



**autostrade //** per l'italia

Tronco

**A52 - TANGENZIALE NORD**

Oggetto

**Strada di collegamento urbana in affiancamento alla A52  
(ex SP46) in comune di Novate Milanese**

CUP: D61B16000030005

Fase progettuale

**PROGETTO PRELIMINARE per verifica ASSOGGETTABILITA'**

LA CONCEDENTE



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

LE CONCESSIONARIE



**autostrade //** per l'italia

IL DIRETTORE TECNICO  
Dott. Ing. Giuseppe Colombo

Progettista / Progettazioni specialistiche / Validazione



AREA PROGETTAZIONE E  
REALIZZAZIONE NUOVE OPERE  
Il Responsabile  
Roberto D'Avossa

AREA PROGETTAZIONE E  
REALIZZAZIONE NUOVE OPERE  
Il Progettista  
Ing. Matteo Maraschi

Descrizione Elaborato

**INQUADRAMENTO GENERALE**

*Relazione generale illustrativa*

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	Marzo 2016	Emissione	PRNO	PRNO	DT
B	-	-	-	-	-
C	-	-	-	-	-
D	-	-	-	-	-
E	-	-	-	-	-

Scala

Codifica Elaborato

5	0	2	2	P	G	E	N	0	0	2	R	0	X	X	X	X	X	X	A
Codice				Fase	Ambito			Progressivo	Tipo	Lotto	Zona	Opera			Tratto	Rev.			

# Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>4</b>
1.1	SISTEMA DI COMPLANARI NELLA RIQUALIFICA DELLA SP 46 RHO - MONZA .....	4
1.1.1	PROGETTO sottoposto a VIA .....	4
1.1.2	VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE e CONFERENZA DEI SERVIZI .....	5
1.1.3	STUDIO DI COMPATIBILITA' .....	6
1.2	GENESI DEL PROGETTO .....	6
<b>2</b>	<b>OBIETTIVI GENERALI DEL PROGETTO</b> .....	<b>8</b>
2.1	OBIETTIVI DELL'INTERVENTO ALLO STUDIO .....	8
2.2	SCHEMA INFRASTRUTTURALE .....	9
2.2.1	Offerta infrastrutturale di progetto .....	10
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO GENERALE</b> .....	<b>10</b>
3.1	COLLOCAZIONE DEL COMPARTO .....	10
3.2	STRUTTURA INSEDIATIVA DI COMPARTO .....	11
3.3	STRUTTURA AMBIENTALE DI AREA VASTA.....	11
<b>4</b>	<b>DATI DI TRAFFICO</b> .....	<b>12</b>
4.1	I CARICHI DI TRAFFICO DISPONIBILI .....	12
4.2	ANALISI DI TRAFFICO EFFETTUATE .....	13
4.2.1	Sintesi effetti sulla rete viaria urbana .....	13
4.3	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....	14
<b>5</b>	<b>ANALISI DELLE ALTERNATIVE</b> .....	<b>14</b>
5.1	STUDIO DI COMPATIBILITA' .....	14
5.2	ALTERNATIVE ESAMINATE.....	16
5.2.1	Alternativa 1 .....	16
5.2.2	Alternativa 2 .....	19
5.3	SCELTA DELLA SOLUZIONE .....	19
<b>6</b>	<b>GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA</b> .....	<b>20</b>
6.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	20
6.2	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E IDROGRAFICO.....	20
6.3	IDROGEOLOGIA .....	20
6.4	INDAGINI GEOGNOSTICHE .....	21
<b>7</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA</b> .....	<b>22</b>
7.1	STRATIGRAFIA E UNITÀ GEOTECNICHE .....	22
7.2	PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO.....	22
7.3	RILEVATI E TRINCEE.....	23
7.4	RIUTILIZZO TERRENI .....	23
7.5	PRESCRIZIONI COSTRUTTIVE.....	23
<b>8</b>	<b>SISMICITA'</b> .....	<b>24</b>
<b>9</b>	<b>VERIFICA DELL'INTERESSE ARCHEOLOGICO (ARTT. 95 E 96 DLGS 163/06):</b> .....	<b>24</b>
<b>10</b>	<b>IL PROGETTO STRADALE</b> .....	<b>25</b>

10.1	SUDDIVISIONE IN TRATTE .....	25
10.2	CARATTERISTICHE GENERALI .....	25
10.3	DESCRIZIONE DEL TRACCIATO.....	26
10.3.1	Tratta EST .....	26
10.3.2	Tratta OVEST .....	27
10.4	ANDAMENTO PLANO-ALTIMETRICO .....	28
10.4.1	Criteri progettuali.....	29
10.4.2	ANALISI DI CONGRUENZA CON LA NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	36
10.5	SEZIONI TIPO .....	38
10.6	BARRIERE DI SICUREZZA.....	41
10.7	PAVIMENTAZIONI.....	42
<b>11</b>	<b>OPERE D'ARTE.....</b>	<b>42</b>
11.1	GALLERIA ARTIFICIALE SOTTOPASSO FERROVIA MILANO-VARESE (GA11) .....	42
11.2	MURI DI CONTRORIPA E SOTTOSCARPA.....	43
<b>12</b>	<b>SISTEMA IDRAULICO DI RACCOLTA E SMALTIMENTO .....</b>	<b>44</b>
12.1	ELEMENTI COSTITUENTI IL SISTEMA IDRAULICO DI RACCOLTA E SMALTIMENTO.....	44
12.1.1	Piattaforma in trincea ed in rilevato .....	44
12.1.2	Tratti in galleria .....	44
12.1.3	Fossi di guardia.....	45
12.1.4	Impianti di sollevamento.....	45
12.2	OPERE DI PRESIDIO IDRAULICO PER IL CONTROLLO QUALITATIVO E QUANTITATIVO ALLO SCARICO .....	45
12.2.1	Vasche di prima pioggia .....	45
12.2.2	Bacini d'infiltrazione.....	46
<b>13</b>	<b>PIANIFICAZIONE DEL PROCESSO DI CANTIERIZZAZIONE .....</b>	<b>46</b>
13.1	FASI COSTRUTTIVE .....	46
13.2	ANALISI FABBISOGNI E MOVIMENTI MATERIA .....	48
13.3	CAMPI, CANTIERI E AREE DI SUPPORTO.....	49
<b>14</b>	<b>IDENTIFICAZIONE DELLE OPERE IMPIANTISTICHE DI PROGETTO.....</b>	<b>52</b>
14.1	IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA .....	52
14.2	IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE GALLERIE IN VIABILITÀ ORDINARIA.....	52
<b>15</b>	<b>STUDIO AMBIENTALE ED INTERVENTI DI AMBIENTAZIONE PAESAGGISTICA .</b>	<b>52</b>
15.1	CONSIDERAZIONI SULLE ANALISI GIÀ CONDOTTE E VALIDITÀ DELLE STESSE .....	52
15.2	STIMA DEI POTENZIALI IMPATTI AMBIENTALI DERIVANTI DALLA REALIZZAZIONE DELLE OPERE .....	53
15.3	INTERVENTI DI AMBIENTAZIONE PAESAGGISTICA .....	54
<b>16</b>	<b>INTERFERENZE.....</b>	<b>54</b>
<b>17</b>	<b>ESPROPRI E FASCE DI RISPETTO .....</b>	<b>55</b>
<b>18</b>	<b>CRONOPROGRAMMA DELLE ATTIVITA' .....</b>	<b>56</b>
<b>19</b>	<b>INDIRIZZI PER LA REDAZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO .....</b>	<b>56</b>

## 1 PREMESSA

Il progetto in oggetto è collocato in prossimità all'intervento relativo alla VIABILITA' DI ADDUZIONE AL SISTEMA AUTOSTRADALE ESISTENTE A8/A52 RHO-MONZA. RIQUALIFICA CON CARATTERISTICHE AUTOSTRADALI DELLA SP 46 "RHO-MONZA", lotti 1-2-3.

Si richiama di seguito un breve excursus di tale intervento al fine di comprendere la genesi del progetto.

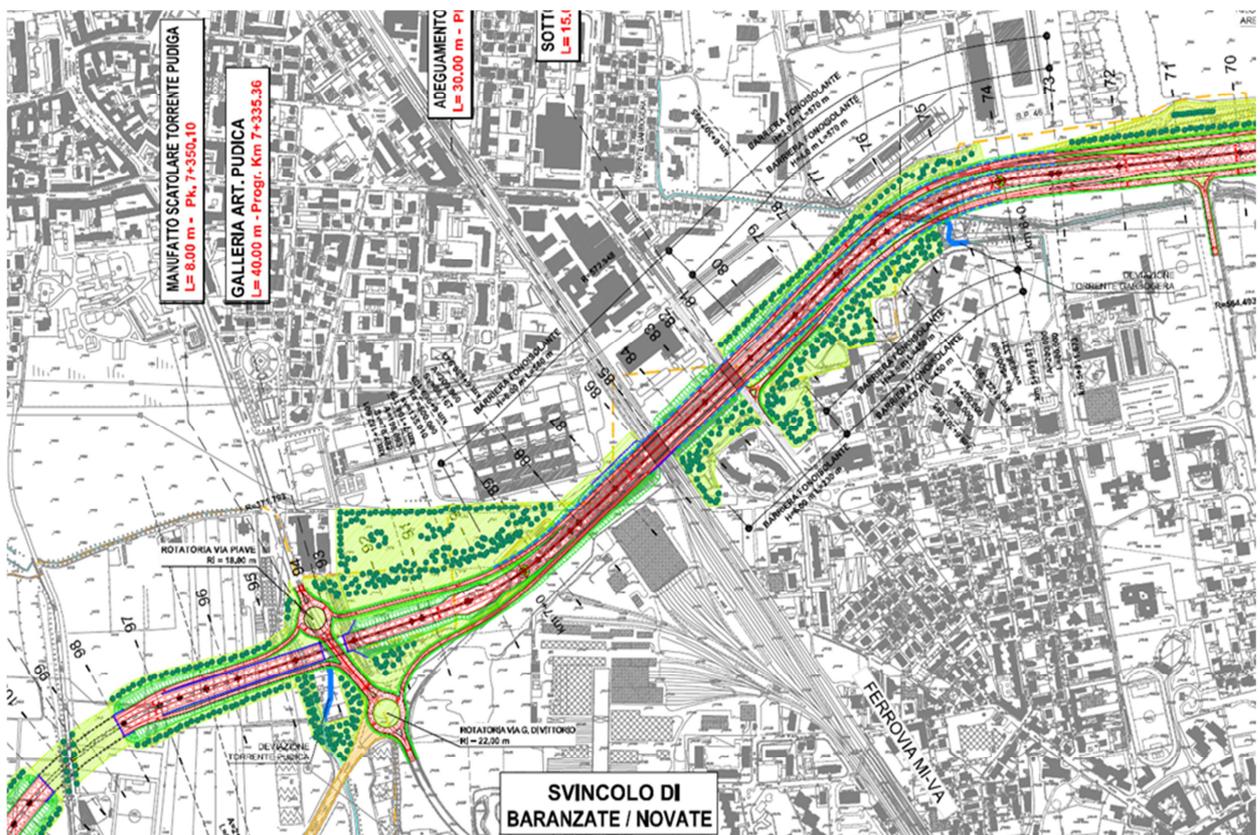
### 1.1 Sistema di complanari nella RIQUALIFICA DELLA SP 46 RHO - MONZA

Il tracciato della Rho Monza in corrispondenza dei lotti 2 e 3 si sviluppa grosso modo in direzione est ovest lungo il confine tra il comune di Novate Milanese (a sud dell'asse principale) ed il comune di Bollate (a nord).

Il progetto preliminare prevedeva l'attraversamento della linea ferroviaria Milano-Varese con un viadotto sul quale trovavano posto anche due complanari a senso unico: quella in direzione est a sud dell'asse principale, e quella in direzione ovest a nord

Le complanari erano inoltre connesse all'asse principale con 2 rampe situate circa 850 m ad est dell'asse della ferrovia (prima della via Brodolini) ed a ovest con il sistema di svincolo tra Novate e Bollate. Solo la rampa a sud, inoltre, era connessa con viabilità di accesso all'area industriale (via Brodolini) ad est, e a via IV Novembre ad ovest.

Per effetto della non unanime convergenza delle opinioni degli Enti Locali interessati, tale complanare non aveva carattere di continuità sull'intero tracciato, infatti partendo da Paderno Dugnano si interrompeva in corrispondenza dello svincolo di Baranzate/Novate nel lotto 3.



#### 1.1.1 PROGETTO sottoposto a VIA

L'intervento attuativo della riqualifica della Rho Monza, in qualità di adduzione al sistema autostradale esistente, erano stati poi affidati alle concessionarie Milano Serravalle (lotti 1 e 2) per il tratto ad EST della linea ferroviaria FNM ed Autostrade per l'Italia (lotto 3) per il tratto ad OVEST.

I progetti sottoposti dalla concessionarie alla Valutazione di Impatto Ambientale, avevano mantenuto la configurazione delle complanari del progetto preliminare.

Nei lotti 1 e 2, il progetto sottoposto alla Valutazione di Impatto Ambientale prevedeva in aggiunta una rampa di connessione alla via IV novembre anche per la complanare a nord



### 1.1.2 VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE e CONFERENZA DEI SERVIZI

Durante gli iter autorizzativi del progetto di riqualifica della SP46 RHO-Monza, i comuni di Bollate e Novate avevano espresso parere negativo sull'assetto delle complanari proposte chiedendo in particolare:

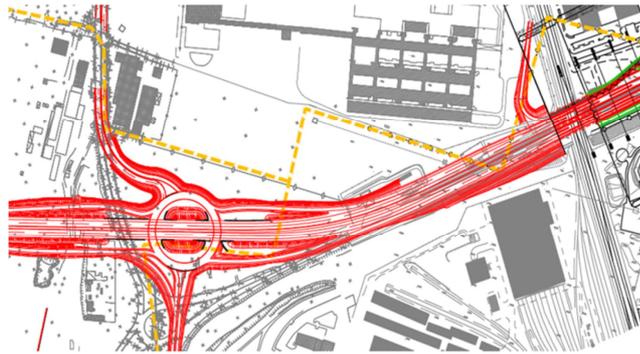
- a) L'eliminazione delle due connessioni con l'asse principale a circa 850 m a est della ferrovia Milano-Varese, trasferendo le manovre nello svincolo di Baranzate/Novate nel lotto 3;
- b) L'unificazione delle complanari nel tratto a est di via Brodolini, e la creazione di una rotonda per il collegamento delle complanari con l'area industriale di Novate Milanese;
- c) L'eliminazione della rampa di collegamento della complanare nord con via IV Novembre (quella aggiunta nel progetto presentato in sede di VIA).

Le richieste dei comuni sono state effettivamente recepite come prescrizioni dal Decreto di Compatibilità Ambientale (DM002/2014, prescrizione n. 5, lettere b), c), f) riferito ai lotti 1-2 della riqualifica della SP46 RHO-MONZA.

Nel contempo, durante gli iter autorizzativi, veniva approvata dal CIPE la variante di interrimento dell'attraversamento delle Ferrovie (da viadotto a sottoattraversamento) in comune di Novate Milanese.

In conferenza dei servizi fu presentata dunque una revisione del progetto che realizzava lo scavalco della linea ferroviaria con due manufatti a spinta affiancati. Durante tale sviluppo, coordinato con il progetto del lotto 3, risultò evidente la necessità di modificare lo svincolo di Baranzate/Novate, che era stato modificato rispetto a quello del Progetto Preliminare prevedendo una geometria a diamante con l'asse principale a piano campagna e la rotonda in trincea. In sintesi venivano aggiunte due rampe di connessione con la rotonda in direzione est per compensare la prescritta eliminazione di quelle originariamente previste a est della ferrovia (punto a) precedente).

Svincolo di Bollate/Novate post CDS



*Svincolo di Bollate/Novate post CDS*

L'inserimento delle rampe verso est sullo svincolo di Novate, soprattutto la rampa di immissione e accelerazione che si allunga fino all'imboccatura dello scatolare di sotto attraversamento delle ferrovie, ha di fatto reso impossibile la prosecuzione delle complanari oltre via IV Novembre.

Il comune di Bollate approvò il progetto prescrivendo, con riferimento all'argomento:

- "in parallelo si dichiara la rinuncia al tratto di complanare di collegamento con il lotto 3 (a ovest di via IV Novembre), se esso non compatibile con la piena funzionalità dello svincolo Bollate-Novate sul lotto 3 (...)."

Inoltre in Conferenza di Servizi i comuni di Bollate e Novate approvarono il progetto prescrivendo di collegare la complanare con via IV Novembre

- "l'ottimizzazione del tracciato a ovest della rotatoria di via Brodolini, che dovrà essere realizzato in un'unica carreggiata, con attestazione in superficie mediante rotatoria su via IV Novembre (...)."

La Regione Lombardia, recependo sia le osservazioni di Bollate che di Novate, nell'espressione di intesa in profilo tecnico, confermò le prescrizioni sopra citate ma chiese la **"redazione di uno studio di compatibilità delle opere in progetto al fine di non precludere la futura realizzazione di una strada urbana locale, comprensiva di sottopasso ferroviario, di collegamento tra la zona Est e la zona Ovest di Novate Milanese"**.

### 1.1.3 STUDIO DI COMPATIBILITA'

Lo studio di compatibilità prescritto è stato sviluppato in coordinamento tra le concessionarie ed inviato a Regione Lombardia e Comune di Novate nelle date:

- 24/6/2014 da parte di ASPI
- 08/08/2014 da parte di Serravalle

## 1.2 GENESI DEL PROGETTO

Il progetto in argomento relativo alla strada di collegamento urbana in affiancamento alla A52 (ex SP 46 RHO - MONZA) in comune di Novate Milanese, è dunque lo sviluppo ed approfondimento progettuale dello studio di compatibilità prescritto in sede della conferenza di servizi relativa alla VIABILITA' DI ADDUZIONE AL SISTEMA AUTOSTRADALE ESISTENTE A8/A52 RHO-MONZA. RIQUALIFICA CON CARATTERISTICHE AUTOSTRADALI DELLA SP 46 "RHO-MONZA", lotti 1-2-3.

Infatti, conclusasi l'ottemperanza alla prescrizione della conferenza di servizi sopra ricordata, la Regione Lombardia richiedeva al Ministero delle Infrastrutture di autorizzare le concessionarie allo sviluppo progettuale ed al finanziamento per l'attuazione dell'intervento.

Successivamente all'assenso del Ministero alla prosecuzione degli sviluppi progettuali, sono intervenuti degli approfondimenti istituzionali in relazione alla natura della strada oggetto di nuovo progetto, ed ai soggetti coinvolti ai fini attuativi.

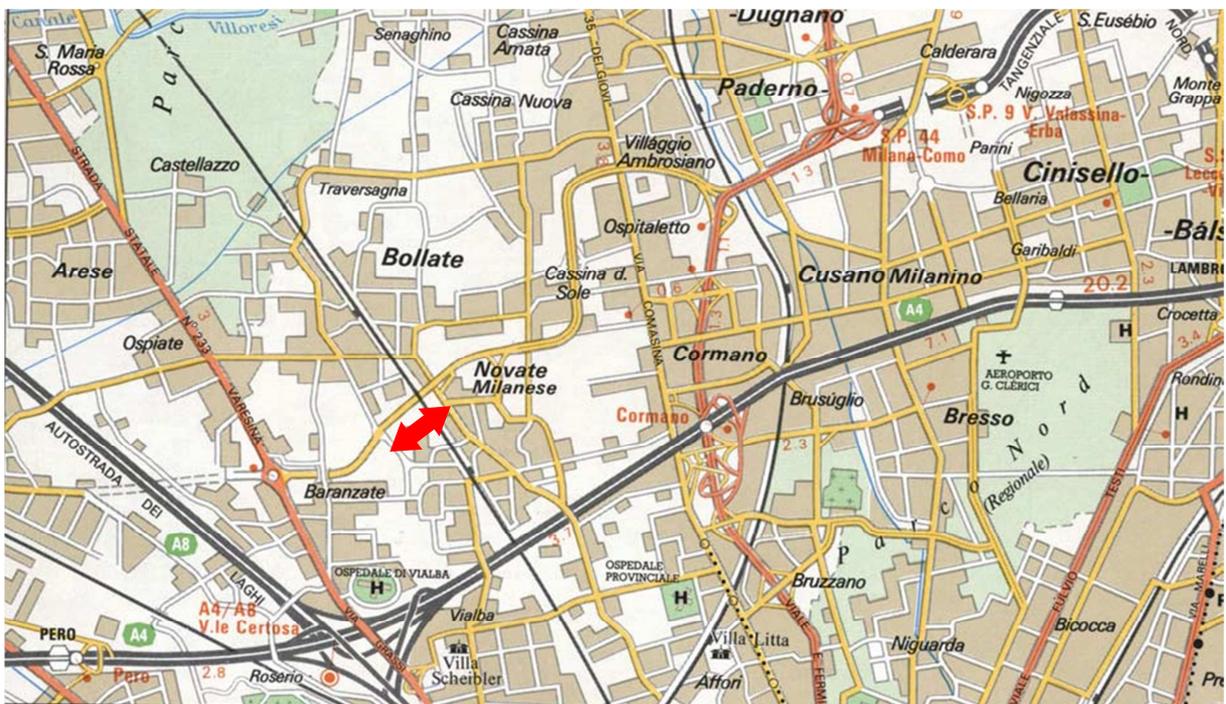
In particolare il soggetto attuatore risulterebbe lo Stato attraverso le concessionarie; per tale motivo l'opera parrebbe risultare di interesse statale quantunque si tratti di una strada urbana locale.

