

# TANGENZIALE EST ESTERNA DI MILANO

CODICE C.U.P. I21B05000290007  
CODICE C.I.G. 017107578C

## PROGETTO ESECUTIVO

### LOTTO C

#### COLLEGAMENTO S.P.40 "BINASCHINA" - S.P.39 "CERCA" (C17)

#### PARTE GENERALE RELAZIONE GENERALE

IL PROGETTISTA  
*Piem Paolo Melis*  
SINA S.p.A.

Dott. Ing. Gian Paolo Melis  
Ordine Ingegneri di Parma  
n. 1686



Dott. Ing. Enrico Zorghi  
Ordine Ingegneri di Padova  
n. 2259

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM  
IL DIRETTORE TECNICO



*Rocco Magri*  
Dott. Ing. Rocco Magri

RESPONSABILE INTEGRAZIONE  
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

*Pietro Mazzoli*  
Dott. Ing. Pietro Mazzoli  
Ordine Ingegneri di Parma  
n. 821

IL CONCEDENTE



CONCESSIONI  
AUTOSTRADALI  
LOMBARDE

IL CONCESSIONARIO

tangenziale  
esterna

IL DIRETTORE DEI LAVORI

EM./REV.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORAZIONE PROGETTUALE	CONTR.	APPROV.																								
A	30/01/2012	EMISSIONE	R.Babini	G.Viganò	G.P.Melis																								
<p>IDENTIFICAZIONE ELABORATO</p> <table border="1"> <tr> <td>NUM. Progr.</td> <td>FASE</td> <td>LOTTO</td> <td>ZONA</td> <td>OPERA</td> <td>TRATTO OPERA</td> <td>AMBITO</td> <td>TIPO ELABORATO</td> <td>PROGRESSIVA</td> <td>REV.</td> <td>DATA:</td> <td>30/01/2012</td> </tr> <tr> <td>C2698</td> <td>E</td> <td>C</td> <td>C17</td> <td>IRT01</td> <td>0</td> <td>GE</td> <td>RG</td> <td>001</td> <td>A</td> <td>SCALA:</td> <td>-</td> </tr> </table>						NUM. Progr.	FASE	LOTTO	ZONA	OPERA	TRATTO OPERA	AMBITO	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVA	REV.	DATA:	30/01/2012	C2698	E	C	C17	IRT01	0	GE	RG	001	A	SCALA:	-
NUM. Progr.	FASE	LOTTO	ZONA	OPERA	TRATTO OPERA	AMBITO	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVA	REV.	DATA:	30/01/2012																		
C2698	E	C	C17	IRT01	0	GE	RG	001	A	SCALA:	-																		

**INDICE**

1.	PREMESSE.....	4
1.1	Scopo del documento	4
2.	QUADRO DI RIFERIMENTO GENERALE .....	4
2.1	Le principali scelte progettuali	6
2.2	Sintesi dell'intervento	7
3.	GLI STUDI PROPEDEUTICI .....	9
3.1	Rilievi topografici	9
3.2	Rilievi servizi aerei e interrati	9
3.3	Geognostica e studio geologico-geotecnico	10
3.3.1	<i>Geomorfologia</i> .....	10
3.3.2	<i>Geologia</i> .....	10
3.3.3	<i>Idrogeologia</i> .....	11
3.4	Idrologia e idraulica acque di piattaforma	12
3.4.1	<i>Sistema di captazione e smaltimento acque</i> .....	12
4.	L'ASSE STRADALE .....	15
4.1	Sezioni tipo	17
4.1.1	<i>Rotatorie</i> .....	19
4.1.2	<i>Piste ciclabili</i> .....	20
4.2	Sovrastrutture e pavimentazioni	20
4.3	Barriere di sicurezza	21
4.4	Segnaletica verticale e orizzontale	22
4.5	Opere d'arte maggiori	24
4.5.1	<i>Premessa</i> .....	24
4.5.2	<i>Ponte sul fiume Lambro</i> .....	24
4.5.3	<i>Ponte sul fiume Lambro</i> .....	27
4.6	Opere d'arte minori	28
4.6.1	<i>Sottopasso ciclopedonale</i> .....	28
5.	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE .....	29
5.1	Punto di consegna energia	30
5.2	Sviluppo degli impianti	30

<b>CCT</b>	Doc. N. C2698	CODIFICA DOCUMENTO C2698_E_C_C17_IRT01_0_GE_RG_001_A.docx	REV. A	FOGLIO 3 di 33
------------	------------------	--------------------------------------------------------------	-----------	-------------------

5.2.1	<i>la rotatoria S.P.40 "Binaschina".....</i>	31
5.2.2	<i>La rotatoria S.P.39 "Cerca".....</i>	32

## 1. PREMESSE

### 1.1 Scopo del documento

Scopo del presente documento è di illustrare nelle sue linee generali il progetto esecutivo del nuovo tratto stradale di collegamento tra le S.P. n° 39 e S.P. n° 40 che ricade nei Comuni di Melegnano, San Giuliano Milanese e Colturano, al fine di facilitare e introdurre alla lettura degli elaborati progettuali, nonché di descrivere le normative di riferimento, le scelte progettuali adottate ed il percorso seguito nell'elaborazione dei documenti.

Il progetto prevede:

- la realizzazione di un nuovo tratto stradale di collegamento tra le S.P.n.39 e S.P.n.40 per uno sviluppo complessivo di circa 1400 metri innestato sulla viabilità esistente attraverso due svincoli del tipo rotonda a raso.

Il tracciato attraversa i Comuni di Melegnano, San Giuliano Milanese e Colturano.

La nuova infrastruttura si sviluppa interamente in rilevato con quote variabili da 2.00 m a 7.00 m sul piano campagna; le interferenze con i corsi d'acqua attraversati sono risolte con l'utilizzo di due ponti di cui il più significativo sul fiume Lambro si sviluppa per complessivi 574 metri, mentre quello sul canale Redefossi ha una luce unica pari a 27.44 metri.

- la riqualifica del 'Percorso dei Giganti' per uno sviluppo complessivo di 1084.00 metri, mediante la realizzazione di percorso ciclopedonale (esproprio e sistemazione con misto granulare stabilizzato  $b = 3.00$  m,  $sp. = 20$  cm).

Il previsto percorso ciclopedonale progettato nell'ambito del Progetto Definitivo, comprensivo del sovrappasso sul fiume Lambro mediante passerella di luce pari a 30.0 m e ricadente nei comuni di S.Giuliano Milanese e Colturano, a seguito del parere della Commissione V.I.A. è stato stralciato dal progetto esecutivo.

