto in corrispondenza del sondaggio S01/Pz1 ad un intervallo di profondità compreso tra 1,50 m e 3 m dal p.c. Questo livello non si configura come occhio pollino s.s.; tuttavia, possiede caratteristiche litologiche tali da comportare la potenziale formazione di una cavità in caso di venute o infiltrazioni d'acqua;
- l'analisi delle indagini condotte unitamente all'elaborazione di una sezione di tomografia elettrica, in particolare per il tratto interessato dalla realizzazione della galleria (via Gentili), non ha messo in evidenza la presenza cavità da occhio pollino tantomeno orizzonti molto sciolti suscettibili di tale fenomeno;
- nel gennaio 2022, il Comune di Monza ha presentato l'aggiornamento al Piano di Governo del Territorio, inserendo una nuova carta del Rischio Idraulico (*Studio comunale di gestione del rischio idraulico R.R. 23 NOV. 2017 n. 7*) in cui vengono evidenziate, oltre alle aree più o meno idonee all'infiltrazione, quelle più suscettibili al fenomeno degli occhi pollini. Il tematismo conferma che l'area di interesse ricade all'interno di zone a suscettività "Moderata".

Per le ragioni sopraelencate non si può escludere la presenza di cavità riconducibili agli occhi pollini lungo la fascia territoriale in cui si estende l'intera tratta autostradale oggetto di intervento.

Tuttavia, in corrispondenza della galleria in progetto, le indagini condotte dagli approfondimenti geologici di progetto sembrano escluderne la presenza.

Per i nuovi rami stradali è stato previsto un materiale inerte per il pacchetto stradale tale da permettere l'assorbimento e la distribuzione dei carichi, così da ottenere un'adeguata attenuazione delle sollecitazioni indotte dal traffico.

Per quanto attiene al sistema di drenaggio delle acque di piattaforma stradale, le soluzioni di infiltrazione lato rami stradali nell'area del Casignolo e in vasche per l'asse principale dell'A52 sono state definite sulla base di analisi svolte dagli approfondimenti specialistici di progetto, che ne hanno confermato la validità e la non attesa di potenziali problematiche.

## 5 MISURE DI COMPATIBILITÀ AMBIENTALE

Sulla base delle soluzioni progettuali proposte e delle analisi ambientali svolte, non si reputano necessarie ulteriori misure di compatibilità ambientale rispetto a quanto già previsto dal progetto, salvo attuare specifiche attività di indagine sulle strutture degli edifici posti in affaccio dei previsti scavi e lavorazioni sotterranee tra via Marconi e la linea ferroviaria Milano - Monza.

Tali attività rientrano nel Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) predisposto per il presente caso, a cui si rimanda per i dettagli e sintetizzando nel successivo Cap. 6.

## 6 MISURE DI CONTROLLO DEGLI EFFETTI

L'attività di monitoraggio prevede di verificare che i recettori antropici posti in prossimità dei cantieri siano soggetti a livelli vibrazionali in linea con le previsioni progettuali e con gli standard di riferimento, e che gli edifici presenti non subiscano danneggiamenti dovute dalle lavorazioni.

Nello specifico sono, pertanto, previste le seguenti tipologie di attività di controllo:

- a) monitoraggio delle eventuali condizioni di disturbo sensoriale indotte in fase di cantiere e di esercizio;
- b) ricerca e controllo di eventuali fessurazioni e conseguenti alterazioni strutturali edifici esistenti nelle aree contermini ai cantieri.

Le attività di controllo delle eventuali alterazioni strutturali saranno svolte in corrispondenza di tutti gli edifici affacciati al cantiere tra via Marconi e la Linea ferroviaria Milano-Monza, e ai cantieri previsti nelle altre zone.

I dettagli delle attività di controllo degli eventuali danni indotti agli edifici durante le attività di cantiere sono stati associati ai rilievi della componente Vibrazioni e quindi inserite nella correlata sezione del PMA.

I controlli per le acque sotterranee sono illustrati nella sezione dedicata del PMA a cui si rimanda.

## 7 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'opera in progetto insiste su un territorio fortemente urbanizzato nel settore meridionale del Comune di Monza (MB) e in piccola parte nel settore nordorientale del Comune di Cinisello Balsamo (MI) ad una quota compresa tra 144 m s.l.m. e 158 m s.l.m.