E' emerso poi che, ancorché il progetto della strada di collegamento urbana in affiancamento alla A52 (ex SP 46 RHO - MONZA) in comune di Novate Milanese, sia separato ed indipendente dall'intervento relativo alla riqualifica della SP 46 RHO MONZA, esso si colloca nel medesimo corridoio territoriale dell'opera sulla quale è intervenuta una procedura di VIA.

In considerazione di tali approfondimenti è stato definito più opportuno procedere per il progetto in argomento con una verifica di assoggettabilità nazionale.

La presente relazione è stata redatta a supporto del progetto per la Strada di collegamento urbana in affiancamento alla A52 (ex SP 46 RHO - MONZA) in comune di Novate Milanese.

La fascia di territorio interessata dal progetto è ubicata a NW del capoluogo lombardo, nel settore centrale della media pianura e ricade interamente nella provincia di Milano.



**Collegamento urbano in progetto** ↔

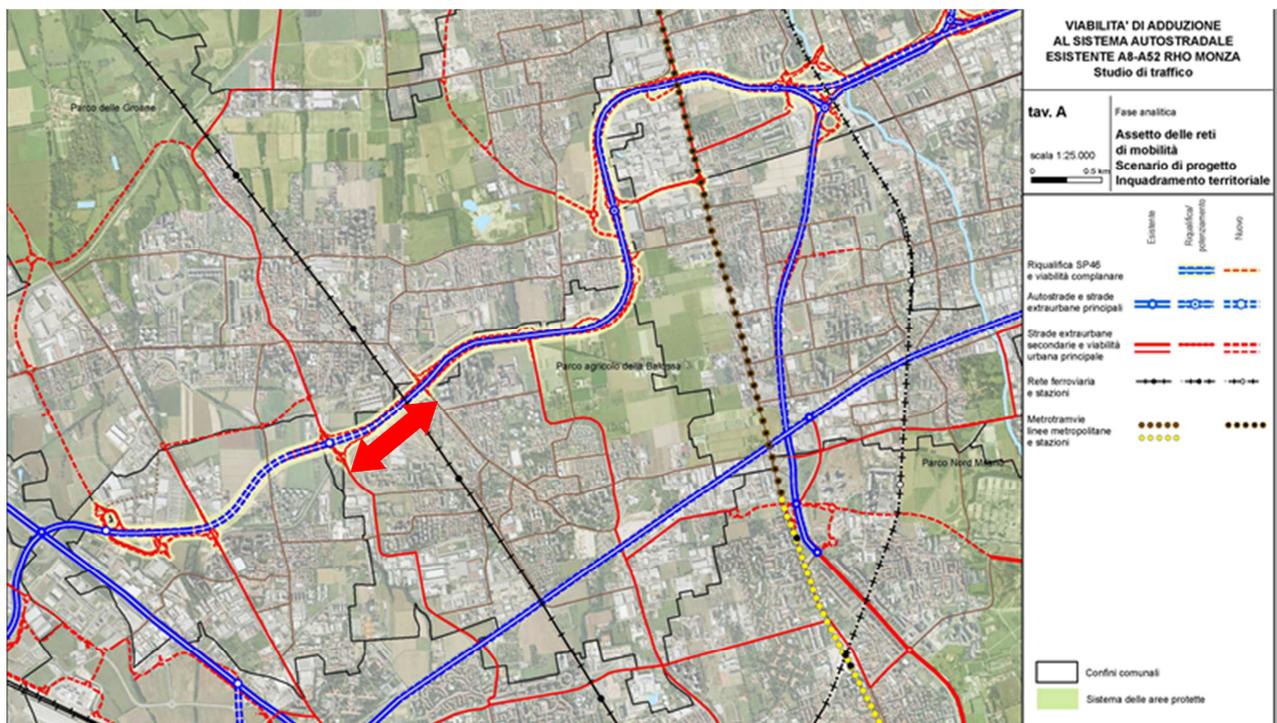


## 2.2 Schema infrastrutturale

L'offerta infrastrutturale (maglia autostradale, statale, provinciale e strade di ordine inferiore per i collegamenti di determinate aree urbanizzate) è rappresentata dal grafo di rete georeferenziato, costituito da archi che riproducono i tratti stradali, caratterizzati in relazione a parametri tecnico-funzionali (lunghezza, velocità, capacità, curva di deflusso ed eventuale pedaggiamento) e da nodi che schematizzano le intersezioni.

Nella tavola seguente è rappresentato lo scenario di riassetto della maglia viaria più prossima alla SP46 riqualificata e potenziata, dove si evidenzia come l'eliminazione e riorganizzazione di alcune interconnessioni lungo l'itinerario principale allo studio e la realizzazione di un itinerario locale ad esso complanare consentano di riorganizzare la maglia viaria del comparto per gli spostamenti di più breve raggio.

Infatti l'assetto della rete da esaminare nel quale considerare il progetto della nuova viabilità urbana, è ormai da considerarsi comprensivo dell'intervento in corso di realizzazione e completamento relativo alla riqualifica e potenziamento della SP 46 Rho Monza.



Nella tavola sopra riportata è inquadrato lo schema infrastrutturale nel quale è inserito il collegamento urbano di progetto.

La rete principale è caratterizzata dalla presenza degli assi autostradali A4 Milano-Torino (con andamento trasversale) e A8/A9 Milano-Varese-Como (radiale su Milano) e delle superstrade SS35 Milano-Meda e SS36 Vallassina, che a raggiatura convergono sul sistema tangenziale di Milano costituito dalla A50 tangenziale ovest, A51 tangenziale est e A52 tangenziale nord.

Quest'ultimo itinerario prosegue con le opere in corso lungo la SP46 Rho-Monza potenziata e si connette all'autostrada A8/A9 dei Laghi e alla viabilità finora realizzata del nuovo Polo fieristico Rho-Pero.

Si segnalano infine, per quanto riguarda la maglia portante, le direttrici stradali storiche con andamento radiale verso Milano (rappresentate dalla SS33 del Sempione, dalla ex-SS233 Varesina e dalla SP44bis ex statale dei Giovi), e la direttrice trasversale della ex-SS527 posta a nord.

La rete secondaria è caratterizzata per la presenza dell'itinerario est-ovest dalla cosiddetta complanare alla SP46 riqualificata.

Tale viabilità complanare è un itinerario locale prevalentemente sconnesso dalla viabilità principale riqualificata, Infatti gli unici punti di connessione con il sistema insediativo dei centri abitati, è collocato nello svincolo di Paderno e nello svincolo di Bollate/Novate; lo svincolo di Bollate infatti è unicamente collegato alla zona produttiva posta ad est sul territorio di Paderno D.

L'itinerario locale est ovest connette tra loro le direttrici nord-sud da Paderno Dugnano (SP44bis) sino a Novate Bollate, attestandosi in corrispondenza di via IV Novembre ad est della linea ferroviaria FNM.

Ad ovest della linea si delineano le direttrici nord-sud locali (via Piave-via Di Vittorio connesse allo svincolo autostradale) e la direttrice della SS233.

Ad ovest delle FNM non vi sono collegamenti viabilistici est-ovest di pari grado gerarchico a quello posto ad est.

### 2.2.1 Offerta infrastrutturale di progetto

E' in questo contesto che il collegamento in progetto, di natura urbana intracomunale e intercomunale per i comuni adiacenti, assolve dunque un ruolo di dare maggiore permeabilità e comunicazione alle parti di territorio comunale separate dalla linea ferroviaria Milano Varese.

Tale funzione consente un collegamento del traffico locale senza gravare sugli attuali attraversamenti esistenti della linea ferroviaria posti nelle zone più centrali dei centri abitati.

In particolare il collegamento locale consente di connettere la viabilità urbana nord di Novate:

1. alla direttrice di via di Vittorio connessa al sistema autostradale attraverso lo svincolo di Bollate/Novate,
2. alla complanare di collegamento dei territori di Novate Bollate e Paderno Dugnano

Come si evince dalla tavola, il nuovo collegamento urbano in progetto si inserisce nel corridoio infrastrutturale autostradale della cosiddetta RHO-MONZA riqualificata.

## 3 INQUADRAMENTO GENERALE

### 3.1 Collocazione del comparto

Il territorio del nord-Milano, in cui si colloca il progetto, è caratterizzato da urbanizzazioni dense e diffuse con rari episodi di soluzione di continuità tipiche dell'area metropolitana milanese, nella sua forma più strutturata e matura.

Infatti, il comparto in oggetto riguarda i comuni di prima e seconda fascia, disposti ai margini nord del capoluogo, strutturato in urbanizzazioni prevalentemente continue, dove diventa arduo distinguere i nuclei originari dei singoli comuni.

Le principali infrastrutture che caratterizzano tale situazione comprendono:

- le radiali Varesina e Comasina sia nel loro tracciato "storico" che nelle varianti di più recente formazione (SS36, SP44bis, ex-SS233);
- le linee ferroviarie Nord, Milano-Asso e Milano-Varese;
- le autostrade dei Laghi (A8) e Milano-Venezia (A4);
- infine, di più recente realizzazione, la riqualifica della SP46 Rho-Monza, in corso di potenziamento, ad andamento trasversale.

Il territorio interessato, in tali condizioni di rilevante congestione di spazio, (presenta infatti, indicatori di urbanizzazione, quali occupazione di suolo, densità abitative, indici occupazionali, fra i più alti dell'area metropoli-tana milanese e Brianza), ha indotto ad adottare un progetto della strada di collegamento che si

inserirsi nel corridoio infrastrutturale già esistente, in particolare proprio quello della riqualifica della SP 46 Rho-Monza.

### 3.2 Struttura insediativa di comparto

Sotto il profilo della situazione demografica ed occupazionale, l'area vasta interessata dal progetto infrastrutturale presenta un quadro di relativa omogeneità.

Lungo le radiali storiche la struttura insediativa si manifesta con conurbazioni lineari che, a partire dal capoluogo, trovano i propri margini nord al confine provinciale ed in alcuni casi anche oltre.

La determinazione di tale situazione, generata dall'inizio secolo e consolidata nell'ultimo ventennio, ha visto l'espandersi a macchia d'olio dei nuclei storici dei comuni, ormai saldati fra loro e difficilmente riconoscibili.

I comuni interessati dal progetto, si snodano in modo trasversale rispetto alle conurbazioni sopra descritte. Pertanto, anche se con caratteristiche di struttura diversamente connotate, in termini di densità di urbanizzazione e densità territoriali, si differenziano minimamente dalle prime.

Non devono, infatti, trarre in inganno, le aree ancora libere da edificazioni, perlopiù dislocate fra gli interstizi delle conurbazioni radiali, che appaiono disposte proprio ai margini del tracciato di progetto. Esse sono, infatti, prevalentemente vincolate da destinazioni ambientali, sia con caratteristiche di Parco Regionale (Parco delle Groane), sia con caratteristiche di Parchi Locali di Interesse Sovracolunale (Grugnotorto, Balossa). Pertanto, in quanto portatrici di valori ecologici importanti, richiedono la massima tutela, mentre altre rappresentano le ultime possibilità di espansione degli strumenti urbanistici locali.

### 3.3 Struttura ambientale di area vasta

In un quadro territoriale così conformato giocano un ruolo preminente il Parco delle Groane ed i Parchi Locali di Interesse Sovra-comunale (PLIS) recentemente accorpato al parco regionale Nord Milano (Legge regionale 22 dicembre 2015, n. 40 – Accorpamento del Parco locale di interesse sovracomunale (PLIS) della Balossa al Parco regionale Nord Milano) che occupano pressoché interamente gli spazi agricoli extraurbani, costituendo di fatto vaste aree tutelate, non più disponibili alle espansioni insediative e tali da garantire il permanere del rapporto, peraltro già ridotto, tra insediamenti e suolo libero.

Tali aree residuali rappresentano le caratteristiche ambientali che sono prossime, ma tuttavia non interessate, dall'area oggetto di intervento.

I comuni interessati, inoltre, possono annoverare fra le valenze ambientali presenti, anche numerose testimonianze storico-architettoniche di grande valore, come il Castellazzo di Bollate e le ville storiche, presenti a Novate Milanese, corredate dei relativi giardini.

Il reticolo idrografico è rappresentato principalmente dai torrenti delle Groane.

Il processo di urbanizzazione che ha coinvolto i comuni dell'ambito interessato dal progetto stradale ha provocato il quasi completo inserimento di tali corsi d'acqua nel tessuto degli insediamenti urbani, lasciandoli solo a tratti percepibili come segni significativi del paesaggio locale.

Lo scopo della presente relazione consiste nell'illustrare gli elementi utili ad individuare i principali aspetti progettuali riconducibili alla natura ed alle caratteristiche dei terreni attraversati dal tracciato, pertanto si intende definire quanto segue:

- unità geologiche presenti, sulla base di una caratterizzazione litologica delle singole formazioni, che nel contempo tenga conto delle classificazioni litostratigrafiche e cronostatigrafiche convenzionali;
- assetto geomorfologico del territorio;
- schema idrogeologico generale finalizzato ad evidenziare le caratteristiche degli acquiferi e delle falde in essi contenute.

La morfologia pianeggiante (con quote topografiche digradanti verso sud, legate a deposizione fluvioglaciale e glaciale quaternarie), che contraddistingue l'intera area di studio, impone l'adozione di una metodologia per la ricostruzione dell'assetto geologico - stratigrafico differente da quella normalmente impiegata per zone collinari o montane. Il rilevamento di superficie, infatti, non è stato in grado di fornire elementi significativi a causa della sostanziale assenza di affioramenti (incisioni fluviali, cave, sbancamenti per opere edili, etc.), pertanto assumono grande rilevanza le verticali di indagine eseguite in sito (sondaggi geognostici e pozzi per acqua ecc.), che consentono una interpretazione dei depositi del sottosuolo al di sotto del terreno di coltivo o di riporto.

I dati utilizzati per la redazione della carta geologica a scala 1:5000 e del profilo geologico longitudinale all'asse di progetto sono stati ricavati essenzialmente dall'analisi critica dei dati bibliografici e dalla verifica in sito di alcuni punti di particolare interesse geologico/geomorfologico/idrogeologico.

Ai fini dell'elaborazione e dell'approfondimento del Modello Geologico di Riferimento è stata realizzata una campagna integrativa di indagine finalizzata al rilievo di informazioni di maggior dettaglio sulle caratteristiche litologiche e geotecniche dei materiali alluvionali presenti all'interno del volume significativo, nonché delle caratteristiche idrogeologiche dell'area, con particolare riferimento all'esigenza di individuare e caratterizzare le eventuali falde sospese presenti.

A tale scopo, la campagna di indagine ha previsto il posizionamento di piezometri tipo Casagrande in corrispondenza dei livelli acquiferi superficiali, individuati sulla base delle stratigrafie dei carotaggi descritti nell'ambito del PE relativo al progetto della riqualifica della Rho-Monza. Tali stratigrafie evidenziavano che all'interno di consistenti spessori di materiali incoerenti, in cui le ghiaie e le sabbie risultavano dominanti, fossero diffusamente presenti sottili strati di limi sabbiosi e sabbie limose talvolta concentrati in fasce (di spessore non superiore al metro) che, in funzione della loro continuità ed estensione planimetrica, potevano rappresentare acquitardi in grado di sostenere falde più o meno permanenti.

Sulla base pertanto dei dati acquisiti nel corso della campagna di indagine (luglio – settembre 2013) è stato effettuato l'aggiornamento del quadro conoscitivo di base, integrando le conoscenze disponibili all'interno di uno specifico Modello Geologico di Riferimento esteso all'intera infrastruttura in progetto, dettagliando, all'interno del volume significativo, le caratteristiche litostratigrafiche e idrogeologiche, con specifico riferimento anche alla necessità di verificare la presenza, la natura e le caratteristiche delle falde sospese.

## **4 DATI DI TRAFFICO**

### **4.1 I carichi di traffico disponibili**

Vengono di seguito riportate le condizioni e l'entità dei flussi circolanti, resi disponibili, sulle strade urbane del Comune di Novate Milanese interessato dall'intervento.

Lo scopo è stato quello di considerare il quadro viabilistico nel contesto territoriale rilevati prima della entrata in funzione del sistema infrastrutturale in corso di realizzazione compresa la viabilità compianare ivi prevista.

Tale contesto è urbanisticamente simile, caratterizzato dalla presenza di edificato di varia tipologia e di una maglia di viabilità locale.

Il comune di Novate Milanese nel corso del 2009, nell'ambito dell'elaborazione del PGTU (da parte del Centro Studi PIM) ha effettuato una campagna di rilievi del traffico finalizzato a monitorare l'entità e le differenze rispetto ai rilievi del 2002.

Complessivamente nell'ora di punta del mattino (7.30-8.30) si registrano in ingresso al comune di Novate Milanese poco più di 5.000 veicoli/ora, di cui il 4% è rappresentato da veicoli pesanti.

I carichi di traffico più consistenti si rilevano al mattino sugli assi di penetrazione, particolarmente in direzione Sud verso la città di Milano:

- dalla SP46 Rho-Monza su via Brodolini;
- dalla SP46 Rho-Monza su via Di Vittorio e successivamente su via Beltrami;
- lungo via Piave in direzione Sud.

Tale fenomeno si registra anche nell'ora di punta serale in direzione opposta.

Dall'analisi dell'entità dei flussi in gioco appare che una discreta componente di traffico in alternativa agli accodamenti lungo via Brodolini, sceglie itinerari all'interno dell'area centrale e attraverso le vie Di Vittorio e Piave.

All'entrata Ovest del territorio comunale, lungo le vie Di Vittorio e Beltrami i flussi di traffico presenti nella fascia mattutina sono sostenuti in entrambe le direzioni, arrivando a 929 veicoli/ora verso Sud e 721 veicoli/ora verso Nord. Nella fascia serale si registra una diminuzione dei flussi discendenti verso Milano, con circa 550 veicoli/ora, e un incremento di quelli diretti a nord, con circa 1.120 veicoli/ora.

La mattina inoltre la rotatoria Di Vittorio viene utilizzata come punto di reimmissione sulla Provinciale SP46. E' caratterizzata da discreti volumi di traffico in entrambe le fasce di punta della giornata, con poco più di 830 veicoli/ora la mattina e 630 veicoli/ora la sera verso Sud e 900 veicoli/ora la mattina e 1.170 veicoli/ora la sera verso Nord.

Dal confronto con i rilievi del traffico effettuati nel 2002, con riferimento alla fascia di punta del mattino, si evince un sostanziale aumento dei volumi di traffico provenienti dalla SP46 RHO-MONZA, dovuto principalmente ad un crescente fenomeno di congestione della stessa (fase ante riqualifica), alle sezioni con le vie Stelvio e Cascina del Sole, infatti, si sono registrati incrementi rispettivamente del 50% e del 13% dei flussi diretti a Sud.

## 4.2 Analisi di traffico effettuate

Nel corso dello sviluppo della rete viabilistica principale sono stati condotti diverse analisi di traffico presentate e depositate anche nel corso della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale attinente alla infrastruttura autostradale.

Come ricordato nel Cap.1, il sistema della viabilità locale è già stato analizzato, anche dal punto di vista trasportistico, nelle varie fasi progettuali ed autorizzative relative all'infrastruttura autostradale.

Si sintetizza di seguito l'esito di tali studi per la zona d'interesse al progetto in argomento, in particolare quanto depositato in sede di integrazione VIA nella primavera 2013 (STUDIO DEL TRAFFICO INTEGRATIVO elaborato P00QRPIA00RE02A).

Poiché lo stato viabilistico attuale nella zona è falsato dai lavori oggi in corso di realizzazione per l'intervento infrastrutturale relativo alla viabilità primaria, si ritiene che tali studi abbiano ancora carattere di validità.