Di questo intervento rimane la realizzazione del sottovia al nuovo asse stradale mediante un manufatto scatolare che ospita sia la pista ciclopedonale che la deviazione del vicino fosso di scolo.

## 2. QUADRO DI RIFERIMENTO GENERALE

L'ambito territoriale entro il quale si colloca il progetto in esame è costituito dal territorio a nord dell'abitato di Melegnano; l'intervento interessa il territorio dei comuni di Melegnano, San Giuliano Milanese e Colturano in Provincia di Milano.

Il comune di Melegnano si sviluppa principalmente sul lato occidentale della via Emilia "S.S. 9" ed il territorio si estende, con forma frastagliata, a sud-est di Milano, ed è

bagnato nella parte orientale dal fiume Lambro. La posizione geografica pone il comune di Melegnano al centro di importanti vie di comunicazione, alcune delle quali sono l'A1 - Autostrada del Sole, la Linea Ferroviaria Milano – Bologna e la Via Emilia "S.S. 9" che sono sicuramente di importanza nazionale; inoltre le strade provinciali 40 "Binaschina", 17 "Santangiolina", 39 "Cerca", 138 "Pandina", 165 per "Landriano" e la strada comunale per "Carpiano".

Il tracciato stradale in progetto si rende necessario in quanto la maggiore criticità della viabilità extraurbana secondaria interessante il nodo di Melegnano è causata essenzialmente dalla mancanza di una connessione diretta, esterna al centro abitato, tra le due provinciali la S.P. 39 "Cerca" e S.P. 40 "Binasco-Melegnano"; attualmente tale continuità di itinerario si realizza tramite la S.S. 9 che ha connessioni dirette con la S.P. 39 a sud dell'abitato ed a nord con la S.P. 40. Ne consegue che il traffico di scambio tra le due provinciali (che in pratica realizzano l'asse est-ovest in questo settore della viabilità provinciale) si sovrappone al traffico della S.S. 9 "Emilia" (asse nord-sud) proprio nel tratto interno al centro abitato del comune di Melegnano con evidenti pesanti effetti negativi in termini di funzionalità della circolazione, di incidentalità e di inquinamento acustico ed atmosferico.

In ragione di questa situazione di criticità la Provincia di Milano è intervenuta al fine di migliorare la fluidità del traffico e ridurre di conseguenza i livelli di congestione in due punti nevralgici della rete stradale del Comune di Melegnano:

- L'intersezione tra la S.S. 9 "Emilia" con la S.P. 40 "Binasco – Melegnano, mediante la realizzazione di una rotatoria;
- l'area di svincolo tra la S.S. n°9, la S.P. n°39 e la S.P. 138 "Pandina", riorganizzandola attraverso la realizzazione di due rotatorie che lavorano a sistema

Pertanto l'obiettivo del progetto è quello di risolvere la criticità residua, ovvero l'attraversamento del centro abitato da parte dei flussi veicolari di media e lunga percorrenza che si sviluppano lungo la direttrice est-ovest, separando il traffico di attraversamento da quello locale.

La soluzione fissata dal progetto definitivo è quella di un tracciato stradale che, partendo dall'esistente rotatoria all'incrocio della S.P. n.40 con la S.S. n.9 "via Emilia" a nord di Melegnano, si sviluppi perimetralmente al centro abitato, lungo il corridoio delimitato a nord, dal Molino della Valle e del nucleo di Rocca Brivio e a sud, dal quartiere Costige (Melegnano) e dalla Cascina Cappucino, e dopo aver superato il Cavo Vettabbia e il fiume Lambro, si chiuda sulla SP n.39 immediatamente a sud della zona industriale di Colturano. Il collegamento con la provinciale è previsto mediante una rotatoria a raso.

In relazione alla funzione svolta, al carico veicolare previsto ed alle caratteristiche delle strade su cui la variante si innesta, la nuova strada è classificabile come di Tipo "C1" "strada extraurbana secondaria.

La sezione trasversale è costituita da una piattaforma pavimentata di larghezza pari a 10.50 m composta da una corsia per ciascun senso di marcia da 3.75 m più banchina pavimentata pari a 1.50 m ciascuna.

L'intervallo progettuale di velocità prevede un limite inferiore di 60 km/h ed un limite superiore di 100 km/h: da questi valori derivano le caratteristiche plano-altimetriche di composizione del tracciato.

Per quanto riguarda il contesto urbanistico e ambientale più direttamente interessati dagli effetti generati dalla nuova infrastruttura, si evidenziano i seguenti ambiti:

- il nucleo urbano corrispondente al settore nord della città di Melegnano;
- il territorio agricolo che con i suoi elementi determina il paesaggio extraurbano prevalente;
- le aree limitrofe al fiume Lambro e le aree golenali dell'Addetta e del Vettabbia; nuclei rurali come cascina Cappuccino e Rampina;
- i mulini storici come Mulino della Valle e quello del complesso di Rocca Brivio;
- la cascina Rocca-Brivio inserita in un nucleo di grande valore storico-monumentale e aperto su un vasto ambito agricolo particolarmente pregevole dal punto di vista paesistico e ambientale.

Per quanto inerente la programmazione l'intervento risulta da tempo inserito nella pianificazione provinciale e recentemente, con la sottoscrizione dell'*Accordo di Programma per la realizzazione della Tangenziale est esterna di Milano e il potenziamento del sistema della mobilità dell'Est milanese*, risulta inserito tra le opere connesse della TEEM.

## 2.1 Le principali scelte progettuali

Il contesto pregiato attraversato e la vicinanza all'abitato a nord di Melegnano hanno richiesto particolare attenzione nella progettazione dell'opera con particolare riferimento all'inserimento paesistico - ambientale.

Di seguito si riportano i principali criteri progettuali che sono stati considerati.

Il primo aspetto considerato riguarda le scelte architettoniche direttamente legate all'opera in progetto. In particolare, nel corso delle attività preliminari, sono state valutate diverse alternative per l'opera di attraversamento del fiume Lambro e dei territori contigui.

La scelta di una soluzione con un ampio viadotto è stata ritenuta l'opzione vincente sia in termini di estetica che in tema di sicurezza idraulica. Nonostante il maggiore costo rispetto ad una sistemazione stradale in "rilevato", tale scelta consente di caratterizzare l'attraversamento dei territori a mezzo di una struttura di qualità. Una soluzione largamente condivisibile, in considerazione del contesto pregiato, rispetto ad altre opere di scarsa rilevanza estetica che avrebbero comunque obbligato ad interventi di mascheramento poco eleganti. Una parte importante della progettazione delle opere di tracciato è stata quindi dedicata alla progettazione della soluzione di attraversamento del fiume al fine di realizzare una struttura armoniosa.