L'analisi degli strumenti di pianificazione territoriale e settoriale ha evidenziato alcuni caratteri peculiari del territorio su cui insiste l'opera in progetto, tra cui:

- un ambito con un grado di suscettività basso o moderato al fenomeno degli "Occhi Pollini";
- un ambito di ricarica prevalente della falda e la presenza di un pozzo potabile in stretta aderenza alla prevista galleria di progetto e delle relative aree di cantiere;
- un ambito soggetto a potenziale allagamento in caso di eventi alluvionali intensi del fiume Lambro.

Rispetto al fenomeno degli Occhi Pollini, fenomeno tipico dell'area brianzola, il sito ricade per la quasi totalità dell'intervento in area a suscettività "Moderata". Le indagini, dirette e indirette, eseguite non ne hanno sostanzialmente evidenziato la presenza.

Le analisi specialistiche di progetto non hanno ritenuto rilevante la criticità relativa agli Occhi Pollini, pur tuttavia raccomandando, a tutela e mitigazione del rischio (non potendo comunque essere escluso), di impiegare qualsiasi accorgimento atto a garantire un'adeguata regimazione delle acque di piattaforma stradale, che il progetto ha assunto a definito nel dettaglio con uno specifico sistema di drenaggio.

Le analisi svolte hanno rilevato la presenza di un pozzo ad uso idropotabile in stretta prossimità del tracciato in galleria di progetto in zona via Gentili a Monza; il tracciato rientra nella fascia di rispetto definita con criterio geometrico ( $r=200m$ ). Ai sensi del D.G.R. n. 12693/2003 le infrastrutture viarie ad alta densità di traffico, come quella in progetto, devono prevedere una perfetta impermeabilizzazione delle opere e un sistema di raccolta e allontanamento delle acque di dilavamento in modo da evitare qualsiasi infiltrazione di acque potenzialmente contaminate nel sottosuolo.

La struttura della galleria sarà totalmente impermeabilizzata e dotata di un sistema di raccolta delle acque di piattaforma in grado di condurle a presidi depurativi prima del loro smaltimento, garantendo pertanto condizioni di sicurezza per l'eventuale sversamento di inquinanti sulla piattaforma stradale ed evitando quindi la possibile infiltrazione di sostanze pericolose in falda.

E' stato comunque predisposto un Progetto di Monitoraggio Ambientale per il controllo delle eventuali interferenze/contaminazioni indotte sulle acque emunte e sulla funzionalità dell'impianto.

L'area di inizio dell'intervento in progetto risulta inclusa in zone a rischio allagamento. Le analisi svolte a supporto del progetto hanno mostrato tuttavia come tutto questo tratto della tangenziale nord sia a rischio e non solamente gli svincoli, come riportato nei precedenti atti pianificatori.

Alla luce di ciò si è previsto di rialzare il più possibile la livelletta stradale in corrispondenza dell'imbocco della nuova galleria, in maniera tale da fungere da primo presidio idraulico. Secondariamente si è scelto di posizionare delle arginature e delle panconature di emergenza che verranno posizionate all'occorrenza all'imbocco della galleria in progetto. Questi presidi consentono di salvaguardare sia la nuova viabilità che l'asse principale dagli allagamenti.

In merito al restante sviluppo del progetto, questo non risulta interferente con il reticolo idrico minore e si prevede l'applicazione di misure volte al rispetto del principio dell'invarianza idraulica senza modificare la regimazione delle acque e senza incrementi degli impatti ai ricettori.

Sono state stimate le condizioni di danno potenzialmente producibile dallo scavo della galleria artificiale sugli edifici presenti a margine, valutando come la fase di fondo scavo risulti essere la più sfavorevole in termini di possibili cedimenti indotti.

Le analisi degli edifici sono state condotte considerando gli effetti combinati dovuti ai cedimenti verticali e orizzontali.

Le analisi condotte hanno evidenziato l'attesa di danni potenziali di intensità trascurabile e lieve.

E' stato quindi predisposto un Progetto di Monitoraggio Ambientale per il controllo delle eventuali alterazioni strutturali di tutti gli edifici affacciati al cantiere tra via Marconi e la Linea ferroviaria Milano-Monza, e anche ai cantieri previsti nelle altre zone interessate.