### 4.2.1 Sintesi effetti sulla rete viaria urbana

Dall'analisi degli esiti delle simulazioni modellistiche condotte e dal confronto tra i volumi di traffico attesi nello scenario di progetto con quelli dello scenario programmatico si osserva che:

- a. i benefici del sistema viabilistico principale, in termini di riduzione del traffico, riguardano gli assi est-ovest a valenza prettamente urbana, è il caso ad esempio degli assi:
  - Verdi-Friuli Venezia Giulia-La Cava e Magenta-IV Novembre-Silvio Pellico-Monte Grappa-Ospitaletto, in comune di Bollate (a nord della SP46) per i quali è attesa una riduzione complessiva del 25% del traffico;
  - Manzoni (Baranzate) e Stelvio (Novate Milanese) per i quali è attesa una riduzione complessiva del 15% del traffico;
- b. i benefici in termini di riduzione del traffico riguardano anche alcuni degli assi nord-sud a valenza prettamente urbana, è il caso ad esempio delle vie:
  - Brodolini (Novate Milanese) per la quale è attesa una riduzione del 15% del traffico, con percentuali più elevate (28%) nel tratto di via Brodolini a nord dell'intersezione con via Stelvio, indotte dall'assenza, rispetto allo Scenario Pro-grammatico, dello svincolo esistente con la SP46;
- c. si registra un incremento dei volumi di traffico attesi, oltre ai nuovi tratti stradali e a quelli esistenti/riqualificati, anche gli assi di adduzione agli svincoli della SP46 potenziata o alla complanare, è il caso ad esempio delle vie:
  - Di Vittorio-Beltrami, itinerario ad ovest del comune di Novate Milanese, che lambisce i comparti residenziali e soprattutto gli ambiti produttivi del Comune, che, nel tratto a sud della SP46, si carica del traffico sottratto all'asse di via Brodolini e registra di conseguenza un aumento del 20% del traffico (pari a circa 400 veicoli equivalenti/ora complessivi considerando entrambe le dire-zioni di marcia);

### 4.3 Considerazioni conclusive

L'analisi dei dati disponibili relativi alla rete stradale nel periodo 2007-2012 e degli studi di traffico già effettuati nella primavera 2013 evidenzia che:

1. il collegamento in progetto, di natura urbana inter-intracomunale, assolve dunque un ruolo di dare maggiore permeabilità e comunicazione alle parti di territorio comunale separate dalla linea ferroviaria Milano Varese
2. la viabilità urbana di progetto porterebbe un beneficio all'itinerario all'interno dell'area centrale e attraverso le vie Di Vittorio e via Piave-via Vittorio Veneto in comune di Novate e per la via IV Novembre in comune di Bollate, dove ad oggi vi sono gli attuali attraversamenti.
3. gli effetti trasportistici del collegamento viabilistico in progetto sono già stati esaminati nei precedenti studi di traffico effettuati per la viabilità primaria, studi che hanno ancora carattere di validità
4. si ritiene che in relazione alla tipologia di strada ed alla funzione dalla stessa assolta, debba essere valutato da parte dell'Ente Locale gestore dell'infrastruttura la possibilità di inibire il transito ai cosiddetti mezzi pesanti.

## 5 ANALISI DELLE ALTERNATIVE

### 5.1 STUDIO DI COMPATIBILITA'

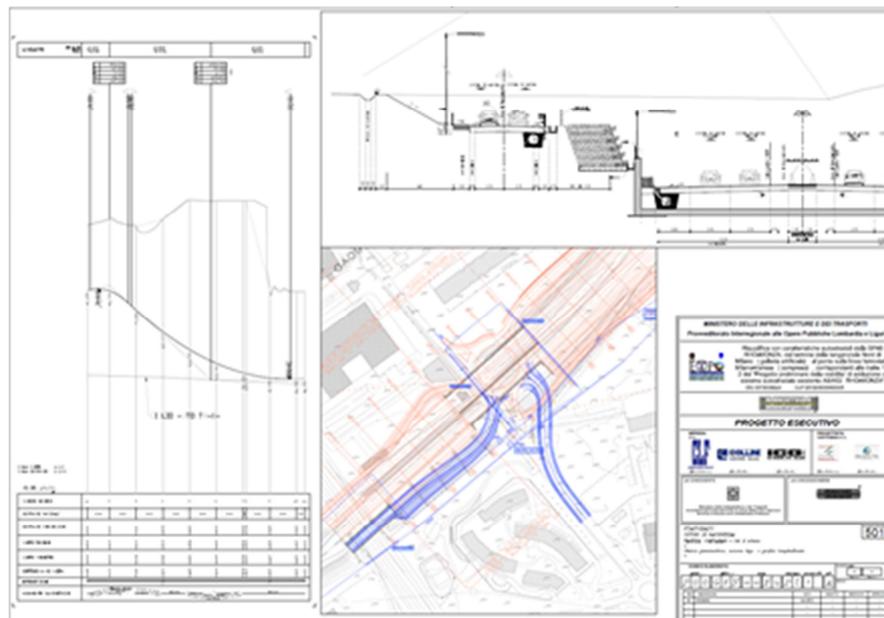
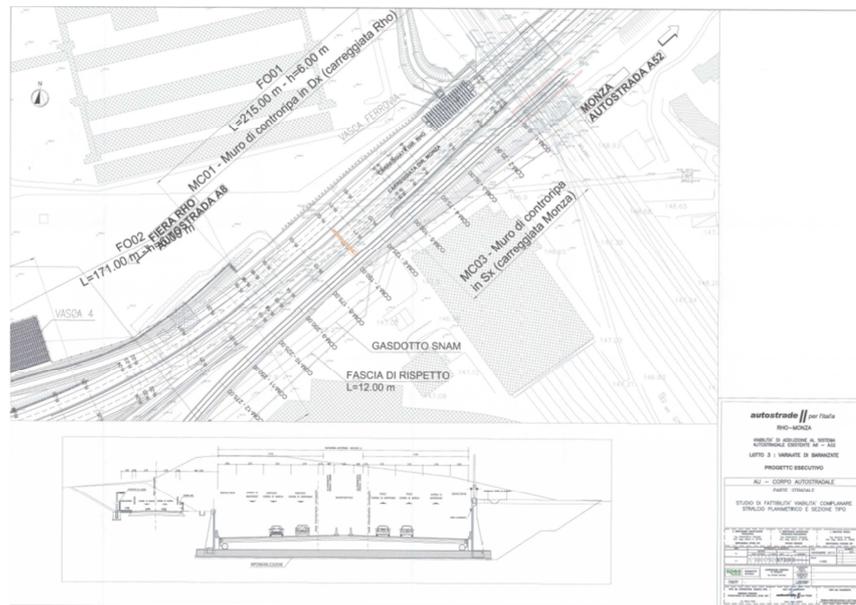
In sede di conferenza di servizi relativa alla VIABILITA' DI ADDUZIONE AL SISTEMA AUTOSTRADALE ESISTENTE A8/A52 RHO-MONZA. RIQUALIFICA CON CARATTERISTICHE AUTOSTRADALI DELLA SP 46 "RHO-MONZA", lotti 1-2-3, la Regione Lombardia, nell'espressione di intesa in profilo tecnico, prescrisse la "**redazione di uno studio di compatibilità delle opere in progetto al fine di non precludere la futura realizzazione di una strada urbana locale, comprensiva di sottopasso ferroviario, di collegamento tra la zona Est e la zona Ovest di Novate Milanese**".

Lo studio di compatibilità prescritto è stato sviluppato in coordinamento tra le concessionarie ed inviato a Regione Lombardia e Comune di Novate nelle date:

- 24/6/2014 da parte di ASPI

- 08/08/2014 da parte di Serravalle

Nelle immagini è riportata la viabilità principale autostradale e la strada di collegamento urbana oggetto di prescrizione.



## 5.2 Alternative esaminate

A fronte della indicazione di procedere con gli sviluppi progettuali da parte del Ministero delle Infrastrutture, si sono effettuati degli approfondimenti ed ipotesi alternative di duplice natura:

- Alternativa 1 - ipotesi tecnica di modifica del tracciato
- Alternativa 2 - ipotesi funzionale con strada di categoria F extraurbana

### 5.2.1 Alternativa 1

Il Ministero delle Infrastrutture, nell'invitare le concessionarie a procedere con gli sviluppi progettuali, richiedeva anche il rispetto del criterio della massima economicità.

A fronte di ciò è risultato doveroso condurre degli approfondimenti tecnici sulla fattibilità di una soluzione di una strada urbana locale in sovrappasso in quanto più economica.

Nel gennaio 2016 è stata dunque preliminarmente sottoposta agli Enti Locali la soluzione in sovrappasso ed una analisi di confronto tra le ipotesi.

Tale circostanza è stata dettata dal fatto che poiché la strada di collegamento è una strada urbana locale, ne discende ovviamente che sarà presumibilmente affidata in gestione ai Comuni territorialmente interessati.

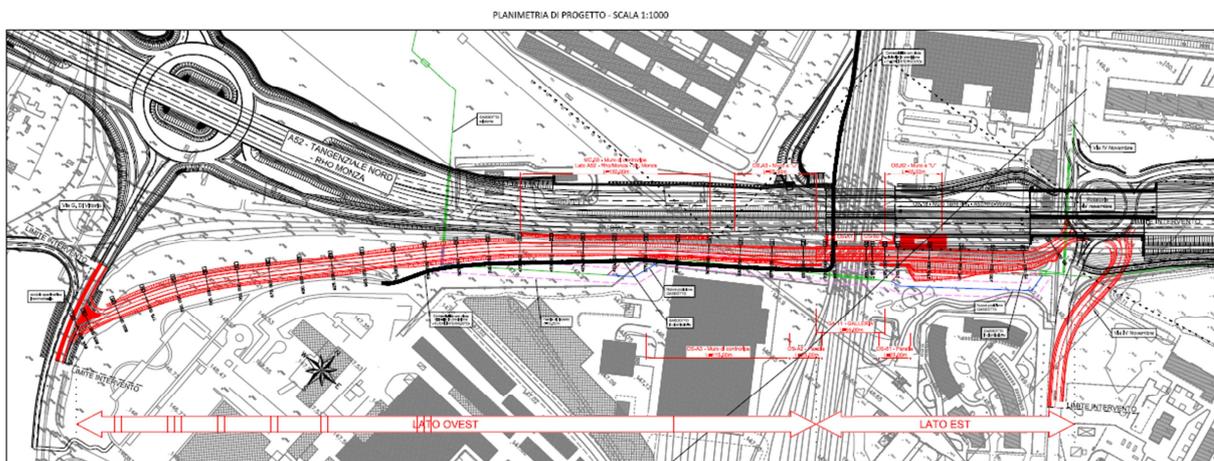
Per esautività e stante il livello di fattibilità delle soluzioni è stata inoltre sottoposta agli Enti Locali una valutazione comparativa di tipo qualitativo, che ha preso in considerazione sia aspetti funzionale e gestionali che le principali componenti ambientali.

#### 5.2.1.1 SOLUZIONI PROGETTUALI OGGETTO DELLA COMPARAZIONE

Le soluzioni esaminate sono:

- strada di collegamento complanare di tipo F urbano in **sottopasso** ferroviario
- strada di collegamento complanare di tipo F urbano in **sovrappasso** ferroviario

Le soluzioni hanno medesima giacitura planimetrica ma differente altimetria.







### 5.2.2 Alternativa 2

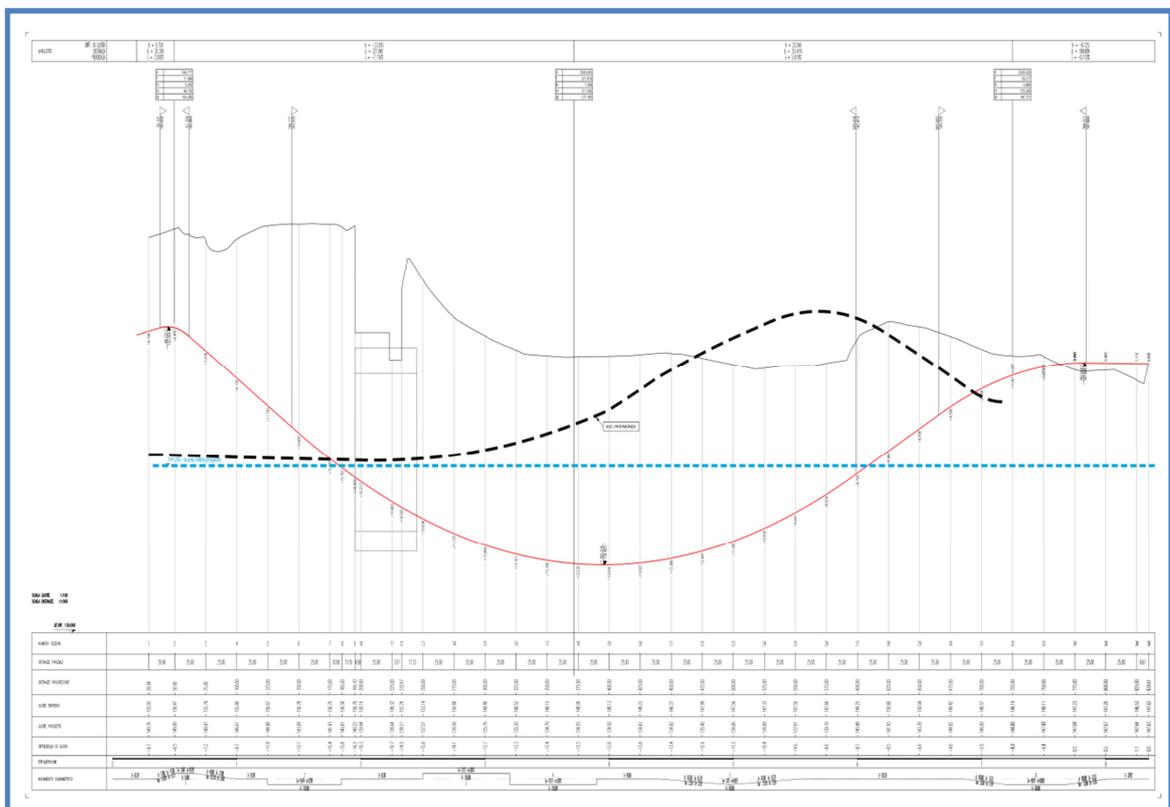
L'ipotesi prevede di classificare in maniera differente la strada di collegamento, considerandola come strada di categoria F extraurbana, con l'intento di verificare la possibilità di una maggiore flessibilità funzionale della strada.

Secondo tale ipotesi la viabilità di collegamento è stata sviluppata con riferimento alla categoria F2-extraurbane del D.M. 5.11.2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", a semplice carreggiata, con una corsia per senso di marcia e banchine.

Le caratteristiche geometriche del tracciato sono state studiate con la velocità di progetto che, per detta categoria di strada, è pari a 40-100 km/h, mentre la massima pendenza longitudinale è pari al 10%.

Le verifiche condotte tuttavia hanno fatto tuttavia emergere il non rispetto dei vincoli normativi D.M. 5.11.2001, con particolare riferimento agli aspetti legati all'andamento altimetrico della strada.

Si riportano di seguito lo stralcio dell'andamento altimetrico in tale ipotesi



### 5.3 Scelta della soluzione

I Comuni di Novate Milanese e Bollate con nota Prot. n. 002997 del 04/02/2016, hanno comunicato” il PARERE NEGATIVO di questi Enti alla realizzazione in sovrappasso alle FNM del tratto di complanare mancante, ne è dunque scaturita la scelta progettuale di realizzare la nuova strada di collegamento urbana in affiancamento alla A52 (ex SP 46 RHO - MONZA) in comune di Novate Milanese **in sottopasso**.

## 6 GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA

### 6.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Geologicamente l'area del progetto è costituita in prevalenza da depositi quaternari di età compresa tra il Pleistocene inferiore e l'Attuale.

L'assetto dell'area d'interesse è guidato dagli eventi geologici che si sono succeduti dal Miocene superiore fino al Quaternario, con la deposizione di sedimenti prevalentemente di tipo continentale e transizionale (depositi fluviali, glaciali e subordinatamente lacustri e palustri) al di sopra del substrato lapideo pre-Pliocenico.

In seguito alla collisione continentale ed alla conseguente emersione della catena (Eocene-Oligocene), nella regione si sono formati bacini sedimentari, successivamente riempiti da materiale prodotto dal parziale smantellamento delle catene emerse (Gonfolite).

Dal Pliocene superiore al Pleistocene si assiste, in corrispondenza dell'attuale Pianura Padana, ad un progressivo ritiro del mare (fase di sollevamento delle catene montuose) con la formazione di depositi transizionali prevalentemente fini (sabbie fini, limi ed argille), che costituiscono l'Unità Villafranchiana, e successivamente continentali. Durante il Pleistocene la fascia prealpina e la Pianura Padana vengono interessate da episodi glaciali - convenzionalmente raggruppati in cinque fasi Danau, Gunz, Mindel, Riss, Würm (di cui solo le ultime tre sono presenti in Lombardia) - che diedero luogo alla deposizione di una vasta coltre di sedimenti glaciali nelle aree pedemontane e alluvionali (fluvioglaciali) nella media e bassa pianura. Studi più recenti hanno permesso di riconoscere, all'interno delle glaciazioni principali, ulteriori cicli di clima caldo/freddo.

Il susseguirsi di periodi con climi sensibilmente differenti ha determinato successivi momenti di avanzata e di ritiro dei ghiacciai alpini, con relative fasi deposizionali e fasi erosive, e la conseguente formazione di depositi glaciali e fluvioglaciali.

Durante le fasi interglaciali si assiste all'erosione dei depositi accumulatisi da parte di corsi d'acqua e alla conseguente creazione di una serie di terrazzi, sui quali si rinvergono tipici depositi eolici di clima più arido (loess): attualmente i sistemi di terrazzi occupano la porzione media e alta della pianura, ai piedi degli anfiteatri morenici.

Le cerchie moreniche del Mindel sono le più sviluppate ed estese, mentre quelle del Riss e del Würm sono più interne e meno estese, inoltre i terreni più recenti si trovano a quota più bassa rispetto a quelli più antichi.

Dal Pleistocene superiore all'Olocene, con il lento innalzamento dell'alta pianura, nei settori settentrionali vengono messe a giorno le unità più antiche: il conseguente smantellamento della catena porta alla deposizione di alluvioni.

### 6.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E IDROGRAFICO

L'assetto morfologico del territorio è costituito da estese piane fluvioglaciali separate dalla presenza nella zona nord-occidentale dell'estremo lembo del terrazzo delle Groane e della piana alluvionale dei Torrenti Nirone, Pudiga, Garbogera e Seveso.

Nella carta geologica e geomorfologica allegata sono inoltre riportati i corsi d'acqua naturali, i canali artificiali e irrigui principali e vengono rappresentati i fontanili desunti sia dalla carta della Provincia di Milano (vd. figure di seguito riportate) sia dalla cartografia dell' I.G.M. (primo impianto riferito all'anno 1888) con l'indicazione dei tracciati dei canali emissari.

Il progetto della Strada di collegamento urbana in affiancamento alla A52 (ex SP 46 RHO - MONZA) in comune di Novate Milanese, **non è interessato** dalla rete dei canali artificiali e di corsi d'acqua.

### 6.3 IDROGEOLOGIA

Lo studio idrogeologico ha avuto come obiettivo lo studio delle variazioni indotte sull'acquifero superficiale (falda freatica) dalle opere in progetto, con particolare attenzione alle portate drenate ed agli impatti che esse hanno sulla risorsa idrica locale, nonché l'individuazione della falda di progetto.

Per completezza di trattazione, si riportano nel presente progetto le risultanze dello studio delle influenze sul deflusso della falda determinate dalla realizzazione delle opere autostradali adiacenti all'opera in progetto, rilevando altresì che gli interventi relativi alle nuove opere in argomento non alterano tale quadro di analisi.

L'estensione complessiva degli effetti, sia a monte che a valle della barriera di permeabilità si esaurisce ad una distanza di circa 500 metri sia a monte che a valle delle opere, riducendosi al 10% circa del valore massimo (circa 2 cm). A tale scopo deve essere inoltre precisato che dal momento che l'entità della variazione complessiva dei livelli è molto limitata in termini assoluti, la ricostruzione effettuata attraverso il modello mantiene un valore sostanzialmente teorico e gli effetti reali sul deflusso della falda potranno essere verificati solo nelle immediate vicinanze delle opere. A distanze maggiori, infatti, risulteranno prevalenti gli effetti locali legati alla variazione delle condizioni di permeabilità, alla profondità del substrato impermeabile nonché alla presenza di pozzi di prelievo ecc.

Ai fini della definizione di un livello di progetto della falda, è stata ipotizzata la proiezione nel futuro della tendenza in essere di innalzamento, che tuttavia pone alcune problematiche legate principalmente alle disponibilità di informazioni di dettaglio su serie storiche sufficientemente lunghe.

Per ovviare alla carenza di dati si è pertanto ipotizzato di considerare come livello di progetto quello riportato nella zona di interesse dalla cartografia rappresentata nella precedente figura, definendo rispetto alla posizione dell'infrastruttura di progetto, l'andamento ed il valore delle curve isofreatiche. L'operazione di trasposizione cartografica è stata effettuata nella Carta Idrogeologica allegata e nel profilo in essa contenuto. Pur risultando limitato alla porzione occidentale dell'infrastruttura, il dato riportato consente di definire una quota freaticometrica di riferimento valida per l'anno 1954.

Confrontando tale valore con i corrispondenti rilevabili attualmente (settembre 2013) è stato possibile osservare una differenza positiva di circa 3,5 metri (ovvero nel 1954 il livello di falda era superiore di circa 3,5 metri rispetto all'attuale).

Ipotizzando pertanto che l'assetto freaticometrico riferito al 1954 possa essere considerato come valore di riferimento rappresentativo delle tendenze evolutive della falda, ai fini della definizione del profilo complessivo della falda di progetto lungo l'intero sviluppo dell'infrastruttura ed allo scopo di considerare in termini cautelativi le approssimazioni insite nelle elaborazioni delle curve di livello e nelle trasposizioni cartografiche delle stesse è stato ipotizzato di considerare per il lungo termine una escursione positiva del livello di 5 metri rispetto all'attuale.

## 6.4 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Al fine di ricostruire la stratigrafia e le caratteristiche del materiale presente nel sottosuolo della zona di progetto, viste le tipologie dei depositi è risultato indispensabile utilizzare dati provenienti da sondaggi geognostici.