Il contesto pregiato attraversato è inoltre caratterizzato dalla presenza di itinerari dedicati alla mobilità alternativa (bicicletta, sentieri campestri) in alcuni casi incompleti o scarsamente collegati tra di loro oltre che non necessariamente rispondenti a standard funzionali (piste a fondo naturale non soggette a regolare manutenzione). Tale aspetto è stato considerato di notevole importanza nella riqualificazione del territorio oggetto di intervento.

## 2.2 Sintesi dell'intervento

L'estesa complessiva del tracciato stradale in progetto è di circa 1,4 km, con sistemazione in rilevato con quote variabili tra i 3.00m ai 7.00m sul piano campagna.

Le soluzioni delle interferenze con i corsi d'acqua attraversati sono previste tramite la realizzazione di due ponti, quello sul fiume Lambro di 574 metri e quello sul canale Redefossi di 27.44 metri.

Sono inoltre previsti numerosi e consistenti interventi di inserimento paesaggistico con rimodellamenti morfologici e opere di arredo a verde.

Lungo l'intero sviluppo il tracciato stradale attraversa i seguenti comuni:

- Comune di Melegnano (da Progr. Km 0+000 a progr. Km 0+520);
- Comune di S. Giuliano Milanese (da Progr. Km 0+520 a progr. Km 1+230);
- Comune di Colturano (da Progr. Km 1+230 fino a termine intervento).

Il tracciato principale si stacca dalla sede esistente della S.P. 40 in corrispondenza della rotatoria esistente con la S.S. 9, con una curva in destra di raggio pari a  $R=600$  m seguita da un rettilineo di lunghezza  $L=1041$  che si innesta direttamente nello svincolo n. 1 di fine intervento sulla S.P. 39 a Colturano.

Nella prima tratta, il copro stradale si completa mediante una duna fonica realizzata lungo il margine destro della strada, di altezza 3 metri rispetto al piano stradale e estesa per una lunghezza di circa 406 metri (P.K. i. 0+071.00 – P.K.f. 0+477.1)

Lo svincolo n. 2, considerato come adeguamento di uno schema esistente, prevede la ridefinizione planimetrica della geometria dell'isola centrale portandola a un valore di raggio interno costante pari a  $R=35m$ , al fine di permettere un migliore innesto del nuovo tracciato stradale e della strada di accesso alla località Molino della Valle.

Per lo svincolo n. 1 ubicato a termine intervento sulla S.P. 39, si prevede la realizzazione di una rotatoria a raso con raggio interno pari a 21 metri con i rami d'ingresso a due corsie, ad eccezione del ramo sud della strada provinciale per il quale si prevede l'attestamento ad unica corsia.

Le opere d'arte maggiori presenti lungo il tracciato stradale sono rappresentate dai ponti pocanzi citati, inseriti al fine di superare le interferenze con il reticolo idraulico di superficie:

- ponte sul Canale Redefossi-Vettabbia di lunghezza complessiva di 27.44 metri (P.K.i 0+493,39-P.K.f 0+520.83)
- Ponte sul fiume Lambro di lunghezza complessiva di 574 metri compreso tra le progressive 0+734.69 e 1+308.65.

L'attraversamento del Canale Redefossi è previsto tramite una struttura che si mimetizza bene con l'ambiente naturale del bosco ripariale intorno al canale, privilegiando le superficie verdi rispetto alle strutture in vista.

Per l'opera più significativa rappresentata dall'attraversamento del fiume Lambro, tra le alternative analizzate quali approfondimento del Progetto Preliminare, si è optato la soluzione denominata a "viadotto lungo". Come anticipato al paragrafo precedente la scelta di privilegiare tale intervento rispetto ad una soluzione con rilevato e ponte è avvenuta a seguito a numerosi incontri intercorsi tra i progettisti, la Provincia di Milano e i Comuni di Melegnano, San Giuliano Milanese e Colturano, oltre che con i rappresentanti del Parco Agricolo Sud, per stabilire la soluzione più adeguata per l'attraversamento del fiume e l'inserimento dell'opera nel contesto di particolare pregio ambientale attraversato.

Le problematiche emerse sono state identificate nel rischio idrologico a cui è sottoposto l'ambito territoriale e dal complesso inserimento paesistico del manufatto.

Il "viadotto lungo" ottenuto con opera di ricercato valore tecnico-architettonico è apparso come la soluzione più adatta per rispondere in maniera favorevole ad entrambi i punti, in quanto garantisce ampiamente il deflusso delle acque, e offre maggiore trasparenza all'intervento posto necessariamente trasversalmente ai segni orografici caratterizzanti il territorio.

Il viadotto risulta difficilmente mascherabile data la dimensione vasta del contesto percettivo in cui si inserisce, ma, a differenza del rilevato, limita l'impatto visivo e la fruibilità del contesto territoriale attraversato; può inoltre diventare un elemento riconoscibile e caratterizzante l'ambiente in cui si inserisce.



Su tali considerazioni e convinzioni si è quindi ritenuto indispensabile lo sviluppo di un attento studio architettonico che consideri in particolare l'inserimento paesistico del nuovo manufatto.

Le opere d'arte minori riguardanti i manufatti idraulici riguardano la risoluzione delle interferenze con il reticolo idrografico minore (rogge e canali irrigui):

- Tombino scatolare 2x2 alla p.k. 0+635.00 dell'asse A
- Tombino circolare diam. 1200, alla p.k. 0+059.80 dell'asse S1

Completa le opere d'arte minore il sottopasso scatolare realizzato al fine di dare continuità al percorso ciclo-pedonale interferente con il tracciato principale alla p.k. 1+341.48

### **3. GLI STUDI PROPEDEUTICI**

#### **3.1 Rilievi topografici**

Il progetto dell'infrastruttura è stato sviluppato sulla base della cartografia acquisita dal progetto definitivo, ovvero rilievi Aerofotogrammetrici in scala 1:1000, integrati mediante rilievi celerimetrici a terra nei punti significativi dell'opera

I rilievi celerimetrici sono effettuati con strumentazione elettro-ottica avente ridottissimi margini di errore, e sono stati restituiti graficamente con piani quotati digitali sia in formato 2D (per la rappresentazione grafica di dettaglio) che in formato 3D (per la generazione dei modelli matematici del terreno).

Detto rilievo celerimetrico nella sua versione 2D è stato integrato al mosaico dei fotogrammetrici del comune in modo da costituire una base cartografica unica ed omogenea.