A tal fine è stata effettuata una ricerca presso gli Enti pubblici che si occupano della raccolta di stratigrafie (Provincia, Comuni) e sono state utilizzate le indagini effettuate per l'intervento autostradale adiacente la strada in progetto.

Tali stratigrafie si sono comunque rivelate utili per ricostruire verosimilmente l'assetto del sottosuolo, in quanto è stato comunque possibile riconoscere depositi prevalentemente ghiaioso - sabbiosi e limoso - argillosi, individuando altresì orizzonti conglomeratici profondi.

Per l'illustrazione delle campagne geognostiche utilizzate ai fini del progetto si rimanda alla Relazione Geotecnica e all'elaborato "Indagini geotecniche e prove di laboratorio" con relativi allegati (Allegato A: indagini geognostiche pregresse ovvero: indagini geognostiche di prima fase - Agosto 2008; indagini geognostiche di seconda fase - Settembre 2008; indagini geognostiche integrative alla seconda fase - 2010; indagini geognostiche integrative per la fase di gara - 2011; indagini geognostiche integrative - 2013).

## 7 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

### 7.1 Stratigrafia e unità geotecniche

Sulla base dei risultati delle indagini (in sito ed in laboratorio) delle campagne geognostiche eseguite nell'area in esame, si perviene ad una caratterizzazione geotecnica dei terreni e quindi alla definizione della stratigrafia ed ai parametri geotecnici di progetto.

Nel seguito viene prima brevemente descritta la successione stratigrafica lungo il tracciato (vedasi profilo stratigrafico longitudinale) con individuazione delle unità geotecniche intercettate dalle indagini; successivamente vengono presentate le caratteristiche litologiche ed i valori dei parametri geotecnici, con il loro possibile campo di variazione, delle unità di interesse progettuale.

Lungo lo sviluppo del tratto di tracciato in esame, i terreni sono di origine fluvio-glaciale e nell'ambito delle massime profondità indagate, i materiali rinvenuti sono essenzialmente sabbie e ghiaie più o meno limose, con livelli di sabbie limose più o meno ghiaiose.

Nelle verticali indagate non sono state individuate lenti di materiale più fine di spessore significativo ai fini geotecnici/progettuali; il materiale rinvenuto lungo il tracciato risulta di caratteristiche fisiche, granulometriche e di resistenza meccanica sostanzialmente uniformi.

In definitiva lungo il tracciato in esame sono distinguibili le seguenti unità geotecniche:

<b>Riporto (R)</b>	Terreno di riporto e materiale vegetale.
<b>Ghiaia con sabbia (GS)</b>	Si tratta di ghiaia con sabbia da limosa a debolmente limosa e sabbia ghiaioso limosa; costituisce la formazione prevalente lungo tutto il tracciato fino alle massime profondità indagate.
<b>Sabbia limosa (SL)</b>	Si tratta di sabbia limosa da ghiaiosa a debolmente ghiaiosa; si trova sotto forma di lenti metriche intercalate localmente alla formazione prevalente ghiaioso sabbiosa.

Nel profilo stratigrafico longitudinale sono rappresentate tutte le indagini eseguite nelle varie campagne geognostiche, con indicazione delle correlazioni stratigrafiche ed individuazione del livello massimo di falda da letture piezometriche ed il livello di falda di progetto da considerare per il dimensionamento delle opere a lungo termine in fase definitiva.

### 7.2 Parametri geotecnici di riferimento

Sulla base dell'interpretazione delle indagini in sito ed in laboratorio, per le unità geotecniche intercettate lungo il tracciato sono stati individuati i seguenti valori dei parametri geotecnici:

Tabella -Parametri geotecnici

Unità	Profondità da p.c. [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	N <sub>SPT</sub> [colpi/30 cm]	Dr [%]	$\phi'$ [°]	Vs [m/s]	E0 [MPa]	E' <sub>op1</sub> [MPa]	E' <sub>op2</sub> [MPa]
GS	0.0÷10.0	20	10÷50	30÷60	34÷36	120÷300	80÷400	20÷80	8÷40
GS	10.0÷35.0	20	>30	40÷70	36÷38	300÷500	400÷1000	80÷200	40÷100
SL	-	20	5÷20	20÷40	32÷35	120÷220	60÷300	12÷60	6÷30

$\gamma$  = peso di volume naturale;

N<sub>SPT</sub> = resistenza penetrometrica dinamica da prova SPT;

Dr = densità relativa;

$\phi'$  = angolo di resistenza al taglio di picco;

Vs = velocità delle onde di taglio;

E0 = modulo di deformazione elastico iniziale, a piccole deformazioni;

E'<sub>op1</sub> = modulo di deformazione elastico operativo per calcolo paratie e cedimenti fondazioni dirette;

E'<sub>op2</sub> = modulo di deformazione elastico operativo per calcolo cedimenti dei rilevati.

### 7.3 Rilevati e trincee

Lungo il tracciato in esame si prevede la realizzazione di tratti in rilevato con altezza massima di circa 2 m e tratti in trincea con profondità massima di 9 m circa.

Per i rilevati, si adatterà una pendenza delle scarpate pari a 2 (verticale) / 3 (orizzontale), prevedendo, qualora necessario l'inserimento di una berma orizzontale di 2 m di larghezza ogni 5 m di altezza.

Per i tratti in trincea, si adatterà generalmente una inclinazione delle scarpate di scavo pari a 4 (verticale) / 7 (orizzontale), prevedendo anche in questo caso l'inserimento di una berma orizzontale di 2.5 m di larghezza per altezze di scavo superiori ai 5 m.

Inoltre sono state verificate scarpate di scavo, in fase provvisoria, con pendenza 1 (verticale) / 1 (orizzontale) e berma orizzontale di 2.5 m di larghezza per altezze di scavo superiori ai 5 m.

### 7.4 Riutilizzo terreni

I terreni oggetto di scavo per la realizzazione dei tratti in trincea e quelli provenienti dagli scavi delle fondazioni sono prevalentemente di natura alluvionale con granulometria grossolana (ghiaie e sabbie). Particolare rilevanza ai fini della gestione delle terre, rivestono anche i terreni di riporto antropico presenti in corrispondenza dei rilevati stradali esistenti. Inoltre terreni limosi sono stati rinvenuti localmente e in particolare superficialmente (entro i primi 3 m da p.c.) lungo il tratto finale del tracciato (vedasi indagini del 2013); tali terreni potranno essere utilizzati per la formazione dei rilevati previo trattamento a calce.

Dalle analisi di laboratorio eseguite sui campioni prelevati nei pozzetti esplorativi, secondo la classificazione CNR UNI 10006 (AASHO M145-49) si tratta prevalentemente (80% circa) di materiale tipo A1-a ed A1-b, in subordine A4 e A2-6 (in tre casi sono stati trovati A4 ed un campione A2-6). L'eventuale materiale proveniente dagli scavi è quindi generalmente idoneo per il recupero ed il riutilizzo secondo quanto previsto dalle Norme Tecniche ANAS e Autostrade (materiali appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3 secondo classificazione CNR 10006). A conferma di ciò nei sondaggi della campagna geognostica del 2011 sono state eseguite analisi chimiche sui campioni rimaneggiati prelevati al fine di valutare la presenza di fenomeni di contaminazione del materiale (vedasi 25): tutti i campioni esaminati sono risultati entro i limiti di normativa; quindi idonei al riutilizzo.

Quindi si può ipotizzare:

- riutilizzo tal quale del terreno proveniente da scavi del 55% circa;
- riutilizzo tramite stabilizzazione a calce di almeno il 25%.

### 7.5 Prescrizioni costruttive

Gli scavi provvisori necessari per la realizzazione dei muri di controripa saranno realizzati con pendenze delle scarpate 3H:2V; si raccomanda, in tale fase costruttiva, di prestare particolare attenzione ai seguenti aspetti:

- l'effettiva condizione di stabilità dei fronti di scavo andrà, comunque, valutata in situ all'atto di apertura degli scavi;
- il materiale di risulta degli scavi dovrà essere stoccato ad una distanza non inferiore a 15÷20m dal ciglio superiore della scarpata dello scavo provvisorio; l'accumulo del materiale, inoltre, dovrà consentire il regolare deflusso delle acque e garantire che non si verifichino condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica;
- gli accumuli di terreno proveniente dagli scavi dovranno avere altezze contenute (indicativamente minori di 5-6 m e scarpe in funzione della qualità e delle caratteristiche del terreno scavato);
- dovrà essere garantita una corretta regimazione delle acque di scorrimento superficiale mediante la realizzazione di idonei fossi di guardia a monte dello scavo; le acque dovranno essere opportunamente allontanate dalle scarpate di scavo sino ai recapiti finali.

Il riempimento a tergo dei muri dovrà essere realizzato rispettando le seguenti prescrizioni:

- si dovrà prevedere l'esecuzione di una gradonatura del fronte di scavo provvisoria, con banche in leggera contropendenza (tra l'1 e il 2%) e alzate verticali di massimo 1 metro;
- per garantire idonei moduli di deformazione sul piano di posa delle rampe e/o delle viabilità locali poste in sommità ai muri (MD, min = 60 MPa), il materiale di riempimento dovrà essere posto per strati di spessore massimo di 50 cm, da compattare mediante rullatura fino a raggiungere una densità in sito rispetto alla densità massima AASHTO mod. T/180-57 pari al 90% nel corpo del riempimento e al 95% sul piano di posa della fondazione della pavimentazione;
- nei tratti in cui il re-interro interessa la sede stradale di rampe e/o viabilità secondarie, il re-interro stesso dovrà essere realizzato con materiali di opportuna granulometria (materiali appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3 secondo classificazione CNR 10006).

## 8 SISMICITA'

Il tracciato in esame attraversa e/o lambisce, da est a ovest, i seguenti territori comunali, in provincia di Milano:

- Novate Milanese
- Bollate
- Baranzate

La pericolosità sismica dei siti di interesse, in accordo alle NTC, è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, come definite al § 3.2.1 NTC, nel periodo di riferimento VR come definito al § 2.4 NTC.

Considerando:

- un periodo di riferimento VR = 200 anni, ottenuto moltiplicando la vita nominale VN = 100 anni per il coefficiente d'uso Cu = 2 corrispondente a costruzioni di classe IV;
- uno stato limite di salvaguardia della vita (SLV) corrispondente a una probabilità di superamento PVR nel periodo di riferimento VR pari al 10%;

• Novate Milanese	$a_g = 0.054$	$F_0 = 2.709$	$T^*C = 0.300$
• Bollate	$a_g = 0.054$	$F_0 = 2.708$	$T^*C = 0.300$
• Baranzate	$a_g = 0.054$	$F_0 = 2.708$	$T^*C = 0.300$

## 9 VERIFICA DELL'INTERESSE ARCHEOLOGICO (ARTT. 95 E 96 DLGS 163/06):

Lo studio riguarda la valutazione del rischio archeologico (ex artt. 95 e 96 D.lgs. 163/06) relativamente alla infrastruttura in progetto.

Per gli approfondimenti si rimanda alla apposita relazione allegata al presente studio, mentre di seguito si riportano gli esiti del rischio archeologico e le proposte d'intervento.

Dalla valutazione del rischio archeologico desunta dalla ricerca bibliografica ed archivistica non sono presenti aree in cui il progetto interferisce con eventuali siti archeologici noti. Ciò esclude la possibilità di scegliere fasce specifiche in cui effettuare indagini di tipo diretto, quali sondaggi o trincee a mezzo meccanico con assistenza di archeologo esperto. In secondo luogo, l'area in esame appare troppo urbanizzata per proporre indagini sul campo di altro tipo, quali ricognizioni di superficie (survey), inadatte ad un territorio come quello considerato nel presente studio.

In base a queste considerazioni, si prevede l'assistenza di un archeologo esperto in fase d'opera, che supervisioni le attività di scavo e di sbancamento di qualsiasi natura, al fine di accertare, documentare e indagare scientificamente le eventuali presenze di interesse archeologico rinvenute.

Gli accertamenti di cui sopra saranno effettuati da ditta specializzata in ricerche archeologiche, e saranno diretti dalla competente Soprintendenza, ai sensi dell'art. 88, comma I del DLgs n. 42 del 22 gennaio 2004 (Codice dei beni Culturali e del Paesaggio); modi e tempi di tale operazione andranno concordati con la competente Soprintendenza.

## 10 IL PROGETTO STRADALE

La strada di collegamento urbana in affiancamento alla A52 (ex SP 46 RHO - MONZA) in comune di Novate Milanese allo studio si sviluppa per circa 835 metri con andamento prevalentemente est-ovest nell'area a nord di Milano, andando ad interessare direttamente i territori dei comuni di:

- Novate Milanese;

mentre è soggetto portatore d'interessi il comune limitrofo di

- Bollate.

Il progetto consiste nella realizzazione strada di collegamento urbana a semplice carreggiata con andamento prevalentemente complanare al tracciato autostradale posto in prossimità, finalizzata a garantire le connessioni di tipo locale a ridosso della linea ferroviaria FNM Milano Varese.

In particolare il tracciato collega direttamente le vie Di Vittorio e via per Bollate (detta altrimenti via IV Novembre nel tratto in comune di Bollate)

### 10.1 Suddivisione in tratte

Il progetto stradale è stato suddiviso in 2 tratte omogenee dal punto di vista delle caratteristiche tecniche prevalenti che le contraddistinguono, come indicato nella Tabella sotto, nella quale vengono individuati anche i comuni interessati e la società Concessionaria che si prenderà in carico ciascuna tratta.

Le progressive di inizio e fine sono indicative e rapportate alla presente fase progettuale.

*Suddivisione del tracciato per tratti omogenei*

Tratta	Inizio	Fine	Caratteristiche tecniche prevalenti	Comuni interessati	Concessionaria
<b>EST</b>	Rotatoria di via IV Novembre o via per Bollate	Sottoattraversamento sulla linea ferroviaria Milano-Varese (compreso) Km.0+234	Nuovo tracciato	Novate Milanese (Bollate portatore d'interesse)	Serravalle
<b>OVEST</b>	Sottoattraversamento sulla linea ferroviaria Milano-Varese (compreso) Km.0+234	Via G. Di Vittorio Km.0+834	Nuovo tracciato	Novate Milanese (Bollate portatore d'interesse)	ASPI

### 10.2 Caratteristiche generali

Il tracciato in progetto si sviluppa, dal punto di vista altimetrico, prevalentemente in trincea, con l'esclusione dei tratti iniziale e finale di attestazione alla viabilità esistente che sono in basso rilevato.

La Tabella successiva mostra l'estensione di ciascuna tipologia realizzativa del corpo stradale principale (in galleria, in trincea, in basso rilevato, in rilevato e in viadotto/ponte), rapportata alla lunghezza complessiva e distinta per ciascuna delle 2 tratte omogenee in cui è stato suddiviso il tracciato.

Nelle Tavole di progetto è schematizzato l'andamento altimetrico dove è rappresentata anche l'altimetria della viabilità principale adiacente. La viabilità urbana di collegamento è stata progettata con riferimento alla categoria F-Urbane del D.M. 5.11.2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", a semplice carreggiata da 9,50m, con una corsia per senso di marcia, banchine e marciapiedi. Sul lato adiacente il tratto autostradale il marciapiede è stato eliminato e sostituito con una barriera di sicurezza stradale.

Le caratteristiche geometriche del tracciato sono state studiate in modo da permettere il mantenimento della velocità di progetto che, per detta categoria di strada, è pari a 25-60 km/h.

Tipologia realizzativa	Lunghezza (m)	% su lunghezza totale
<b>TRATTA EST</b>		
Galleria	50	21,37%
Trincea	159	67,95%
Basso rilevato	25	10,68%
Rilevato (> 2m ca.)	0	
Viadotto/ponte	0	
<b>Sviluppo tot. Tratta EST</b>	<b>234</b>	<b>100,00%</b>
<b>TRATTA OVEST</b>		
Galleria	0	0,00%
Trincea	166	27,62%
Basso rilevato	435	72,38%
Rilevato (> 2m ca.)	0	
Viadotto/ponte	0	
<b>Sviluppo tot. Tratta OVEST</b>	<b>601</b>	<b>100,00%</b>
<b>INTERO ITINERARIO</b>		
Galleria	50	5,99%
Trincea	325	38,92%
Basso rilevato	460	55,09%
Rilevato (> 2m ca.)	0	
Viadotto/ponte	0	
<b>Sviluppo totale</b>	<b>835</b>	<b>100,00%</b>

### 10.3 Descrizione del tracciato

Precisando che, per una descrizione approfondita degli elementi geometrici analitici e delle tipologie delle opere d'arte maggiori e minori previste, si rimanda alla documentazione tecnica allegata al Progetto Preliminare, nel presente paragrafo viene illustrato il tracciato allo studio nelle sue caratteristiche essenziali.

Il senso di percorrenza utilizzato nella descrizione procede da est verso ovest e a tale senso si riferisce l'orientamento delle curve.

#### 10.3.1 Tratta EST

Il caposaldo iniziale dell'intervento si posiziona in territorio comunale di Novate Milanese, alla progressiva km.0+000, calcolata in corrispondenza della rotatoria su via IV Novembre/via per Bollate.

Qui è previsto la riconfigurazione del braccio della rotonda proveniente da Novate, disassandolo verso est al fine di consentire una più equilibrata configurazione della rotonda.

Da qui, con giacitura in affiancamento alla carreggiata autostradale, il tracciato inizia a scendere rispetto alla quota esistente di via IV Novembre/via per Bollate (con una pendenza media della livelletta prossima al limite normativo del 10%), per poter sottopassare, la linea ferroviaria delle Ferrovie Nord Milano



### 10.3.2 Tratta OVEST

Dalla progressiva km.0+250 circa, dopo aver attraversato la linea ferroviaria, il tracciato, sempre in affiancamento all'autostrada, ricomincia a risalire con una livelletta più dolce e prossima a quella dei valori della viabilità principale.

Al km 0+400 circa la strada raggiunge il piano campagna e prosegue in leggero rilevato fino ad innestarsi su via Di Vittorio in comune di Novate Milanese

Al fine di garantire una pendenza una pendenza longitudinale più modesta il marciapiede in adiacenza alla strada è sorretto da un muro di sostegno, quantunque tale circostanza nei limiti la flessibilità di utilizzo della stessa strada urbana.



## 10.4 ANDAMENTO PLANO-ALTIMETRICO

Nella tabella seguente vengono sintetizzate le caratteristiche degli elementi planimetrici che compongono la strada oggetto di intervento. In colonna (5) è riportato il tipo di elemento planimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- R = Rettifilo;
- C = Curva Circolare;
- AT = Clotoide di transizione;
- AC = Clotoide di continuità;
- AF = Clotoide di flesso;

In colonna (7) è indicato il verso di percorrenza delle curve circolari nella direzione delle progressive crescenti (DX = curva destrorsa, SX = curva sinistrorsa), in colonna (8) il valore di pendenza trasversale, mentre in colonna (9) è riportato per ogni elemento il valore massimo della velocità di progetto dedotto dal diagramma delle velocità.

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	0.000	36.339	36.339	R			
2	36.339	50.919	14.580	AT	27.00		
3	50.919	66.566	15.647	C	50.00	DX	3.50
4	66.566	98.566	32.000	AT	40.00		
5	98.566	124.846	26.280	R			
6	124.846	184.320	59.474	C	1150.00	SX	2.50
7	184.320	249.700	65.380	R			
8	249.700	319.821	70.121	C	1150.00	DX	2.50
9	319.821	389.942	70.121	C	1150.00	SX	2.50
10	389.942	439.778	49.836	R			
11	439.778	495.557	55.779	AT	167.00		
12	495.557	499.232	3.675	C	500.00	SX	2.50
13	499.232	555.010	55.779	AT	167.00		
14	555.010	685.540	130.530	R			
15	685.540	718.874	33.333	AT	100.00		
16	718.874	768.851	49.977	C	300.00	SX	2.50
17	768.851	802.184	33.333	AT	100.00		
18	802.184	834.606	32.422	R			

Tabella 1 – Riepilogo caratteristiche planimetriche

Nella tabella seguente vengono sintetizzate le caratteristiche degli elementi altimetrici del tracciato stradale. In colonna (2) è riportato il tipo di raccordo altimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- S = Raccordo verticale convesso (Sacca)
- D = Raccordo verticale concavo (Dosso)

In colonna (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (7) e (8) la pendenza di ogni livelletta. Infine, in colonna (9) il valore del raggio di progetto.

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Di	Rv
---	-----	---------	----	---	---	----	----	----	----

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	D	50	32	68	35.85	2.50	-9.45	11.95	300
2	S	145	70	219	148.96	-9.45	0.10	9.55	1560
3	S	274	227	321	94.41	0.10	6.00	5.90	1600
4	D	401	353	448	94.41	6.00	0.10	5.90	1600
5	D	681	668	694	26.00	0.10	-0.94	1.04	2500

Tabella 2 – Riepilogo caratteristiche altimetriche

### 10.4.1 Criteri progettuali

#### Caratteristiche planimetriche

La normativa (DM 2001) richiede il rispetto delle seguenti condizioni:

(a) Raggio minimo delle curve planimetriche:

Le curve circolari devono aver un raggio superiore al raggio minimo previsto dal DM2001 che risulta: pari a 19 metri nel caso di strade di servizio di strade in ambito urbano TIPO F

(b) Relazione raggio della curva (R)/ lunghezza del rettifilo (L) che la precede:

per  $L < 300m$   $R \geq L$

per  $L \geq 300m$   $R \geq 400m$

(c) Compatibilità tra i raggi di due curve successive.

Nel caso di passaggio da curve di raggio più grande a curve a curve di raggio più piccolo si dovrà fare riferimento all'abaco di Koppel estratto dalla norma e riportato in figura seguente;

(d) Lunghezza massima dei rettifili:

$$L_{max} = 22 \cdot V_{p,max}$$

dove V è la velocità massima dell'intervallo delle velocità di progetto, espressa in km/h ed L si ottiene in metri.

(e) Lunghezza minima dei rettifili.

La verifica è stata eseguita facendo riferimento alla seguente tabella estratta dalla norma; per velocità la norma intende la massima desunta dal diagramma di velocità per il rettifilo considerato.

Vp [km/h]	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Lmin [m]	30	40	50	65	90	115	150	190	250	300	360

Tabella: Sviluppo minimo dei rettifili

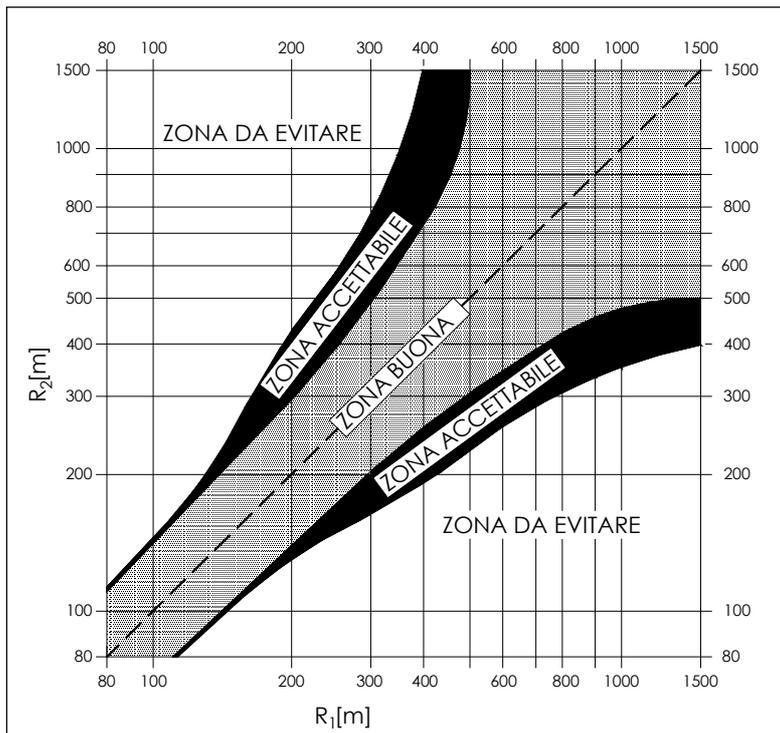


Figura: Abaco di Koppel (DM 05/11/01)

(f) Congruenza del diagramma delle velocità.

La norma prevede che per  $V_{p,max} \geq 100$  km/h nel passaggio da tratti caratterizzati dalla  $V_{p,max}$  a curve a velocità inferiore, la differenza di velocità di progetto non deve superare 10 km/h. Inoltre, fra due curve successive (nel caso di  $V_{p1} > V_{p2}$ ) tale differenza, comunque mai superiore a 20 km/h, è consigliabile che non superi i 15 km/h.

La costruzione del diagramma di velocità lungo l'asse stradale è stata effettuata secondo quanto prescritto dal DM2001 e di seguito riportato.

La velocità è mantenuta costante lungo lo sviluppo delle curve con raggio inferiore a  $R_{2,5}$  ;

la velocità varia crescendo verso la velocità massima dell'intervallo di progetto lungo i rettifili, le clotoidi e gli archi con raggio non inferiore a  $R_{2,5}$ ;

Il valore di accelerazione e decelerazione è pari a 0,8 m/s<sup>2</sup>;

In corrispondenza delle rotatorie si è assunta una velocità di percorrenza pari a 30 km/h;

La pendenza longitudinale non influenza la velocità di progetto.

(g) Lunghezza minima delle curve circolari.

La Norma prevede che una curva circolare, per essere percepita dagli utenti deve essere percorsa per almeno 2.5 secondi e quindi deve avere uno sviluppo minimo pari a:

$$L_{c,min} = 2.5 \cdot vP$$

con vP in m/s ed  $L_{c,min}$  in m.

*(b) Verifica del parametro A degli elementi a curvatura variabile (Clotoidi)*

**Criterio 1 (Limitazione del contraccolpo)**

Affinché lungo un arco di clotoide si abbia una graduale variazione dell'accelerazione trasversale non compensata nel tempo (contraccolpo), fra il parametro A e la massima velocità V (km/h), desunta dal diagramma di velocità, per l'elemento di clotoide deve essere verificata la relazione:

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{v^3}{c} - \frac{gvR \cdot (q_f - q_i)}{c}}$$

dove:

c = contraccolpo;

v = massima velocità (m/s), desunta dal diagramma di velocità, per l'elemento di clotoide considerato;

qi = pendenza trasversale nel punto iniziale della clotoide;

qf = pendenza trasversale nel punto finale della clotoide;

g = accelerazione di gravità.

Ponendo  $c = \frac{14}{v(m/s)} = \frac{50.4}{V(km/h)}$  si ottiene:

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{v^4}{14} - \frac{gv^2R \cdot (q_f - q_i)}{14}} = \frac{v}{\sqrt{14}} \sqrt{v^2 - gR \cdot (q_f - q_i)}$$

che, esprimendo la velocità in km/h diviene:

$$A_{\min} = \frac{V}{3,6\sqrt{14}} \sqrt{\frac{V^2}{12,96} - gR \cdot (q_f - q_i)}$$

Il DM2001 propone, in alternativa, di effettuare il calcolo con una formula approssimata che non tiene conto della componente dell'accelerazione centripeta compensata dalla variazione di pendenza trasversale. L'espressione per il calcolo di Amin diventa, in questo caso:

$$A_{\min} = \frac{V^2}{12,96\sqrt{14}} = 0.0206125 \cdot V^2 \cong 0.021 \cdot V^2$$

**Criterio 2 (Sovrapendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata)**

Nelle sezioni di estremità di un arco di clotoide la carreggiata stradale presenta differenti pendenze trasversali, che vanno raccordate longitudinalmente, introducendo una sovrappendenza nelle linee di estremità della carreggiata rispetto alla pendenza dell'asse di rotazione. Nel caso in cui il raggio iniziale sia di valore infinito (rettilineo o punto di flesso), il parametro deve verificare la seguente disuguaglianza:

$$A \geq A_{\min} = \sqrt{\frac{R}{\Delta i_{\max}} \times 100 \times B_i |q_i + q_f|}$$

dove:

$B_i$  = distanza fra l'asse di rotazione ed il ciglio della carreggiata nella sezione iniziale della curva a raggio variabile;

$i_{\max}$  (%) = sovrappendenza longitudinale massima della linea costituita dai punti che distano  $B_i$  dall'asse di rotazione; in assenza di allargamento tale linea coincide con l'estremità della carreggiata;

$$q_i = \frac{i_{ci}}{100} \quad \text{dove } i_{ci} = \text{pendenza trasversale iniziale}$$

$$q_f = \frac{i_{cf}}{100} \quad \text{con } i_{cf} = \text{pendenza trasversale finale}$$

$|q_i + q_f|$  è il valore assoluto della somma delle pendenze trasversali

Nel caso di curve di continuità il medesimo criterio diventa:

$$A \geq A_{\min} = \sqrt{\frac{B_i \cdot (|q_f| - |q_i|)}{\left(\frac{1}{R_i} - \frac{1}{R_f}\right) \cdot \frac{\Delta i_{\max}}{100}}}$$

### Criterio 3 (Ottico)

Per garantire la percezione ottica del raccordo e del successivo cerchio deve essere verificata la relazione :

$$R/3 \leq A \leq R$$

che, nel caso di clotoidi di continuità, diventa:

$$R2/3 \leq A \leq R1$$

dove  $R1$  è il raggio minore ed  $R2$  il raggio maggiore dei due cerchi raccordati con la clotoide di continuità.

Oltre ai criteri precedentemente descritti si è proceduto alla verifica del rapporto  $AE/AU$  delle due clotoidi in ingresso e in uscita da una curva circolare e del rapporto  $A1/A2$  tra due clotoidi in un flesso asimmetrico, secondo quanto prescritto dal DM2001:

$$2/3 \leq AE/AU \leq 3/2 \quad 2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$$

Infine, per quanto riguarda le caratteristiche geometriche, la successione degli elementi del tracciato è stata impostata sulla base delle prescrizioni contenute nelle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" di cui al D.M. 05/11/2001. Inoltre, essendo tale DM 2001 non cogente, sono state ammesse deviazioni rispetto alle prescrizioni della sopracitata norma per i seguenti aspetti:

- lunghezza minima e massima dei rettifili;
- lunghezza minima dello sviluppo delle curve circolari;
- valore minimo del parametro  $A$  delle curve di transizione con riferimento al criterio ottico;
- assenza di curve di transizione per i raggi di curve planimetriche non inferiori a  $R'$ :

### Caratteristiche altimetriche

La normativa di riferimento richiede il rispetto delle seguenti condizioni:

(i) Pendenze longitudinali massime

Il DM 2001 consiglia, per le strade di servizio, il mantenimento dei valori di pendenze longitudinali massime uguali a quelle della strada principale, nella fattispecie, per le strade di Servizio strada in Ambito Urbano (Cat. F) risulta pari al 10%.

I Suddetti valori della pendenza massima possono essere aumentati di una unità qualora, da una verifica da effettuare di volta in volta, risulti che lo sviluppo della livelletta sia tale da non penalizzare eccessivamente la circolazione, in termini di riduzione delle velocità e della qualità del deflusso.

(j) Raccordi verticali convessi

In base a quanto indicato dalla norma il raggio minimo dei raccordi verticali convessi (dossi) viene determinato come di seguito:

se  $D$  è inferiore allo sviluppo  $L$  del raccordo si ha

$$R_v = \frac{D^2}{2 \cdot (h_1 + h_2 + 2 \cdot \sqrt{h_1 \cdot h_2})}$$

se invece  $D > L$

$$R_v = \frac{2 \cdot 100}{\Delta i} \cdot \left[ D - 100 \cdot \frac{h_1 + h_2 + 2 \cdot \sqrt{h_1 \cdot h_2}}{\Delta i} \right]$$

dove:

$R_v$  = raggio del raccordo verticale convesso [m]

$D$  = distanza di visibilità da realizzare per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso [m]

$\Delta i$  = variazione di pendenza delle due livellette, espressa in percento

$h_1$  = altezza sul piano stradale dell'occhio del conducente [m]

$h_2$  = altezza dell'ostacolo [m]

Si pone di norma  $h_1 = 1.10$  m. In caso di visibilità per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso, si pone  $h_2 = 0.10$  m.

(k) Raccordi verticali concavi

In base a quanto indicato dalla norma il raggio minimo dei raccordi verticali concavi (sacche) viene determinato come di seguito:

se  $D$  è inferiore allo sviluppo del raccordo si ha

$$R_v = \frac{D^2}{2 \cdot (h + D \cdot \sin \vartheta)}$$

se invece  $D > L$

$$R_v = \frac{2 \cdot 100}{\Delta i} \cdot \left[ D - \frac{100}{\Delta i} \cdot (h + D \cdot \sin \vartheta) \right]$$

dove:

$R_v$  = raggio del raccordo verticale concavo [m]

$D$  = distanza di visibilità da realizzare per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso [m].

$\Delta i$  = variazione di pendenza delle due livellette espressa in percento

$h$  = altezza del centro dei fari del veicolo sul piano stradale

= massima divergenza verso l'alto del fascio luminoso rispetto l'asse del veicolo.

Si pone di norma  $h = 0.5$  m e  $\vartheta = 1^\circ$ .

VELOCITA' km/h	25	40	60	80	100	120	140
fl Autostrade	-	-	-	0.44	0.40	0.36	0.34
fl Altre strade	0,45	0.43	0.35	0.30	0.25	0.21	-

Tabella: Coefficienti di aderenza longitudinale

Per il calcolo della distanza di arresto è stata utilizzata la formula riportata al paragrafo 5.1.2. del DM2001. Si è valutata la distanza di arresto punto per punto in funzione della velocità di progetto (secondo quanto specificato in precedenza) e della pendenza longitudinale con la seguente espressione:

$$D_A = D_1 + D_2 = \frac{V_0}{3,6} \times \tau - \frac{1}{3,6^2} \int_{V_0}^{V_1} \frac{V}{g \times \left[ f_l(V) \pm \frac{i}{100} \right] + \frac{Ra(V)}{m} + r_0(V)} dV \quad [m]$$

dove:

$D_1$  = spazio percorso nel tempo  $\tau$

$D_2$  = spazio di frenatura

$V_0$  = velocità del veicolo all'inizio della frenatura [km/h]

$V_1$  = velocità finale del veicolo, in cui  $V_1 = 0$  in caso di arresto [km/h]

$i$  = pendenza longitudinale del tracciato [%]

$\tau$  = tempo complessivo di reazione (percezione, riflessione, reazione e attuazione) [s]

$g$  = accelerazione di gravità [m/s<sup>2</sup>]

$R_a$  = resistenza aerodinamica [N]

$m$  = massa del veicolo [kg]

$f_l$  = quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile longitudinalmente per la frenatura

$r_0$  = resistenza unitaria al rotolamento, trascurabile [N/kg]

Per il tempo complessivo di reazione si sono assunti valori linearmente decrescenti con la velocità da 2,6 s per 20 km/h, a 1,4 s per 140 km/h, in considerazione della attenzione più concentrata alle alte velocità:

$$\tau = (2,8 - 0,01V) \quad [s] \quad \text{con } V \text{ in km/h}$$

Il DM2001 definisce degli abachi di correlazione tra la pendenza longitudinale e la distanza di arresto valido in condizione di pendenza costante. Nei tratti di variabilità di detta pendenza, ovvero in corrispondenza dei raccordi verticali, è stato assunto per essa il valore medio, così come suggerito dalla stessa normativa.

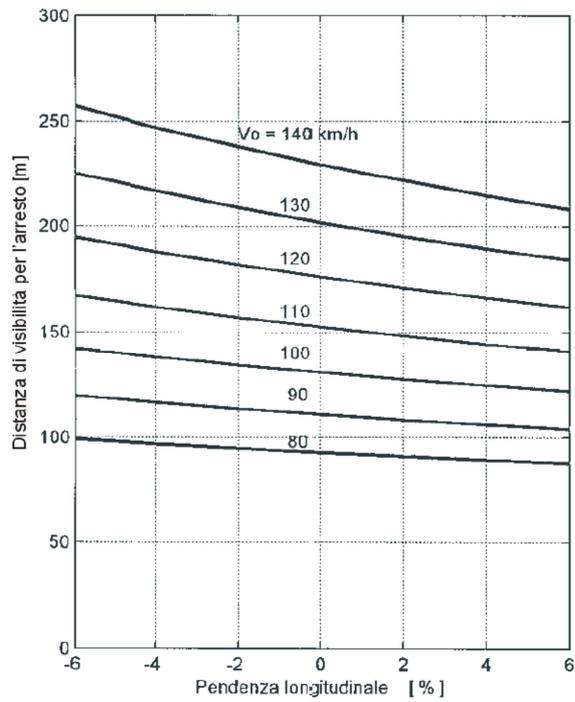


Figura: Abaco per il calcolo delle distanze di arresto per le strade principali

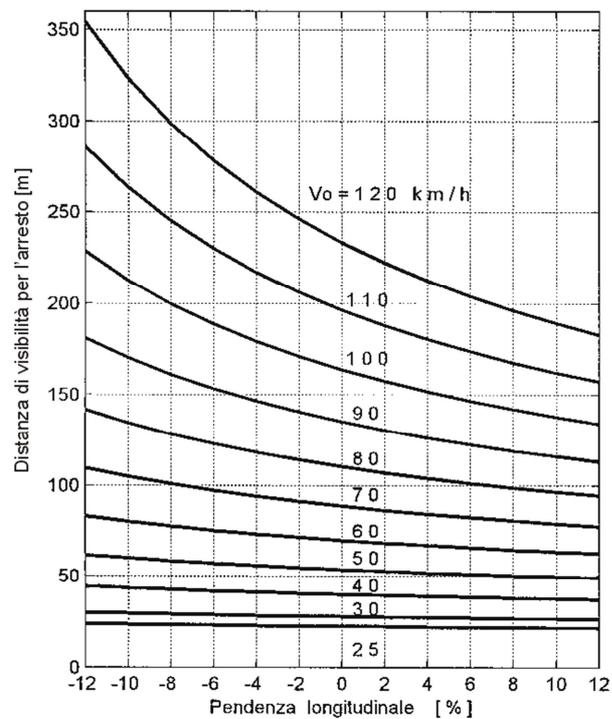


Figura: Abaco per il calcolo delle distanze di arresto per le viabilità secondarie

#### 10.4.2 ANALISI DI CONGRUENZA CON LA NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nel seguito si riportano i risultati di tali analisi del progetto stradale relativo alla strada di collegamento Urbana rispetto a criteri progettuali indicati al paragrafo precedente.

##### Verifica andamento planimetrico e verifica diagrammi di velocità

Nella tabella seguente sono sintetizzati i risultati della verifica delle caratteristiche planimetriche.

In colonna (5) è riportato il tipo di elemento planimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- R = Rettifilo
- C = Curva Circolare
- AT = Clotoide di Transizione
- AF = Clotoide di Flesso
- AC = Clotoide di Continuità

In colonna (7) è indicato il verso di percorrenza delle curve circolari nella direzione delle progressive crescenti (DX = curva destrorsa, SX = curva sinistrorsa), in colonna (8) il valore di pendenza trasversale, mentre in colonna (9) è riportato per ogni elemento il valore massimo della velocità di progetto dedotto dal diagramma delle velocità.

Nelle colonne da (10) a (13) per quanto concerne gli elementi planimetrici che non rispettano le indicazioni normative vengono indicati:

- i valori minimi (o massimi) dei parametri che permetterebbero di ricondurre l'elemento a quanto indicato dalla normativa;
- l'esito negativo della verifica;

In relazione al previsto all'intervallo di velocità assunto, il tracciato risulta rispondente, in termini di caratteristiche degli elementi planimetrici, alle indicazioni contenute nelle normative di riferimento, talune delle quali, non cogenti (DM 2001).

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic <sup>(8)</sup>	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Not e
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	36.339	36.339	R				32.0				
2	36.339	50.919	14.580	AT	27.00			24.2				
3	50.919	66.566	15.647	C	50.00	DX	3.50	28.0				
4	66.566	98.566	32.000	AT	40.00			37.3				
5	98.566	124.846	26.280	R				43.0				
6	124.846	184.320	59.474	C	1150.00	SX	2.50	57.5				
7	184.320	249.700	65.380	R				60.0				
8	249.700	319.821	70.121	C	1150.00	DX	2.50	60.0				
9	319.821	389.942	70.121	C	1150.00	SX	2.50	60.0				
10	389.942	439.778	49.836	R				60.0				
11	439.778	495.557	55.779	AT	167.00			60.0				
12	495.557	499.232	3.675	C	500.00	SX	2.50	60.0				
13	499.232	555.010	55.779	AT	167.00			60.0				
14	555.010	685.540	130.530	R				60.0				

15	685.540	718.874	33.333	AT	100.00			60.0				
16	718.874	768.851	49.977	C	300.00	SX	2.50	60.0				
17	768.851	802.184	33.333	AT	100.00			60.0				
18	802.184	834.606	32.422	R				60.0				

Verifica planimetrica - prog. crescenti

Ele m	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	Tipo Elem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Not e
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	36.339	36.339	R				32.0				
2	36.339	50.919	14.580	AT	27.00			24.2				
3	50.919	66.566	15.647	C	50.00	DX	3.50	28.0				
4	66.566	98.566	32.000	AT	40.00			37.3				
5	98.566	124.846	26.280	R				43.0				
6	124.846	184.320	59.474	C	1150.00	SX	2.50	57.5				
7	184.320	249.700	65.380	R				60.0				
8	249.700	319.821	70.121	C	1150.00	DX	2.50	60.0				
9	319.821	389.942	70.121	C	1150.00	SX	2.50	60.0				
10	389.942	439.778	49.836	R				60.0				
11	439.778	495.557	55.779	AT	167.00			60.0				
12	495.557	499.232	3.675	C	500.00	SX	2.50	60.0				
13	499.232	555.010	55.779	AT	167.00			60.0				
14	555.010	685.540	130.530	R				60.0				
15	685.540	718.874	33.333	AT	100.00			60.0				
16	718.874	768.851	49.977	C	300.00	SX	2.50	60.0				
17	768.851	802.184	33.333	AT	100.00			60.0				
18	802.184	834.606	32.422	R				60.0				

Verifica planimetrica - prog. crescenti

Nella figura seguente si riporta il diagramma delle velocità determinati come previsto al punto 5.4 del D.M. n. 5/11/2001. Nella medesima figura è riportato, per comodità di lettura, anche l'andamento delle curvature planimetriche.