#### **3.2 Rilievi servizi aerei e interrati**

La verifica di interferenze con sottoservizi è stata condotta in due fasi:

- in prima analisi si è proceduto a recuperare presso gli enti coinvolti (Amministrazioni Comunali ed Enti esercenti) tutta la documentazione cartacea ed informatizzata riguardante i sottoservizi ubicati all'interno dell'area di intervento, provvedendo a redigere una prima cartografia di riferimento riportanti le tracce delle tubazioni.
- Successivamente, contestualmente alle attività topografiche, si è proceduto ad una verifica di congruenza sul posto delle informazioni, provvedendo, in collaborazione con tecnici delle società esercenti, agli opportuni approfondimenti nei casi in cui la corretta ubicazione plano-altimetrica del sottoservizio interferito potesse implicare ricadute sulle scelte progettuali.

### 3.3 Geognostica e studio geologico-geotecnico

#### 3.3.1 Geomorfologia

La morfologia del territorio di Melegnano, nell'area in studio, è governata principalmente dall'attività fluviale postglaciale, che è all'origine dei terrazzamenti cartografati.

Con riferimento al tracciato, vengono individuate tre zone.

- a) Il terrazzo fluvioglaciale principale presente in prossimità della rotatoria sulla S.P.40 (inizio opera), in corrispondenza del quale si hanno le quote maggiori (91m s.l.m.). Non sono segnalati fenomeni di instabilità dell'orlo di scarpata.
- b) I terrazzamenti alluvionali antichi, presenti in destra del Vettabbia (prima tratta) e in sinistra del Lambro (fine opera), aventi quote intermedie (85m s.l.m.).
- c) La piana alluvionale (attuale piano di esondazione), sede dei depositi fluviali recenti / attuali, risulta compresa gli attuali alvei dei due corsi d'acqua, delimitati dai relativi orli di scarpata di erosione. L'area della piana topograficamente è la più depressa (80m s.l.m.).

I maggiori interventi antropici si trovano sul terrazzo fluvioglaciale principale; i terrazzamenti secondari e la piana alluvionale sono invece sede di attività agricole.

#### 3.3.2 Geologia

Sul tracciato dell'opera stradale in progetto possono essere riconosciute diverse unità geologiche, distinguibili in unità fluvioglaciali e unità postglaciali:

unità *fluvioglaciali*:

- a) depositi fluvioglaciali di età würmiana;

unità *postglaciali*:

- b) depositi alluvionali terrazzati antichi
- c) depositi alluvionali recenti / attuali
- d) depositi alluvionali attuali

Gran parte del territorio comunale, compreso il centro cittadino, giace su un piano definito come *Livello Fondamentale della Pianura*, corrispondente ai depositi fluviali e fluvioglaciali di età würmiana (Pleistocene superiore). Tali terreni, nello schema di Avanzini et al. (1995), relativo al sottosuolo della provincia di Milano, corrispondono all'*Unità ghiaioso-sabbiosa*, mentre nello schema di Francani V. e Pozzi R. (1981) si identificano con il Primo Acquifero, ossia la porzione più superficiale dell'Acquifero Tradizionale (o Litozona ghiaioso-sabbiosa di Mazzarella e Martinis, 1971), che risulta costituita, nelle porzioni più profonde, dai depositi fluvioglaciali più antichi (Riss e Mindel Auct.), con presenza di livelli e lenti di conglomerati (Ceppo Auct.).

Nell'area in esame, tali depositi confermano la natura prevalentemente ghiaioso-sabbiosa dei terreni. Sono senz'altro i sedimenti più diffusi e costituiscono il terrazzo

morfologicamente più elevato su cui nel tempo hanno agito i corsi d'acqua con la loro azione erosiva e deposizionale.

Il tracciato in progetto si fonda sui depositi würmiani solo nella tratta iniziale comprendente la rotatoria di connessione con la S.P.40 e la S.S.9; superata la rotatoria, nella direzione delle progressive crescenti, si ha il progressivo approfondimento del tetto dei depositi fluvioglaciali, per erosione fluviale, e la conseguente comparsa dei depositi postglaciali antichi, recenti e attuali, per sedimentazione alluvionale.

La campagna di indagini ha messo in luce le caratteristiche dei terreni costituenti le due unità. In particolare, oltre alle relative caratteristiche fisiche e geotecniche trattate integralmente nella Relazione geotecnica generale, sono evidenti le differenze in termini granulometrici.

I depositi fluvioglaciali, attraversati dalle verticali di sondaggio indicativamente a partire da 16m di profondità, risultano grossolani (ghiaia con sabbia da debolmente limosa a limosa - AGI); i sovrastanti depositi alluvionali sono relativamente meno grossolani (sabbia da debolmente limosa a limosa - AGI). Internamente a entrambe le formazioni si trovano lenti di limi argillosi di spessore modesto. Non è evidente, e quindi significativa in termini progettuali, la distinzione all'interno dell'unità post glaciale tra alluvioni antiche, recenti e attuali.

### 3.3.3 Idrogeologia

Come precedentemente affermato, il sottosuolo dell'area sulla in esame risulta caratterizzato dal punto di vista idrogeologico dalla presenza della *litozona ghiaioso-sabbiosa* in corrispondenza del livello fondamentale della pianura e di *depositi alluvionali attuali, recenti e antichi* nella valle del Lambro. La litozona ghiaioso-sabbiosa rappresenta la principale fonte da cui prelevano i pozzi, in quanto i depositi grossolani sono sede di un esteso acquifero freatico caratterizzato da continuità laterale (acquifero tradizionale, Martinis, Mazzarella – Primo e Secondo Acquifero, Francani, Pozzi). La determinazione della soggiacenza del livello piezometrico è importante ai fini progettuali per la verifica di eventuali interferenze degli scavi e delle opere di fondazione con il Primo Acquifero.

Dai dati a disposizione, in particolare dall'interpolazione tra le misure effettuate nel corso dell'attuale campagna geognostica (luglio 2006), le quote assolute della falda freatica risultano pressoché costanti (79÷80m s.l.m.) lungo l'intero sviluppo dell'opera. In termini di soggiacenza si hanno pertanto le seguenti condizioni:

- area del terrazzo fluvioglaciale: 10m
- area dei terrazzi alluvionali: 4m-8m
- area di piana alluvionale: 0m-2m.

La falda è in sostanziale equilibrio con il livello dei due corsi d'acqua. La base dell'acquifero sede della falda freatica, segnalato dalla comparsa dei primi orizzonti argillosi, risulta collocato a profondità superiori a 40m, non essendo stato intercettato dai sondaggi più profondi.