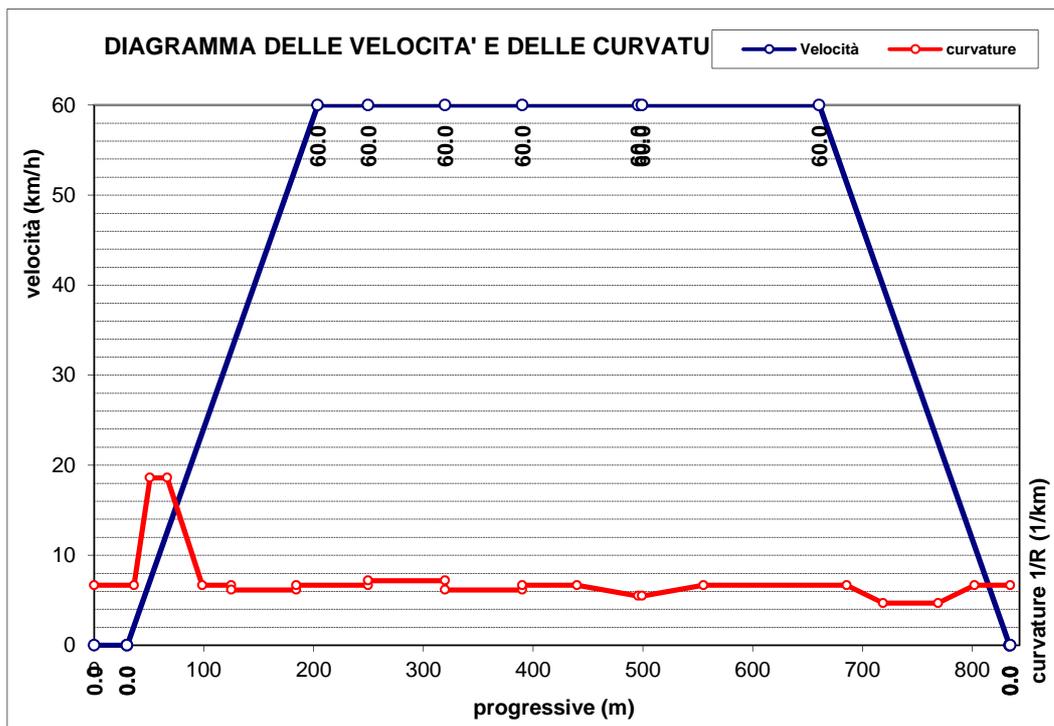


Diagramma delle velocità e delle curvature

## Verifica andamento altimetrico

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della verifica della distanza di visibilità per l'arresto per i raccordi verticali.

In colonna (13) viene indicato il solo esito negativo e conseguentemente nella colonna (14), la velocità ammissibile per quel determinato raggio.

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Di	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	50	32	68	35.85	2.50	-9.45	11.95	300	19.4	17.3	1.1	0.1	80		
2	S	145	70	219	148.96	-9.45	0.10	9.55	1560	60.0	75.1	0.5	1	1557		
3	S	274	227	321	94.41	0.10	6.00	5.90	1600	60.0	68.4	0.5	1	1380		
4	D	401	353	448	94.41	6.00	0.10	5.90	1600	60.0	68.4	1.1	0.1	1254		
5	D	681	668	694	26.00	0.10	-0.94	1.04	2500	60.0	71.1	1.1	0.1	-		

*Verifica delle caratteristiche altimetriche – prog.- crescenti*

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Di	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	50	32	68	35.85	2.50	-9.45	11.95	300	19.4	16.8	1.1	0.1	76		
2	S	145	70	219	148.96	-9.45	0.10	9.55	1560	60.0	67.2	0.5	1	1351		
3	S	274	227	321	94.41	0.10	6.00	5.90	1600	60.0	73.4	0.5	1	1514		
4	D	401	353	448	94.41	6.00	0.10	5.90	1600	60.0	73.4	1.1	0.1	1447		
5	D	681	668	694	26.00	0.10	-0.94	1.04	2500	60.0	70.4	1.1	0.1	-		

*Verifica delle caratteristiche altimetriche – prog.- decrescenti*

La pendenza longitudinale delle livellette nel tratto in esame risulta sempre inferiore al valore massimo indicato dalla normativa di riferimento.

Dall'osservazione dei risultati, la verifica evidenzia che i valori di progetto dei raggi sono superiori a quelli minimi calcolati in funzione delle velocità desunte dal diagramma di velocità.

## 10.5 Sezioni tipo

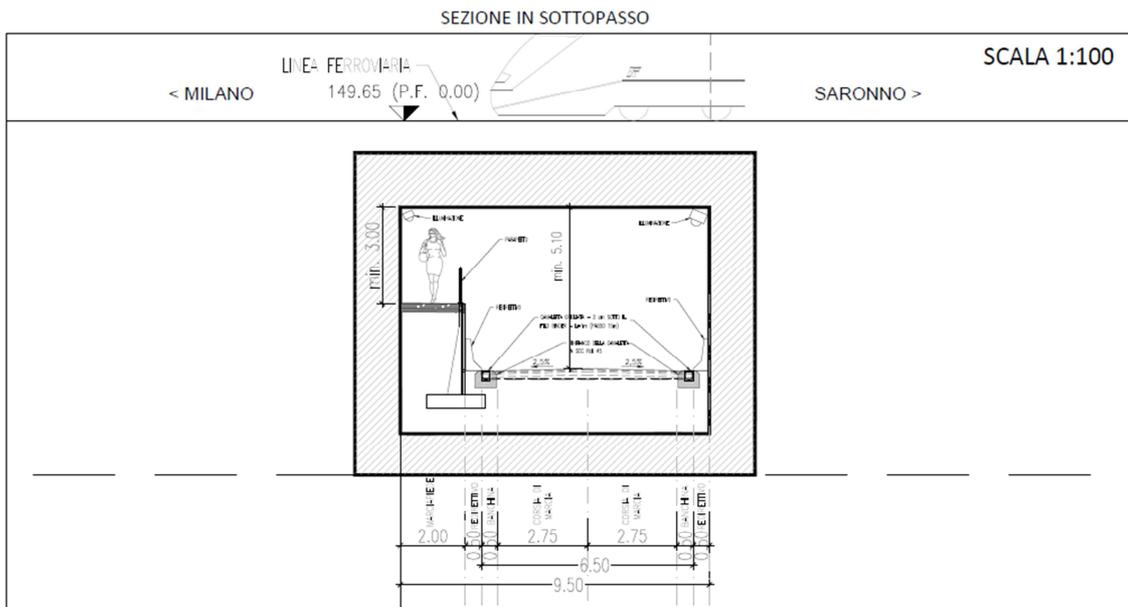
Coerentemente con la genesi del progetto e con gli esiti dell'analisi delle alternative, la sezione tipo adottata dal progetto rientra nella categoria F ambito urbano, della classificazione introdotta dalla nuove "norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", approvate con Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici prot. n° 3500 in data 04.06.01.

La velocità di base della strada varia fra un minimo di 25 Km/h ad un massimo di 60 Km/h; conseguentemente gli elementi plano-altimetrici del tracciato sono stati progettati in base a tale intervallo di velocità. La pendenza trasversale della piattaforma è prevista pari al 2.5% in rettilineo, mentre in curva la pendenza massima consentita dalla normativa del 3.5 %.

Come anticipato nella descrizione del tracciato, la sezione tipo adottata per i tratti di a una corsie per senso di marcia, con organizzazione della carreggiata come seguente:

- corsie da 2.75 m ciascuna;
- banchina in destra da 0.50 m
- arginello da 1.50 m munito di dispositivo di ritenuta tipo guard-rail laterale in rilevato, ed in corrispondenza di eventuali punti ritenuti ad alto rischio, previsto in adiacenza alla autostrada A52;
- marciapiede da 1.50 m previsto in adiacenza alla corsia in direzione est





Le scarpate in rilevato ed in trincea sono previste con pendenza rispettivamente al 2/3 e 4/7 e inerbite superficialmente stendendo una coltre superficiale spessa 30 cm e successivo inerbimento. La protezione del piede del rilevato o del testa scarpa in trincea viene garantita costruendo fossi di guardia in terra o rivestiti.

A partire da altezze di rilevato o trincea superiori ai 5.00 metri si prevede la realizzazioni di una banca intermedia di 2.00-2.50 m per garantire la stabilità del corpo stradale, all'interno della quale viene impostata una canaletta atta al corretto convogliamento al piede delle acque di scarpata.

Il sistema di smaltimento delle acque meteoriche è costituito da caditoie poste sul margine esterno della corsia di emergenza, collegate longitudinalmente da tubazioni in Pead che permettono di convogliare le acque di prima pioggia verso i punti di trattamento.

La sezione trasversale in trincea prevede che le acque di piattaforma vengano convogliate verso il punto di minimo altimetrico, in corrispondenza del quale è prevista una vasca raccolta e sollevamento verso il recapito finale.

La strada ricade nelle fasce di pertinenza dell'autostrada A52 adiacente pertanto viene separata dalla stessa da una rete di recinzione per tutto lo sviluppo dell'opera (nel tratto EST la rete è sostituita con una barriera fonoassorbente).

Nelle aree private ricadenti al di là del confine stradale, così materializzato, dovranno infine essere istituite fasce di rispetto vincolate alla realizzazione di altre opere, aventi larghezze definite ai sensi degli artt. 26, 27, 28 del DPR 495/92.

## 10.6 Barriere di sicurezza

Le barriere di sicurezza inserite sono individuate sulla base di quanto indicato dal D.M. Min.Infrastrutt.Trasporti 21/06/2004, che recepisce ed uniforma la normativa di riferimento italiana agli indirizzi richiamati dalla normativa Europea in via di definizione

Si ipotizza che la strada oggetto di intervento sarà interessata da un traffico con TGM superiore ai 1000 veicoli, pertanto le barriere di sicurezza sono state progettate considerando un traffico di tipo III

<i>Tipo di traffico</i>	<i>TGM</i>	<i>% Veicoli con massa &gt; 3,5 t</i>
I	≤ 1000	Qualsiasi
I	> 1000	≤ 5
II	> 1000	5 < n ≤ 15
III	> 1000	> 15

<i>Tipo di strada</i>	<i>Tipo di traffico</i>	<i>Barriere spartitraffico</i>	<i>Barriere bordo laterale</i>	<i>Barriere bordo ponte (1)</i>
Autostrade (A) e strade extraurbane principali (B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4 (2)	H2-H3 (2)	H3-H4 (2)
Strade extraurbane secondarie (C) e strade urbane di scorrimento (D)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali (F)	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

Ai fini progettuali la categoria minima di barriere stradali che possiamo adottare lungo il tracciato è di classe H1 bordo laterale e H2 bordo ponte, tuttavia in considerazione del fatto che le barriere sono previste per il lato adiacente l'autostrada, si ritiene opportuno adottare:

- barriere bordo laterale (H<sub>ril</sub><3 m): classe H2 classe di livelli di larghezza operativa W4
- barriere bordo opera: classe H2 classe di livelli di larghezza operativa W4

Il progetto del posizionamento degli elementi di ritenuta tiene inoltre conto delle caratteristiche geometriche della sede stradale e della compatibilità dei dispositivi con gli spazi disponibili, le opere di mitigazione ambientale e gli altri vincoli esistenti in relazione alla larghezza operativa della singola barriera.

Per larghezza operativa si intende la distanza tra il lato della barriera di sicurezza verso il traffico ed il massimo spostamento dinamico di una qualsiasi componente del sistema "barriera-veicolo". A tal proposito si tiene a precisare che entro lo spazio a tergo della barriera individuato dal W non è possibile inserire ostacoli fissi che possono compromettere il corretto funzionamento delle barriera stessa.

Oltre a queste tipologie, il progetto prevede i terminali di inizio e fine barriera, cuspidi e raccordi (di qualunque raggio e tipo), gli elementi di transizione tra le differenti tipologie di barriera, le reti di protezione ove previste, nonché i profili redirettivi nei tratti in galleria o in adiacenza a muri di sostegno.

## 10.7 Pavimentazioni

Per la pavimentazione della viabilità locale, sui tratti in sede naturale, è previsto un pacchetto flessibile di spessore totale pari a 47 cm, così suddiviso:

- usura chiusa sp. 5 cm
- binder di collegamento sp. 7 cm
- strato di base in conglomerato bituminoso sp. 15 cm
- sottofondazione in misto granulare stabilizzato sp. 20 cm

In corrispondenza delle opere d'arte della viabilità locale la pavimentazione ha uno spessore pari a 13 cm, così suddiviso:

- usura chiusa sp. 5 cm
- binder di collegamento sp. 7 cm
- guaina bituminosa di impermeabilizzazione sp. 1 cm

## 11 OPERE D'ARTE

### 11.1 Galleria Artificiale sottopasso Ferrovia Milano-Varese (GA11)

Per il sottoattraversamento della linea ferroviaria è prevista l'adozione del "varo oleodinamico" dello scatolare entro una trincea ricavata ai lati del rilevato ferroviario, al fine di ridurre al minimo indispensabile gli intralci al traffico ferroviario.

L'opera si estende per una lunghezza di circa 55 m. Essa è costituita da una canna unica con struttura scatolare in cemento armato. Gli spessori delle pareti, della copertura e della fondazione sono pari rispettivamente a 1.40 m, 1.70 m e 1.30 m. Il monolite ha una larghezza complessiva pari a 12.30 m.

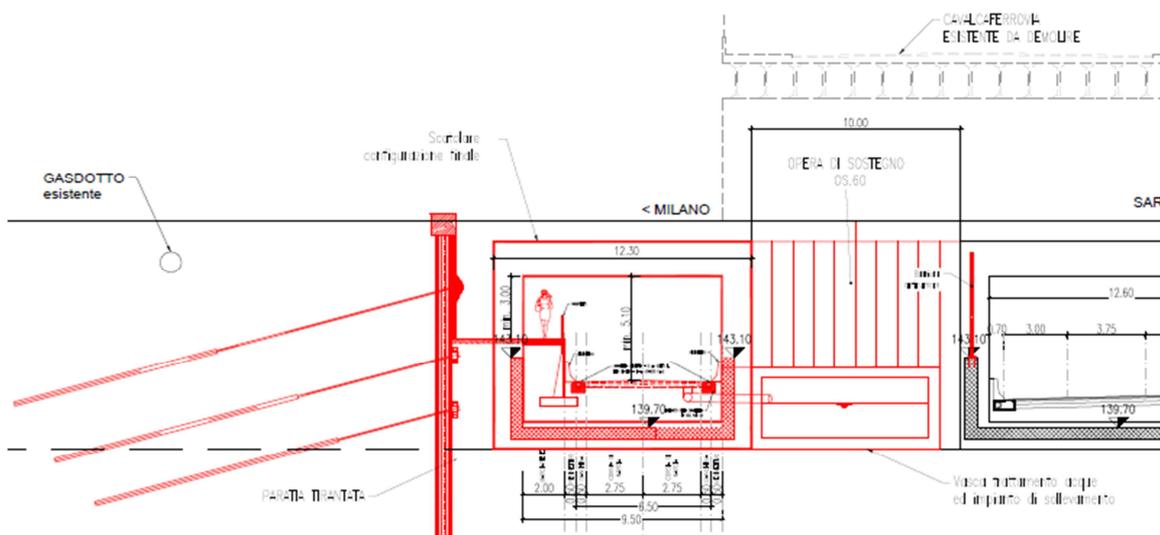


Figura - Sezione trasversale

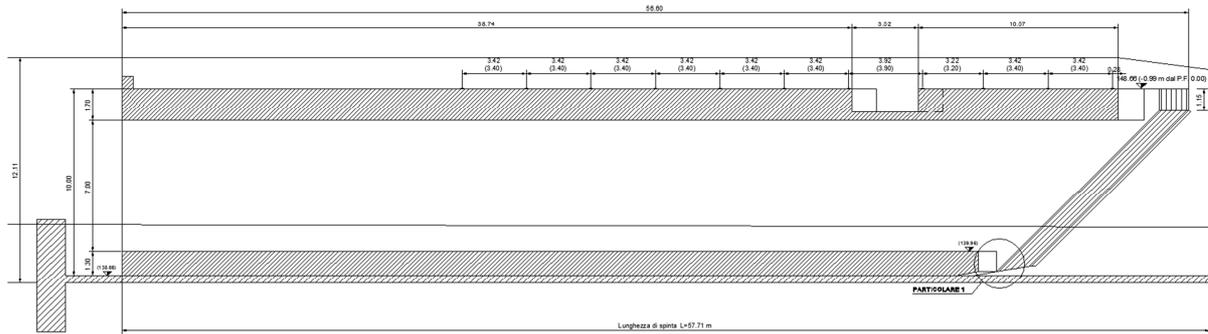


Figura - Sezione longitudinale

## 11.2 Muri di controripa e sottoscarpa

Il progetto prevede la realizzazione di una serie di muri di controripa/sottoscarpa, anche di altezza rilevante; sono previsti, in particolare, scavi di altezza superiore a 9÷10 m nel tratto prossimo alla linea ferroviaria FNM; in molti casi, i muri di controripa/sottoscarpa sostengono, a tergo, la viabilità locale rispetto a quella autostradale.

Per il sostegno di tali scavi si prevede l'utilizzo di muri di controripa, con altezze variabili tra 2 e 10 m fuori terra e di paratie di pali di grande diametro  $\Phi 800-1200\text{mm}$  (Figura), tirantate con più ordini di tiranti a quattro-cinque trefoli in acciaio armonico (ove non sussistano vincoli geometrici e/o interferenze che ne impediscano l'utilizzo).

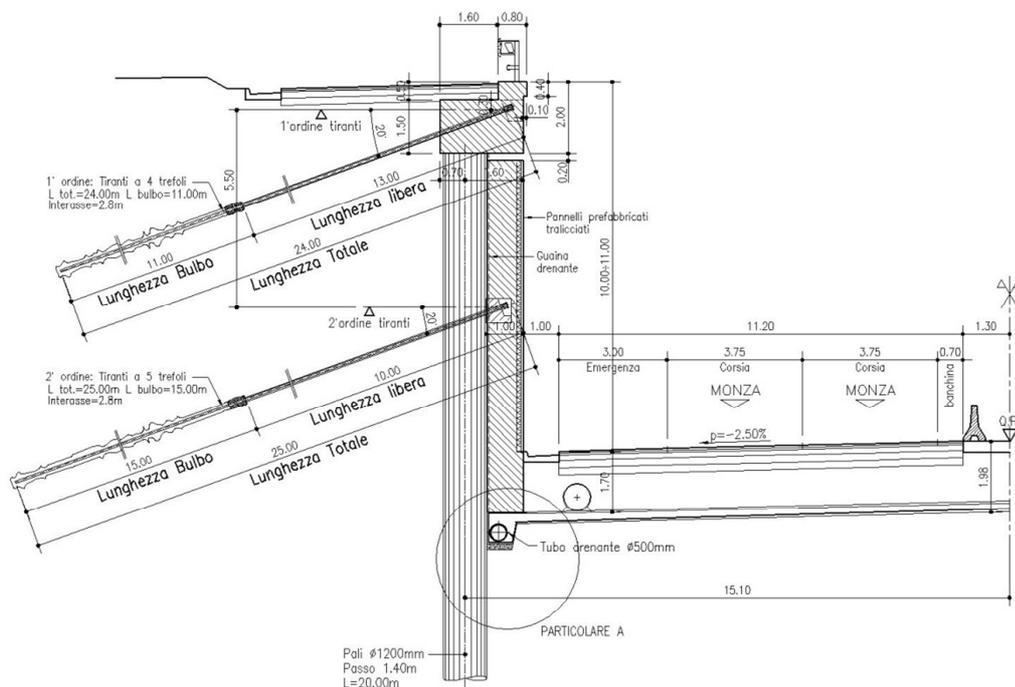


Figura- Paratia di pali tirantata: sezione tipo

## 12 SISTEMA IDRAULICO DI RACCOLTA E SMALTIMENTO

Il tracciato di progetto prevede sezioni tipologiche correnti in rilevato, in trincea e anche in galleria.

In linea del tutto generale si può dire che il progetto preveda per il tratto di trincea un “ciclo chiuso”, cioè che le acque meteoriche afferenti alla piattaforma stradale (sia di prima che di seconda pioggia) vengano convogliate, nella loro totalità e senza alcuna separazione, a mezzo di collettori circolari, ai manufatti di trattamento (vasca di prima pioggia). A valle di tali manufatti, previsti funzionanti in continuo, si ha l'immissione nei recapiti finali (normalmente bacini di infiltrazione e/o lagunaggio).

Per minimizzare l'impatto idraulico della nuova opera sul territorio, sull'idrografia superficiale e sulla rete di collettamento fognario artificiale (peraltro già ampiamente in difficoltà in tutto l'hinterland milanese) il principio generale applicato è di laminare l'acqua mediante bacini di infiltrazione e/o lagunaggio a fondo permeabile (disperdenti), che, oltre a determinare una fondamentale laminazione delle portate defluite dalla sede stradale, contribuiscono anche a ristabilire il riequilibrio ecologico dei deflussi.

Al piede dei tratti in rilevato, a raccolta delle acque, si prevedono fossi disperdenti, mentre in testa alle trincee (fatto salvo casi specifici in cui la morfologia del terreno declina allontanandosi dalla sede stradale) si prevedono, a protezione della piattaforma stradale, fossi di guardia disperdenti e/o rivestiti, che recapitano principalmente in aree disperdenti (fossi e micro-bacini).

Entrando maggiormente nel dettaglio, il drenaggio della piattaforma stradale della linea principale in trincea è demandato, per l'intera estensione dell'intervento di progetto, ad una coppia di collettori disposti, al di sotto della sede stradale, in posizione centrale o ai margini della sede stradale a seconda dell'inclinazione trasversale della superficie stradale.

I collettori colleghino le acque meteoriche alla vasca di prima pioggia VPP, e successivamente vengono inviate e attraverso un impianto di sollevamento portate al bacino di infiltrazione e/o lagunaggio.

La necessità di sollevamento e recapito in un bacino di infiltrazione deriva dai seguenti elementi:

1. la vasca di prima pioggia si trova nella zona di oscillazione della falda di progetto, pertanto non è possibile disperdere le acque nel tratto sottostante la vasca medesima
2. non vi sono nelle immediate vicinanze i corsi d'acqua a cui recapitare le acque depurate.

### 12.1 Elementi costituenti il sistema idraulico di raccolta e smaltimento

#### 12.1.1 Piattaforma in trincea ed in rilevato

La raccolta a margine carreggiata, nei tratti in rettilineo e di curva per la carreggiata interna, è realizzata per mezzo di una cunetta confinata da un cordolo delimitante la piattaforma ed opportunamente sagomata; lungo tale cunetta e ad interasse costante pari a 15 m sono posizionate le caditoie grigliate, larghe 30 cm e lunghe 1.0 m, che convogliano il deflusso nei collettori sottostanti. Ad interasse fissato di 15 m, il bacino sotteso alla caditoia nel caso più cautelativo genera una portata di circa 13 l/s. La geometria delle griglie, di larghezza 30 cm e lunghezza 1 m, visto il passo costante applicato a tutto il tracciato di 15 m, garantisce, anche nel caso di pendenze elevate, l'intercettazione di tutta la portata. Il fitto passo garantisce, in ogni modo, la raccolta dell'acqua anche in caso di ostruzione della griglia.

Il sistema di raccolta in trincea prevede, oltre alla raccolta di piattaforma già descritto, una raccolta separata per le acque di scarpata, che vengono coltate nella vasca e poi nel bacino di infiltrazione mediante rete dedicata. Il contributo delle scarpate è raccolto da canalette in calcestruzzo aventi sezione rettangolare 0.5x0.3 m e con pendenza parallela alla sede stradale.

#### 12.1.2 Tratti in galleria

Il drenaggio delle gallerie deve garantire:

- lo smaltimento delle acque meteoriche trascinate, ad esempio, dal moto degli autoveicoli all'interno della stessa;
- lo smaltimento delle acque di infiltrazione dal rivestimento.

Il drenaggio della galleria previste in progetto risulta costituito da collettori laterali che raccolgono le acque di stillicidio provenienti dalla calotta ubicati da ambo le parti della sezione e da un collettore in plastica che raccoglie le acque di piattaforma provenienti dall'esterno come dall'interno della galleria (acque di precipitazione e/o sversate accidentalmente dai veicoli).

### 12.1.3 Fossi di guardia

Il progetto prevede la presenza di fossi di guardia di sezione trapezia (base minore 0.5 m, altezza 0.5 m inclinazione delle sponde 45°).

Nei tratti in rilevato, oltre a fornire una protezione dalle acque che dall'esterno possono pervenire al piede del rilevato medesimo, tali fossi, previsti in terra, sono destinati anche a raccogliere le acque. Stante la tipologia di strada si prevede che tali fossi possano essere disperdenti.

Nel caso dei tratti in trincea, dove di contro i fossi hanno solo la funzione di proteggere la strada, i fossi sono previsti in cls laddove la morfologia declina verso l'asse stradale, in terra sul lato opposto divergente.

Per il dimensionamento dei due manufatti (fossi rivestiti ed in terra) sono state applicate due differenti metodologie, stante la differente loro funzione.

Per i primi (fossi rivestiti) si è essenzialmente applicata la formula razionale in congiunzione con l'ipotesi di moto uniforme, così come esposto nel paragrafo precedente per il collettori. In tal caso tuttavia si è assunto per le acque di versante un coefficiente di afflusso pari a 0.5, mentre il coefficiente  $K_s$  è stato assunto pari a 60 m<sup>1</sup>/3/s.

### 12.1.4 Impianti di sollevamento

L'analisi del tracciato plano-altimetrico dell'infrastruttura in progetto mostra la presenza di un punto in cui si rende necessaria la realizzazione di impianti di sollevamento, al fine di consentire il recapito dalle vasche di prima pioggia, al bacino di infiltrazione e/o lagunaggio

In corrispondenza del sollevamento è prevista una vasca di raccolta in cui sono alloggiare due pompe, una delle quali svolge la funzione di riserva attiva. E' previsto che la pompa di riserva entri in funzione parallelamente a quelle ordinarie in condizioni di emergenza. Le condotte di mandata sono state proporzionate imponendo una velocità media di portata non superiore a 1.5 m/s.

## 12.2 Opere di presidio idraulico per il controllo qualitativo e quantitativo allo scarico

Il progetto prevede che tutte le reti di raccolta del tratto in trincea, a monte dell'immissione nei recapiti in sottosuolo, siano previste vasche di prima pioggia con funzionamento in continuo.

### 12.2.1 Vasche di prima pioggia

Le soluzioni progettuali adottate sono volte ad assicurare la completa protezione ambientale del territorio secondo le vigenti norme, con particolare riferimento alla salvaguardia dei recapiti finali, rappresentati principalmente dal suolo.

L'allontanamento delle acque piovane dalle infrastrutture stradali avviene di norma essenzialmente attraverso tubazioni, canalette e fossi che a loro volta scaricano nei ricettori naturali.

Le acque meteoriche che ricadono sulle viabilità in progetto subiscono un processo di separazione tra prime piogge, considerate ad alta concentrazione di inquinanti, e seconde piogge, considerate sostanzialmente "bianche". Le prime piogge subiscono un processo di sedimentazione e disoleazione, al fine dell'abbattimento degli inquinanti.

Sulla base della legge regionale n°4 del 24 Marzo 2006, è stata prevista la realizzazione di un ciclo chiuso di trattamento per le acque di prima pioggia. Rimandando alla planimetria idraulica la localizzazione dei singoli manufatti, nel capitolo seguente si riportano le valutazioni che hanno portato al dimensionamento di questi dispositivi.

Il volume dei manufatti effettivamente previsti nel progetto è stato definito in ogni caso tenendo conto dell'esigenza di contenere un eventuale versamento accidentale da parte di un'autocisterna (40 m<sup>3</sup>).

Le vasche di prima pioggia sono previste funzionare in continuo, applicando la tecnologia delle vasche in c.a. prefabbricate all'interno delle quali sono ricavati i volumi necessari. Esse saranno costituite da comparti separati, per la sedimentazione e la separazione degli olii, con la presenza di filtri a coalescenza e del tipo AdsorbOil. Tale ultimo accorgimento consente, come è noto, di migliorare sensibilmente l'efficacia di rimozione delle sostanze oleose, in quanto si combina la flottazione naturale dovuta alla minore densità con l'azione di agglomerazione delle particelle grasse in coaguli più facilmente intercettabili dal filtro.

### 12.2.2 Bacini d'infiltrazione

I bacini di infiltrazione sono delle vasche di laminazione con fondo filtrante operando pertanto un controllo qualitativo oltre che quantitativo.

La possibilità di utilizzare questo tipo di soluzione dipende: dalla permeabilità del terreno, dal livello max della falda (almeno 0.9 m sotto il fondo del bacino), da pendenze longitudinali basse.

#### Rimozione sostanze inquinanti

Si riportano di seguito i risultati indicati dalla Federal Highway Administration

FHWA. Estimated pollutant removal effectiveness for infiltration basins (%)						
TSS	TP	TN	Metals	BOD	Bacteria	Comments
75	50- 55	45 - 55	75 - 80	70	75	Capture of 12.7 mm (0.5 in) of runoff (first flush)
99	65- 75	60 - 70	95 - 99	80	90	Capture of 25.4 mm (1 in) of runoff
90	60- 70	55 - 60	85 - 90	80	90	Capture of 50.8 mm (2 in) of runoff

Source: Schueler (1987).

#### Manutenzione

Lo strato superficiale è affetto da facile intasamento, pertanto è necessaria una manutenzione atta a rimuovere periodicamente i sedimenti del materiale depositato.

La letteratura consiglia la rimozione almeno due volte all'anno o dopo ogni grande evento meteorico, lo strato di materiale che si deposita sul fondo del bacino e ripristinare la capacità d'infiltrazione "smuovendo" il terreno (ciotoli) di base.

La vita utile è funzione della manutenzione periodica. In letteratura viene indicata intorno a 5-10 anni.

## 13 PIANIFICAZIONE DEL PROCESSO DI CANTIERIZZAZIONE

### 13.1 Fasi costruttive

L'infrastruttura in progetto può tecnicamente essere differenziata in due distinte tratte ognuna delle quali presenta delle specifiche fasi costruttive connesse alla peculiarità dell'intervento stesso:

Tratta EST – di collegamento tra la rotatoria di Via IV Novembre a Novate M.se, sino al manufatto di sottopasso ferroviario FNM Milano-Varese, questo incluso;;

Tratta OVEST – di collegamento tra il sottopasso ferroviario FNM Milano Varese, questo escluso, e la Via G. Di Vittorio in comune di Novate M.se

La fasizzazione dei lavori è stata studiata in modo da non interferire con la viabilità principale della A52 ex SP 46 Rho Monza, nonché con il completo mantenimento in esercizio della viabilità locale interferita (Via IV Novembre e Via Di Vittorio a Novate M.se).

### **Macro Fasi**

Fase 0:

- Risoluzione interferenze con sottoservizi interrati. Nell'ambito di tale fase rientrano le fasi propedeutiche all'avvio vero e proprio dei lavori di realizzazione del collegamento viario oggetto del presente studio. Le attività sono altresì necessarie per procedere all'approntamento dei cantieri nelle zone di lavoro interessate dalle opere.

### **TRATTA EST:**

Fase 1:

- Deviazione via IV Novembre, con realizzazione di nuovo collegamento alla rotatoria e realizzazione accesso alle aree di cantiere;

Fase 2:

- Realizzazione opere di sostegno dei rilevati OS60 e OS61;
- Realizzazione scavo per costruzione a pie' d'opera del monolite di sottopasso alle ferrovie, con realizzazione platea di spinta;

Fase 3:

- Realizzazione a pie' d'opera del manufatto monolite GA11;

Fase 4:

- Realizzazione opere di sostegno armamento ferroviario propedeutiche alla realizzazione della spinta della GA11;
- Spinta del monolite in sottopasso alle linee ferroviarie FNM;

Fase 5:

- Realizzazione muri ad "U" zona imbocco GA11 e rinterro scavo sino a quota imposta fondazione stradale;

Fase 6:

- Realizzazione opere stradali e sistema gestione acque di piattaforma;

Fase 7:

- Realizzazione opere complementari e di finitura quali: barriere di sicurezza, segnaletica orizzontale e verticale, opere a verde, ecc...;

### **TRATTA OVEST:**

Fase 1:

- Realizzazione movimenti materia con scavo per realizzazione trincea e preparazione piano di posa per i tratti in rilevato;

Fase 2:

- Realizzazione muri ad "U", OSA1 e OSA2, zona imbocco GA11 e rinterro scavo sino a quota imposta fondazione stradale;

Fase 3:

- Realizzazione opere stradali e sistema gestione acque di piattaforma;

Fase 4:

- Realizzazione opere complementari e di finitura quali: barriere di sicurezza, segnaletica orizzontale e verticale, opere a verde, ecc...;

La durata complessiva della fase di cantiere per la realizzazione dell'infrastruttura in oggetto è stata stimata in circa 15 mesi. Il dettaglio logico-temporale della successione delle lavorazioni è illustrato nel Cronoprogramma.

### 13.2 Analisi fabbisogni e movimenti materia

Nello svolgimento delle attività realizzative, l'operato sarà improntato al principio secondo il quale sarà favorito il più possibile il recupero/riutilizzo dei materiali di risulta rispetto alla relativa gestione come rifiuti in impianti di recupero/discardica.

Il recupero dei materiali provenienti dagli scavi ed il loro riutilizzo consente una significativa riduzione della fornitura da cava con evidenti benefici in termini ambientali ed economici.

In particolare si evidenzia la riduzione dei traffici dei mezzi d'opera da e per i siti di approvvigionamento, la conseguente riduzione di emissioni nocive, i minori rischi in termini di sicurezza stradale legati alla circolazione di mezzi pesanti su viabilità ordinaria, e, in generale, il minor consumo di territorio.

Le analisi geognostiche condotte, unitamente alle analisi di tipo chimico, mirate alla valutazione dell'eventuale inquinamento dei materiali, indicano la possibilità di un completo riutilizzo delle terre provenienti dagli scavi.

Per ciascuna area sono state definite le quantità geometriche di materiali provenienti dagli scavi. Tali quantitativi sono suddivisi per le diverse aree tecniche, fasi di attività e tipologia di scavo, con l'indicazione dei singoli quantitativi e dei totali.

Analogamente a quanto fatto per gli scavi, si è successivamente provveduto a definire, sempre per ciascuna area, i fabbisogni necessari in termini di materiale per rilevato, terreno vegetale e rimodellamenti; tali quantità sono desunte da apposito programma di calcolo.

Sulla base della documentazione geognostica disponibile sono state definite per ciascuna area tecnica e per ciascun tipo di scavo le percentuali di recupero e la suddivisione in classi di merceologiche di utilizzo.

Nella tabella che segue si riporta il confronto generale tra il fabbisogno di materiale in cantiere e il terreno riutilizzato dagli scavi per compensare tale necessità di approvvigionamento.

<b>Bilancio sterri riporti (m<sup>3</sup>)</b>			
	<b>TRATTA EST</b>	<b>TRATTA OVEST</b>	<b>TOTALE</b>
Disponibilità per rilevati/ritombamenti	28.883	10.576	39.459
Fabbisogni Rilevati/ritombamenti	9.008	4.751	13.759
<b>Bilancio Rilevati</b>	<b>19.875</b>	<b>5.825</b>	<b>25.700</b>

Nell'ambito di tali quantitativi non figurano i volumi afferenti i fabbisogni per la preparazione dei piani di posa dei rilevati, interessanti unicamente la tratta OVEST per mc 1.262, che come detto, nell'ipotesi del presente studio, dovranno essere integralmente approvvigionati da cava per inerti pregiati; analoga considerazione è da effettuarsi per calcestruzzi e pavimentazioni stradali di progetto

Dalle tabelle sopra riportate si desumono i quantitativi di materia per i quali si renderà necessaria la relativa movimentazione.

In termini di utilizzo di tali eccedenze, avendo accertato preliminarmente il rispetto dei valori delle concentrazioni di soglia di contaminazione di cui alle colonne A e B della tabella 1 dell'allegato 5 alla parte IV del decreto legislativo n. 152 del 2006, ad oggi l'ipotesi progettuale prevede che nel piano di riutilizzo, che sarà sottoposto all'approvazione finale, potranno essere contemplate le opportune opzioni relative all'impiego dei materiali eccedenti e provenienti dagli scavi. In particolare, i volumi saranno prioritariamente ed integralmente reimpiegati per l'effettuazione di ulteriori interventi di rimodellamento morfologico in sito, ovvero, se del caso, potranno essere utilizzate le facoltà previste dall'art. 36 del D.M. 145/2000 in tema di cessione all'appaltatore dei materiali eccedenti e provenienti dagli scavi.

### 13.3 Campi, cantieri e aree di supporto

In funzione delle attività e del personale medio presente in cantiere sono stati individuati, dopo una attenta analisi del territorio, tre aree di cantiere:

- C1: Tratto Est - Area Cantiere n°1
- C2: Tratto Est - Area Cantiere n°2
- C3: Tratto Ovest - Area Cantiere n°3

#### C1: Tratto Est - Area Cantiere n°1

La prima area di cantiere è localizzata nei pressi della via IV Novembre, in comune di Bollate, in fregio alla carreggiata Sud della A52 ex Sp 46 Rho Monza.

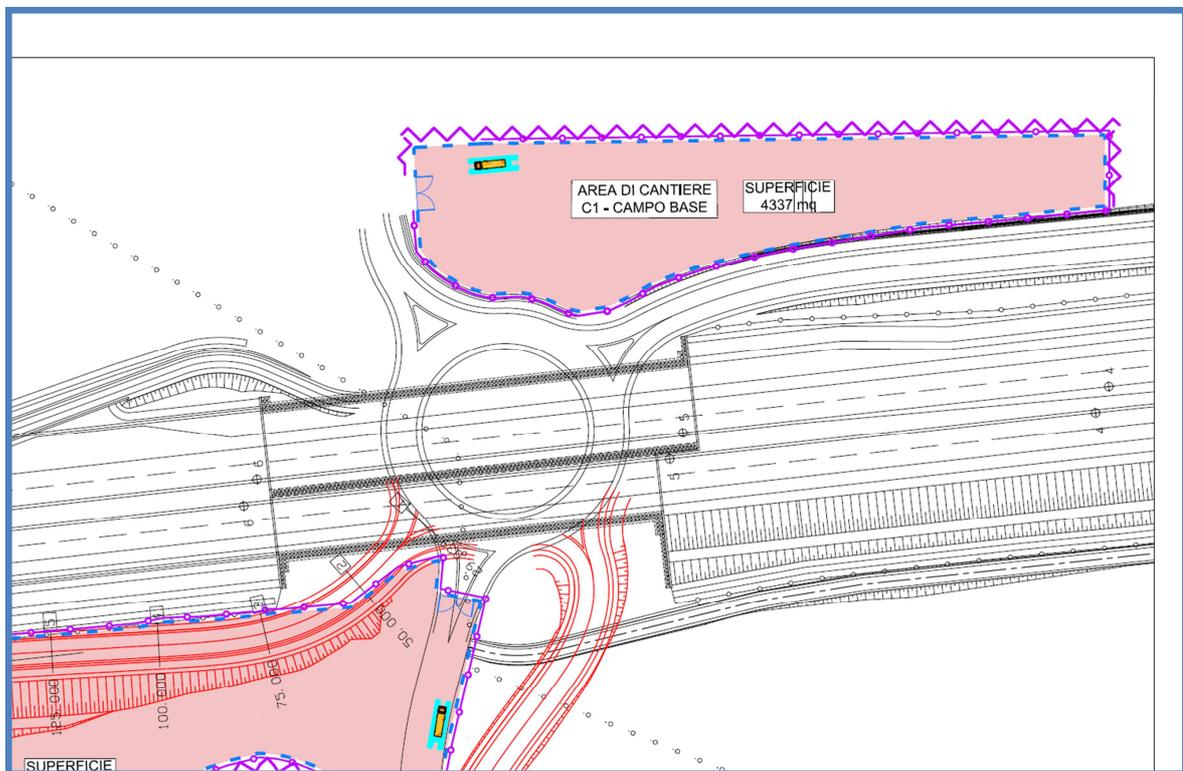
L'accesso alla stessa è previsto avvenga direttamente dalla Via IV Novembre e, attraverso la rotatoria di Via IV Novembre, è garantito l'immediato accesso all'area di cantiere operativa C2.

In tale area è prevista l'installazione del campo base di cantiere, con tutti gli apprestamenti tecnico-gestionali correlati alla compiuta gestione dei lavori, quali uffici e parcheggi, tettoie/capannoni da adibire ad eventuale aree di lavoro al coperto.

Inoltre, nell'area è possibile prevedere lo stoccaggio di materiale, non proveniente dagli scavi, da utilizzare durante l'esecuzione dei lavori.