### 3.4 **Idrologia e idraulica acque di piattaforma**

Le verifiche idrauliche sono sviluppate sulla base dei seguenti riferimenti normativi:

- T.U. sulle acque DL.gs. n. 152 del 03/04/2006,
- Legge Regionale della Lombardia n.26 del 12/12/2003.
- Regolamento regionale 24 marzo 2006, n° 3 e 4

#### 3.4.1 **Sistema di captazione e smaltimento acque**

Il sistema di drenaggio delle acque di piattaforma è funzionale all'allontanamento delle acque meteoriche dalle pavimentazioni stradali e alla preservazione del territorio da eventuali inquinamenti derivanti da eventi accidentali quali rovesciamento di sostanze inquinanti liquide o dal normale effetto di lavaggio dei depositi inquinanti sulle pavimentazione per effetto della pioggia.

Sono quindi individuabili tre parti fondamentali in cui può essere strutturato il sistema che ottempera le funzioni di raccolta, trasferimento e recapito delle acque meteoriche.

In base alla definizione di tali funzioni gli elementi che ne fanno parte sono:

- Elementi di raccolta: costituiscono il sistema primario e sono realizzati mediante posa di caditoie singolari ad interassi dimensionati limitare i tiranti idrici sulle pavimentazioni a valori compatibili con la loro transitabilità, garantendo in tal modo la sicurezza dell'infrastruttura.
- Elementi di convogliamento: essi rappresentano il sistema secondario, ove scaricano gli elementi di raccolta, sono realizzati mediante posa di tubazioni in PEad a diametro variabile tra 400 e 800 mm e garantiranno la capacità necessaria per il trasferimento delle acque raccolte verso i recapiti;
- Elementi di recapito: sono costituiti da vasche di prima pioggia in grado di garantire il rispetto dei parametri qualitativi delle acque prima dello scarico nei corpi idrici.

##### 3.4.1.1 **Elementi di raccolta**

Gli elementi di raccolta sono costituiti da pozzetti con caditoia posti a margine della pavimentazione stradale.

Le caditoie sono state verificate sia in relazione alla capacità della cunetta, rappresentata dalla banchina della sede stradale, di convogliare l'acqua verso la caditoia sia in relazione

alla capacità della grata, schematizzata come soglia a battente, di smaltire le portate in arrivo e recapitarle ai collettori.

In base alle considerazioni di cui sopra le caditoie sono state disposte ad interasse di circa 20 m.

#### **3.4.1.2 Elementi di recapito**

I recapiti finali sono il Cavo Redefossi e il Fiume Lambro, previa separazione e trattamento delle acque di prima pioggia.

#### **3.4.1.3 Le Vasche di prima pioggia**

##### *Inquadramento normativo e principi generali*

Le soluzioni progettuali adottate sono volte ad assicurare la completa protezione ambientale del territorio con particolare riferimento alla salvaguardia dei recapiti finali (Cavo Redefossi e Fiume Lambro).

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

Dalle esperienze condotte negli ultimi anni emerge con certezza che questo metodo di smaltimento può comportare problemi sul piano della tutela della risorsa idrica superficiale e sotterranea.

Il decreto legislativo n°152 del 3 aprile 2006, e le sue successive correzioni ed integrazioni (D.L. 8 novembre 2006, n. 284 con "Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale") si pone al termine dell'iter legislativo per la normativa riguardante l'ambiente. Esso disciplina, in attuazione della legge 15 dicembre 2004, n. 308, la difesa del suolo e la lotta alla desertificazione, la tutela delle acque dall'inquinamento e la gestione delle risorse idriche nella sua parte terza. In particolare esso conferma i vincoli alla dispersione nel sottosuolo delle acque meteoriche provenienti da piazzali e strade, già indicati nel testo unico sulle acque (Dlgs 11 maggio 1999, n.152) e le successive correzioni e integrazioni (Dlgs 18 agosto 2000, n.258).

Per la quantificazione delle acque di prima pioggia si rimanda al Regolamento della Regione Lombardia n°4 del 24 Marzo 2006 "Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne" e successive integrazioni, di cui si riportano i seguenti stralci:

1. "Sono considerate acque di prima pioggia quelle corrispondenti per ogni evento meteorico ad una precipitazione di 5 mm distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio [...] assumendo che l'evento si verifichi in quindici minuti e che il coefficiente di afflusso alla rete sia pari ad 1 per la superficie scolante e a 0,3 per quelle

permeabili di qualsiasi tipo ad esse contigue, escludendo dal computo le superfici incolte o ad uso agricolo.”

2. "Le acque di prima pioggia e le acque di lavaggio, che siano da recapitare in corpo d'acqua superficiale, devono essere avviate ad apposite vasche di raccolta a perfetta tenuta, dimensionate in modo da trattenere complessivamente non meno di 50 m<sup>3</sup> per ettaro di superficie scolante".

Sulla base di quanto descritto le acque meteoriche che ricadono sulle viabilità in progetto devono subire un processo di separazione tra prime piogge, considerate ad alta concentrazione di inquinanti, e seconde piogge, considerate "bianche".

Sulla base della Legge regionale citata è stata prevista la realizzazione di un meccanismo di separazione per le acque di prima pioggia. Nello specifico sono state progettate due vasche di prima pioggia, per permettere il trattamento delle prime acque prima di permettere lo scarico nel reticolo idrografico.

#### Ubicazione e funzionamento delle vasche di trattamento

Le due vasche per il trattamento delle prime piogge sono posizionate in corrispondenza della sezione A-27, in corrispondenza della piazzola di sosta al fine di agevolare le operazioni di manutenzione, e tra le sezioni A-65 e A-66, ai piedi del rilevato stradale lungo il margine nord (vedi planimetria idraulica).

Tenuto conto della normativa vigente, sopra citata, relativa allo smaltimento delle acque, e vista la superficie impermeabile afferente ai bacini (6900 m<sup>2</sup>, per la prima vasca, e 6700 m<sup>2</sup>,circa, per la seconda), si è calcolato un valore standard di portata di prima pioggia entrante in ciascun impianto pari a circa 50 l/s. In linea di principio lo schema di funzionamento è il seguente:

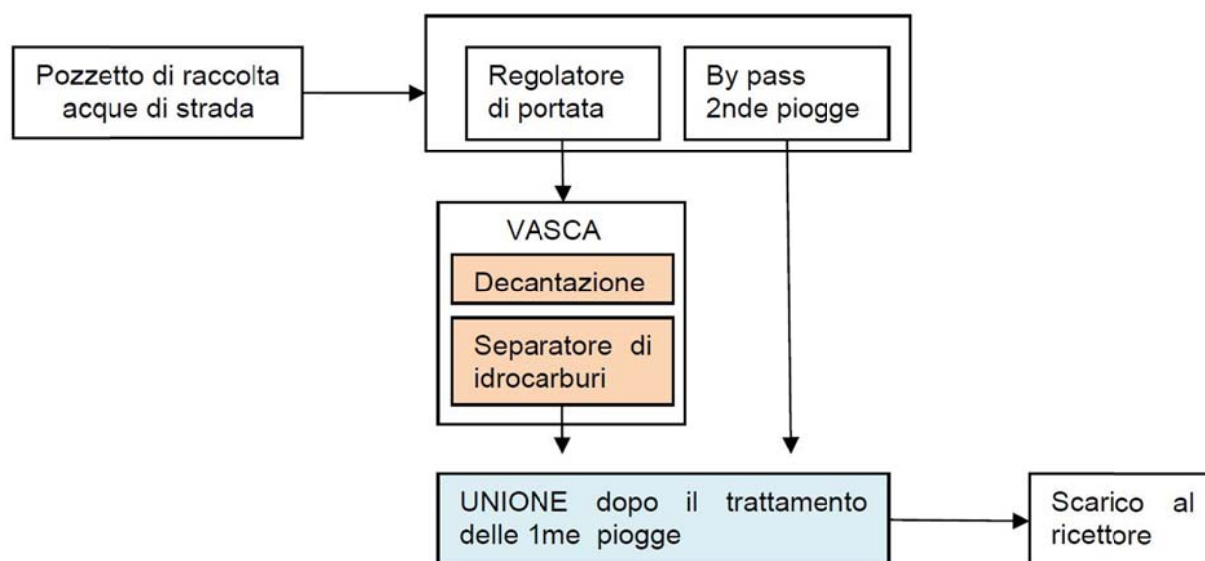


Figura 1 – Schema di funzionamento per le vasche di trattamento

Il sistema di regolazione della portata consente di evitare il sovradimensionamento delle opere di trattamento.

Il decantatore trattiene l'inquinamento dovuto ai solidi sedimentabili.

Il separatore di idrocarburi rimuove l'inquinamento provocato da questi e da oli minerali.

Per quanto riguarda la scelta del sistema separatore di idrocarburi si è optato per una soluzione costruttiva ed impiantistica studiata per agevolare sia le operazioni di installazione che di manutenzione. Il separatore di idrocarburi è caratterizzato da:

- 1) una costruzione prefabbricata in acciaio che combina una grande resistenza strutturale e assoluta precisione costruttiva con la leggerezza che consente una facile e rapida messa in opera;
- 2) un sistema di pretrattamento delle acque inquinate da idrocarburi per mezzo di pacchi lamellari alveolari coalescenti in polipropilene asportabili e accessibili. Grazie alla loro elevata superficie queste strutture permettono di ottenere un coefficiente di separazione adeguato, migliorando anche le caratteristiche del regime idraulico

#### **4. L'ASSE STRADALE**

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo tratto stradale di collegamento tra le S.P.n.39 e S.P.n.40 di sviluppo complessivo di circa 1400 metri , innestato sulla viabilità esistente attraverso due svincoli del tipo rotatoria a raso:

- Il primo in corrispondenza dell'intersezione tra la S.S.n°9 e la S.p. n°40 "Binaschina", e che prevede l'adeguamento planimetrico della rotatoria esistente al fine di inserire il quarto ramo;
- Il secondo in corrispondenza dell'innesto sulla S.P. n°39, per il quale si tratta di realizzare un impianto stradale nuovo.

L'intero tracciato risulta essere completamente in rilevato a quote variabili da 2.00m a 7.00m sul piano campagna, le interferenze con i corsi d'acqua attraversati sono risolte con l'utilizzo di due ponti rispettivamente il più significativo sul fiume Lambro presenta una lunghezza di L=576m, mentre quello sul canale Redefossi ha una lunghezza pari a 25m.

Lungo l'intero sviluppo il tracciato stradale attraversa i seguenti comuni:

- Comune di Melegnano (da progr. Km 0+000 a progr. Km 0+510)
- Comune di S.Giuliano Milanese(da progr. Km 0+510 a progr. Km 1+200)
- Comune di Colturano (da progr. Km 1+200 fino a termine intervento)

Il tracciato principale classificato dalla normativa vigente (D.M. 5/11/2001) come categoria C1 extraurbane secondarie, si stacca dalla sede esistente della S.P.n.40 in

corrispondenza della rotatoria esistente con la S.S.n.9, con una curva in destra di raggio pari a  $R=600$  m seguita da un rettifilo di lunghezza  $L=1041$  metri che si innesta direttamente nello svincolo n.1 di fine intervento sulla S.P.n.39 a Colturano.

Per l'intero asse di progetto sono previste curve di raccordo a raggio variabile (clotoidi) inserite fra gli elementi di tracciato a curvatura costante, tali da garantire sia la percezione ottica corretta dell'andamento del tracciato, sia il contenimento entro valori accettabili della variazione di accelerazione centrifuga che si viene a creare nel passaggio diretto da un rettifilo ad una curva a raggio costante e viceversa.

Lo svincolo n. 2, considerato come adeguamento di uno schema esistente, prevede la ridefinizione planimetrica della geometria dell'isola centrale portandola a un valore di raggio interno costante pari a  $R=35$ m, al fine di permettere un migliore innesto del nuovo tracciato stradale e della strada di accesso alla località Molino della Valle.

Per lo svincolo n. 1 ubicato a termine intervento sulla S.P. 39, si prevede la realizzazione di una rotatoria a raso con raggio interno pari a 21 metri con i rami d'ingresso a due corsie, ad eccezione del ramo sud della strada provinciale per il quale si prevede l'attestamento ad unica corsia.

Per quanto riguarda l'aspetto altimetrico, il profilo stradale ha origine dalla rotatoria 1 sulla S.S.n° 9 con un raccordo verticale di raggio 2.200 metri che raccorda l'anello della rotatoria alla successiva livelletta in discesa che presenta una pendenza del 1.30%.Il successivo raccordo verticale (sacca) di raggio 5000 riporta il profilo in salita ( $p=0.60\%$ ) al fine di prendere le quote per il passaggio sul Lambro; mediante un raccordo altimetrico con raggio 10.000 si realizza l'allineamento alla livelletta caratterizzante il Ponte, la quale presenta una pendenza costante dello 0.12%.

Completato lo scavalco del corso d'acqua e della sua zona di esondazione, il profilo perde progressivamente quota per potersi inserire con la corretta altimetria sulla strada provinciale n°39 "della Cerca": un dosso con raggio 2500 porta a aumentare la pendenza del profilo stradale dallo 0.12% del Ponte sul Lambro al 1.50% della livelletta che adduce alla all'area di svincolo 1 .