La superficie dell'area è di circa mq 4.337,00

*Cantiere C1 – campo base - Tratto Est*



## C2: Tratto Est - Area Cantiere n° 2

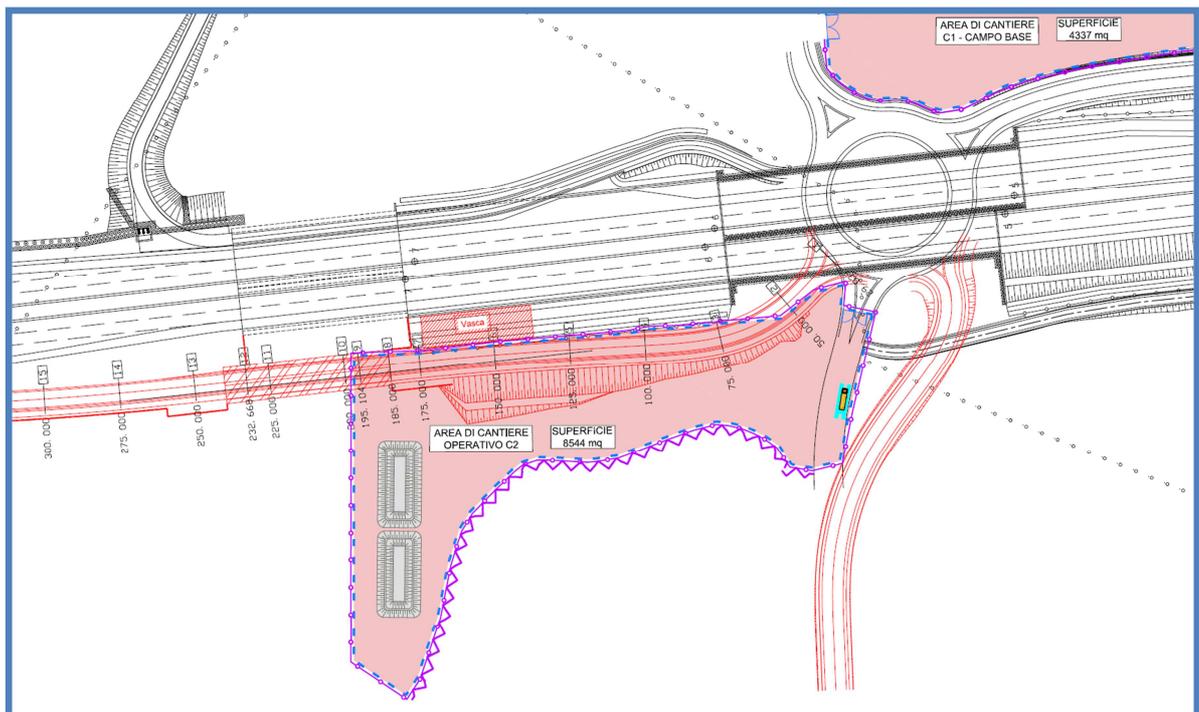
Tale area è posta in fregio alla carreggiata Nord della A52 ex Sp 46 Rho Monza, e comprende le aree sulle quali verranno realizzate le opere stradali ricomprese nel tratto Est.

Costituisce, pertanto, l'area operativa del Tratto Est, comprendendo dunque le aree di stoccaggio del materiale inerte proveniente dagli scavi, per una capienza di circa 9.000 mc, nonché le aree destinate sia alla realizzazione a piè d'opera del monolite di sottoattraversamento delle linee ferroviarie, sia delle attività di spinta vera e propria.

L'area ha un'estensione di circa 8544 mq, ed è immediatamente accessibile dalla rotatoria di Via IV Novembre.

L'area adibita allo stoccaggio per la caratterizzazione delle terre verrà completamente impermeabilizzata sul fondo in modo da evitare qualsiasi eventuale inquinamento del sottosuolo e sarà dotata di un impianto chiuso per la raccolta delle acque collegato a vasche di decantazione con sfioratore, che andranno a scaricare nel recapito più vicino.

*Area di supporto C2 lungo la Tratta 1*



### **C3: Tratto Ovest - Area Cantiere n° 3**

Tale area è posta in fregio alla carreggiata Nord della A52 ex Sp 46 Rho Monza, nei pressi dello svincolo di Bollate/Novate e comprende le aree sulle quali verranno realizzate le opere stradali ricomprese nel tratto Ovest.

L'accesso alla stessa è previsto avvenga direttamente dalla Via Di Vittorio a Novate Milanese.

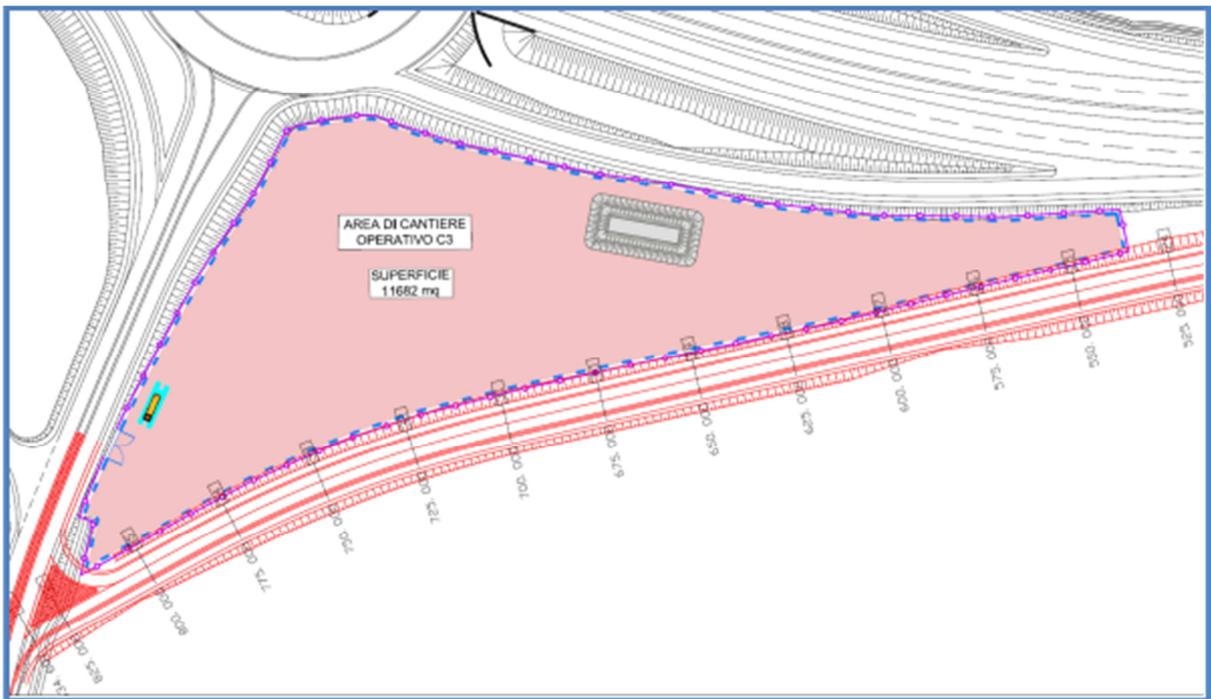
Tale area costituisce l'area operativa del Tratto Ovest, comprendendo dunque le aree di stoccaggio del materiale inerte proveniente dagli scavi, per una capienza di circa 5.000 mc.

Inoltre, nella medesima area è prevista anche l'installazione del campo base di cantiere, per il tratto Ovest, con tutti gli apprestamenti tecnico-gestionali correlati alla compiuta gestione dei lavori, quali uffici e parcheggi, tettoie/capannoni da adibire ad eventuale aree di lavoro al coperto, nonché l'eventuale stoccaggio di materiale da utilizzare durante l'esecuzione dei lavori.

L'area ha un'estensione di circa 11.682 mq.

Anche in questo caso, l'area adibita allo stoccaggio per la caratterizzazione delle terre verrà completamente impermeabilizzata sul fondo in modo da evitare qualsiasi eventuale inquinamento del sottosuolo e sarà dotata di un impianto chiuso per la raccolta delle acque collegato a vasche di decantazione con sfioratore, che andranno a scaricare nel recapito più vicino.

*Area di supporto C3 lungo la Tratta 2*



## 14 Identificazione delle opere impiantistiche di progetto

Sono di seguito riportati le indicazioni di riferimento alle opere impiantistiche previste nel progetto in oggetto.

### 14.1 Impianti di illuminazione esterna

Si prevede la realizzazione degli impianti di illuminazione stradale della piattaforma stradale in progetto che si sviluppa da Est a Ovest sino alla progressiva chilometrica 0+835.

I tratti stradali di progetto saranno attrezzati con punti luce composti da corpi illuminanti asimmetrici con lampada s.a.p. da 150 Watt su palo con altezza fuori terra pari da 8,5 m (interdistanza 25 m).

### 14.2 Impianti di illuminazione gallerie in viabilità ordinaria

Si dovrà prevedere la realizzazione degli impianti di illuminazione delle gallerie presenti sul tracciato della piattaforma stradale.

La realizzazione degli impianti sopra elencati dovrà essere eseguita secondo i dettami della Norma UNI 11095 predisponendo proiettori luminosi con lampade s.a.p. nelle modalità desumibili da adeguato calcolo illuminotecnico.

## 15 STUDIO AMBIENTALE ed INTERVENTI DI AMBIENTAZIONE PAESAGGISTICA

### 15.1 Considerazioni sulle analisi già condotte e validità delle stesse

Da un punto di vista degli effetti sulle componenti ambientali è importante notare che, ancorché il progetto della strada di collegamento urbana in affiancamento alla A52 (ex SP 46 RHO - MONZA) in comune di Novate Milanese, sia separato ed indipendente dall'intervento relativo alla riqualifica della SP 46 RHO MONZA, esso si colloca nel medesimo corridoio territoriale dell'opera sulla quale è intervenuta una procedura di VIA nazionale.

E' dunque necessario richiamare brevemente il quadro evolutivo degli iter autorizzativi intervenuti sull'intervento limitrofo relativo alla VIABILITA' DI ADDUZIONE AL SISTEMA AUTOSTRADALE ESISTENTE RIQUALIFICA CON CARATTERISTICHE AUTOSTRADALI DELLA SP 46 "RHO-MONZA", lotti 1-2-3

Nei progetti sottoposti a VIA relativi alla RIQUALIFICA DELLA SP 46 "RHO-MONZA", lotti 1-2-3, erano previste, nel corridoio territoriale in argomento, le seguenti infrastrutture in affiancamento tra loro:

- la SP46 Rho-Monza riqualificata con caratteristiche autostradali,
- una nuova strada extraurbana secondaria (categoria C secondo Codice della Strada).

I decreti VIA rispettivamente emessi per i lotti 1 e 2 (DM n.2 del 07/01/2014) e per il lotto 3 (DM n.437 del 10/08/2012), avevano pertanto analizzato ed approvato un quadro infrastrutturale che, per il corridoio territoriale oggetto di interesse, era costituito dalle due infrastrutture: una tipo autostradale ed una di tipo extraurbana secondaria.

La strada extraurbana secondaria, quantunque approvata in sede di VIA, veniva tuttavia stralciata nelle successive Conferenze di Servizi (quindi non per ragioni di natura ambientale) senza ovviamente modificare il quadro prescrittivo e le opere di mitigazione dei provvedimenti di compatibilità ambientale sopra ricordati.

Come evidenziato nel quadro di riferimento progettuale, la genesi del progetto in oggetto è conseguente alla mutata esigenza degli Enti Locali di prevedere, nel medesimo corridoio territoriale, un collegamento

viabilistico di tipo locale urbano (categoria F secondo Codice della Strada) in luogo della strada extraurbana secondaria.

Pertanto, per il corridoio territoriale in argomento, si avrebbero ora le seguenti infrastrutture:

- la SP46 Rho-Monza riqualificata con caratteristiche autostradali
- una strada locale urbana (categoria F secondo Codice della Strada).

Ne consegue che i parametri incidenti sulle componenti ambientali che ne derivano, sono evidentemente inferiori rispetto a quelli già analizzati ed autorizzati in sede di VIA nazionale, stante la natura locale urbana della nuova viabilità.

Le analisi sulle componenti ambientali già effettuate sono quindi da ritenersi ancora valide e, stante la minore valenza e funzionalità della strada in progetto, ne costituiscono un limite superiore.

Nel progetto si sono dunque riepilogate le caratterizzazioni delle componenti ambientali, nonché la valutazione dei potenziali impatti ambientali già effettuati in sede di VIA nazionale.

In particolare si riportano gli approfondimenti condotti in relazione alla Prescrizione n° 3 di cui al decreto di compatibilità ambientale prot. DM\_00002 del 07/01/2014, la cui ottemperanza è stata decretata con Determina Direttoriale del Ministero dell'Ambiente n. DVA-2014-0018901 del 13/06/2014.

## 15.2 Stima dei potenziali impatti ambientali derivanti dalla realizzazione delle opere

La ricognizione e la definizione del quadro analitico relativo alla definizione dello stato ante-operam delle singole componenti ambientali, è stata sviluppata con un livello di approfondimento superiore rispetto alle consuete modalità di uno studio di pre-fattibilità ambientale tipico della presente fase progettuale, affrontando ed esaminando il quadro di riferimento programmatico, il quadro progettuale ed il quadro ambientale.

Questa opzione metodologica ha consentito quindi una appropriata valutazione degli effetti della realizzazione delle opere, restituita in modo sintetico nelle tabelle riportate al precedente paragrafo.

Le modalità mediante le quali si configura l'intervento che, di fatto, prevede:

- un sostanziale miglioramento delle modalità di connessione locale dal punto di vista del transito e della sicurezza dei veicoli;
- uno sviluppo planimetrico che non modifica e non altera l'attuale fascia di rispetto stradale in termini di destinazione a viabilità dei suoli

restituiscono un quadro dei potenziali impatti che non prevede significativi ed apprezzabili alterazioni in termini negativi sulle componenti ambientali e sulle relazioni territoriali considerate.

Laddove, nell'ambito del procedimento valutativo, il presente studio suggerisce alcune cautele, queste si potranno essere superate nel corso dello sviluppo del livello progettuale e della ottimizzazione delle soluzioni di dettaglio (ad es.: trattamento acque di piattaforma).

### 15.3 Interventi di ambientazione paesaggistica

A fronte delle degli approfondimenti effettuati per ciascuna componente ambientale, le opere di mitigazione a verde presenti nel progetto sono state previste e ipotizzate al fine di mirare a favorire il mantenersi del quadro attuale assentito nei procedimenti già svolti.

In sintesi

- a. Ripristino delle condizioni dei contesti paesaggistici già assentiti e circostanti l'intervento.
- b. Arredo e ambientazione delle scarpate e delle aree di svincolo.
- c. Ripristino della realizzazione di quinte vegetali per mascherare l'inserimento degli elementi infrastrutturali maggiormente invasivi.
- d. Realizzazione di impianti di trattamento delle acque di prima pioggia e di sversamento accidentale.
- e. Realizzazione di adeguate impermeabilizzazioni e sistemi di drenaggio per i percolati.

## 16 INTERFERENZE

La nuova infrastruttura, che come noto si sviluppa lungo il corridoio dell'attuale SP 46 Rho-Monza riqualificata a livello autostradale, interessa aree antropizzate e con la conseguente presenza di numerosi elementi di interferenza. Si è quindi proceduto ad un'approfondita ricerca delle possibili interferenze lungo il corridoio interessato dal progetto dell'infrastruttura.

La situazione esistente è stata verificata tramite:

- sopralluoghi in sito
- ricerca di specifici dati presso enti locali
- ricerca di specifici dati presso enti gestori di servizi sul territorio
- verifica di banche dati

In particolare, l'attività è consistita nel censimento delle interferenze all'interno delle aree interessate dal progetto verificando le interferenze già rilevate attraverso la campagna topografica o già in possesso delle Concessionarie autostradali. Inoltre, per tutte le reti, impianti e opere interferenti con la nuova infrastruttura in progetto è stato ipotizzato un possibile intervento di adeguamento ponendo particolare attenzione alle situazioni più complesse (linee elettriche ad alta tensioni e gasdotti ad alta pressione) al fine di stimare correttamente le opere civili ed impiantistiche per la risoluzione delle stesse.

L'infrastruttura tecnologica è stata individuata e censita come interferente quando allo stato di fatto (o, in alcuni casi, di progetto) questa insiste all'interno della fascia di rispetto individuata, sia essa a raso, sia aerea soprasuolo, che completamente interrata.

Si sono ricercate ed individuate le seguenti tipologie di infrastruttura:

- Reti di approvvigionamento idrico (acquedotto);
- Reti raccolta e smaltimento acque reflue (fognature comunali e collettori consortili);
- Reti di trasporto e distribuzione energia elettrica (alta ed altissima tensione, media e bassa tensione per utenze private e Pubblica Illuminazione);
- Reti di trasporto e distribuzione gas (gasdotti alta pressione, gasdotti media e bassa pressione per utenze private);
- Reti di telecomunicazione e relativi cablaggi (telefonia su cavo, telefonia mobile, fibre ottiche);
- Reti di teleriscaldamento;

- Oleodotti;
- Azotodotti ed ossigenodotti;
- Idrografia principale e reticolo idrografico minore;
- Reti di adduzione acqua per irrigazione;
- Elettificazione linee ferroviarie, tranviarie e di trasporto pubblico;
- Altro, impianti particolari (semaforici, controllo del traffico, ecc...)
- Viabilità primaria e principale
- Viabilità secondaria e locale
- Ferrovie
- Metropolitane e tranvie
- Edifici e strutture sportive
- Corsi d'acqua (fiumi e torrenti)
- Sistema dei canali irrigui

In via preliminare, dall'analisi delle diverse interferenze rilevate si evidenzia quanto segue:

- significativa e di alta importanza risultano l'interferenze con la linea ferroviaria censita segnalandola come particolarmente impegnativa in quanto il tracciato interessa le linee (quattro binari) della tratta Milano-Varese delle Ferrovie Nord Milano;
- sempre tra gli impianti sono stati censiti linee dorsali di gasdotto che interferiscono con il tracciato; significativa appare l'interferenza con la dorsale parallela al tracciato che sottopassa la linea ferroviaria.

Non vi sono interferenze con corsi d'acqua e canali medio-piccoli (rogge e cavi)

## 17 ESPROPRI E FASCE DI RISPETTO

Per poter procedere all'acquisizione in via ablativa dei beni immobili di proprietà privata o pubblica interessati dalla realizzazione delle opere oggetto del presente progetto preliminare, sono stati catalogati i beni mediante la determinazione delle superfici necessarie alla realizzazione dell'opera per tipo di occupazione. In particolare è stato adottato il seguente criterio in base alla sezione corrente:

- in caso di trincea o rilevato: limite di occupazione è posto in coincidenza della ubicazione della scarpata di progetto con una maggiorazione tra i 5 e 6 mt. dal piede o dal ciglio della scarpata stessa, per contemplare le opere collaterali e l'occupazione temporanea a consentire le cantierizzazioni e movimenti di mezzi.
- in casi puntuali: esproprio temporaneo per le aree di cantiere e per la cantierizzazione dei singoli manufatti in progetto. Nelle fattispecie l'occupazione è stata determinata secondo le esigenze specifiche per consentire l'esecuzione dei lavori secondo le tecniche progettate ed in considerazione della movimentazione di uomini e mezzi in piena sicurezza operativa.

Invece Per potere conteggiare preliminarmente le somme necessarie agli espropri e danni si è proceduto con le seguenti modalità:

Per le aree agricole si sono applicate le norme dell'art. 40 del DPR 327/01, considerando le stesse riferite ai valori agricoli medi per territorialità omogenee determinati dalla Commissione Provinciale Espropri di Milano; invece per le aree a potenzialità edificatoria legale o assimilate, si sono applicate le norme indicate dall'art. 37,38 e 39 del sopracitato T.U., temperando il valore venale, riferito a valori di mercato delle zone in esame.

Sono stati inoltre calcolati gli importi per la corresponsione delle indennità d'occupazione temporanea e degli interessi, dedotti secondo la vigente normativa di riferimento, applicando il criterio della presumibile incidenza del danno determinato dal mancato godimento del bene per la durata della sua detenzione e per le spese procedurali.

## 18 CRONOPROGRAMMA DELLE ATTIVITA'

La durata complessiva della fase di cantiere per la realizzazione dell'infrastruttura in oggetto è stata stimata in circa 15 mesi. Il dettaglio logico-temporale della successione delle lavorazioni è illustrato nel Cronoprogramma.

Di seguito si riportano sinteticamente le fasi attuative ipotizzate:

- verifica di assoggettabilità
- progettazione definitiva
- validazione tecnica del concedente MIT
- procedure espropriative per il vincolo preordinato all'esproprio
- conferenza di servizi
- aggiornamento progetto definitivo/esecutivo
- procedure espropriative per la pubblica utilità
- approvazione progetto e pubblica utilità
- avvio acquisizione aree
- individuazione dell'esecutore dei lavori
- realizzazione opere
- collaudo

## 19 INDIRIZZI PER LA REDAZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO

Il progetto dovrà essere conforme a quanto prescritto dalla vigente normativa in materia di Lavori Pubblici.

I principali aspetti soggetti ad approfondimento nelle fasi successive della progettazione sono costituiti essenzialmente da:

- Problematiche esecutive di cantiere: fasi di cantiere, sicurezza, ecc.
- Ottimizzazione delle soluzioni progettuali al fine di minimizzare, per quanto possibile, le problematiche di interferenza con i pubblici servizi.
- Dimensionamento di tutte le opere previste dalla progettazione;
- Aspetti idraulici: dimensionamento del sistema di raccolta delle acque di piattaforma e degli impianti di trattamento acque meteoriche, con individuazione dei recapiti.

Il progetto dovrà essere redatto su una base cartografica con dettaglio idoneo al livello definitivo, integrata mediante rilievo celerimetrico a terra per le aree riguardanti:

- La risoluzione di interferenze le infrastrutture di trasporto (linee Ferroviarie);
- Aree di particolare criticità per l'inserimento territoriale dell'infrastruttura

Inoltre dovrà essere sviluppata un'accurata indagine ed approfondimento geotecnico riferito alla spinta del monolite sotto la ferrovia.

Per tutti gli altri aspetti specifici si rimanda alle relazioni tecniche di rispettivi ambiti di progettazione.