Il progetto risulta essere congruente ai dettami della normativa vigente (D.M. 5/11/2001), in base alla quale sono stati redatti i relativi diagrammi di velocità e visibilità con le relative verifiche : di fatto risultano corrette tutte le verifiche riguardanti gli elementi di tracciato sia per i singoli elementi, sia per quanto attiene il coordinamento tra di essi. (per i dettagli si rimanda la relazione tecnica ed agli appositi elaborati grafici).



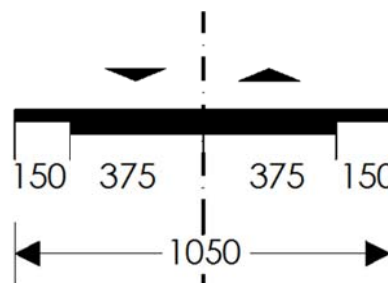
## 4.1 Sezioni tipo

In coerenza con gli indirizzi progettuali del progetto definitivo la nuova infrastruttura è classificata come strada di tipo C1 *“Extraurbana Secondaria”* (art. 2, comma 2 e 3 D.L. 30 aprile 1992, n°285 *“Nuovo Codice della Strada”*).

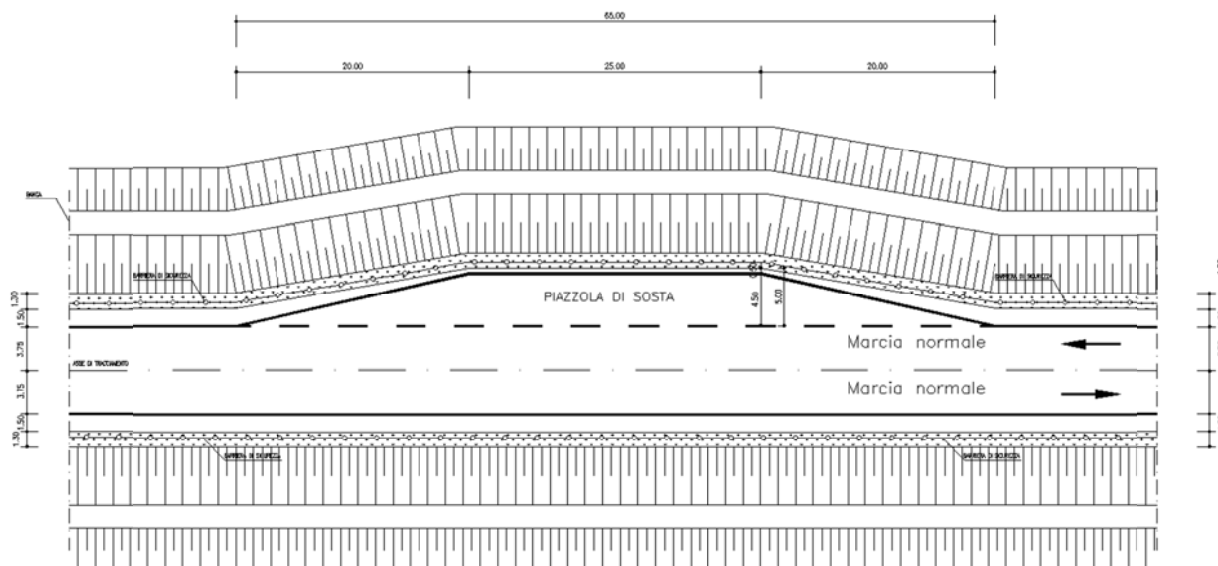
Pertanto, secondo quanto prescritto dal DM 5 novembre 2001 *“Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”*, si assume come sezione stradale la seguente tipologia:

- Strada a carreggiata unica a doppio senso di circolazione;
- larghezza complessiva di pavimentato di 10.50 metri;
- corsie da 3,75 m, una per senso di marcia;
- banchine pavimentate in destra e sinistra di 1,50 m
- Pendenza massima longitudinale 7,00 %
- Pendenza massima trasversale 7,00%
- Raggio minimo di curvatura: 118 metri

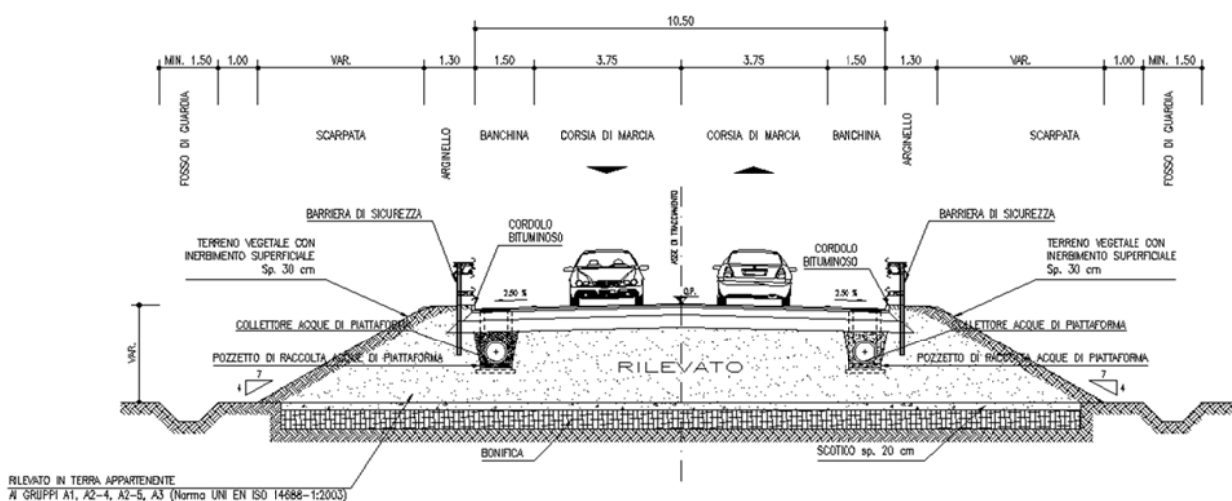
### Strada tipo C1 – extraurbana secondaria



Detti calibri sono stati mantenuti sia per le tratte in sede naturale che in sede artificiale (ponti e sottopassi). Per i tratti in cui si prevede il posizionamento delle piazzole di sosta, la sezione pavimentata sarà allungata di 3.50 metri, per complessivi 14.00 metri: la configurazione planimetrica risulta come da immagine seguente.

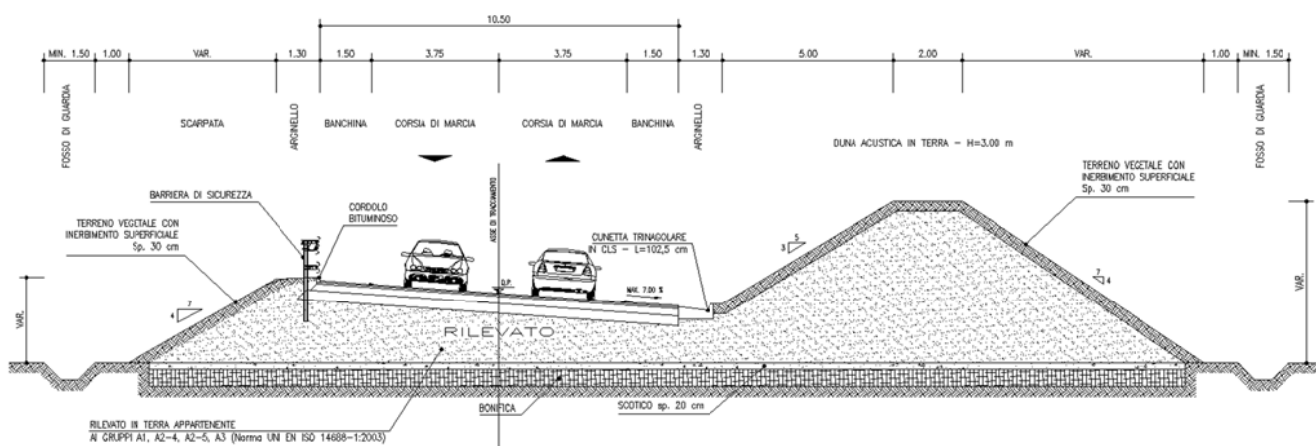


Nei tratti in rilevato la piattaforma pavimentata è completata in destra da arginelli in terra di larghezza pari a 1.30 m, rialzati di circa 8.0 cm dal piano del finito e delimitati lungo il ciglio strada da cordolino bituminoso. L'arginello ha la funzione di consentire l'inserimento delle barriere di sicurezza e degli elementi componenti il sistema di smaltimento delle acque di piattaforma. Sempre in corrispondenza degli arginelli troveranno collocazione i pozzetti di ispezione per gli impianti tecnologici e, dove previste, le opere di fondazione per l'installazione di barriere fono-assorbenti ed i corpi illuminanti.

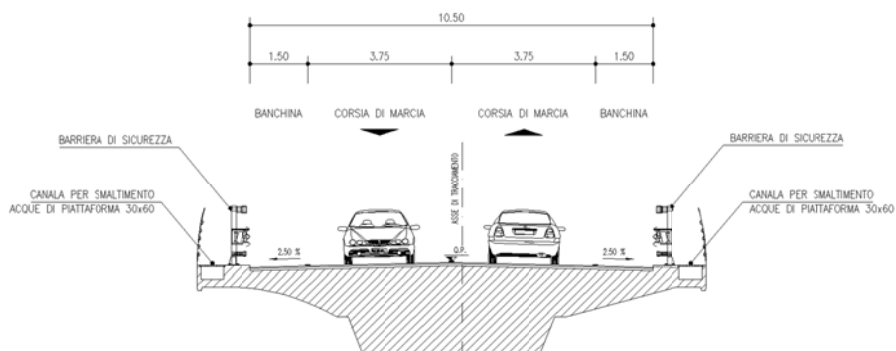


Le scarpate sono realizzate con pendenza 4/7: i primi 30 cm di terreno saranno di tipo vegetale al fine facilitarne l'inerbimento delle scarpate.

Il rilevato stradale viene realizzato su piano di posa preparato mediante scotico e bonifica del terreno e successiva realizzazione di strato anticapillare avvolto di uno strato di geotessile. La raccolta delle acque avviene a secondo dei casi mediante caditoie carrabili o embrici. Il recapito finale è costituito dal fosso di guardi posizionato al piede del rilevato. Nelle situazioni in cui al rilevato stradale viene affiancata una duna con funzione di schermo fonico, quest'ultima viene realizzata in continuità al rilevato stradale con pendenze delle scarpate del 3/5 per il lato verso la strada, e 4/7 per il lato verso i recettori



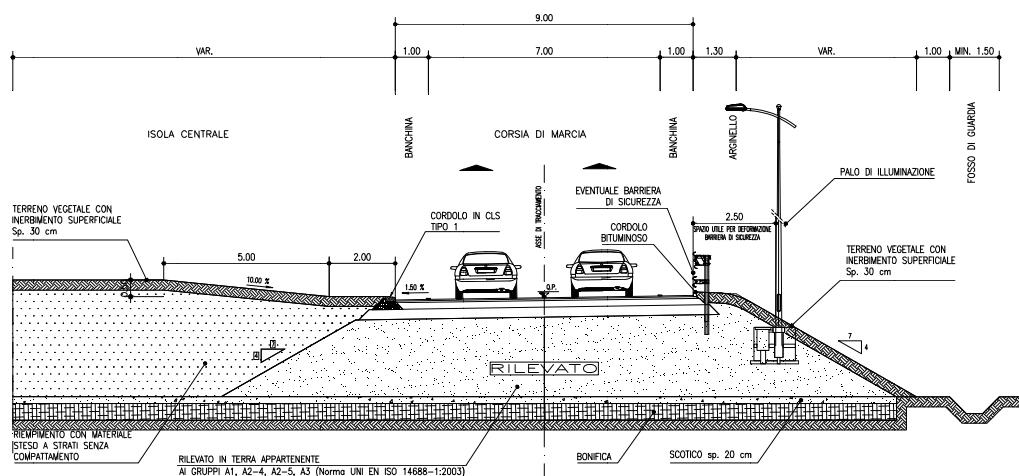
Sulle opere d'arte ed all'interno delle gallerie la sezione trasversale è la medesima per quanto riguarda la piattaforma stradale, mentre subisce delle modifiche per quanto riguarda gli elementi marginali: a margine della carreggiata su entrambi i lati, è inserito un cordolo di larghezza pari a 70 cm sul quale è installata la barriera di sicurezza metallica.



### 4.1.1 Rotatorie

Per le rotatorie a raso la piattaforma pavimentata risulta avere una larghezza pari a 9.00 m costituita da corsia giratoria di 7.00 m affiancata da banchine in destra e sinistra pari a 1.00 metri. La pendenza trasversale corrente è pari al 1.50% verso l'interno. L'isola centrale è delimitata da cordoli in cls del tipo sormontabile a sezione trapezia. L'isola centrale sarà modellata con terreno di riporto proveniente dagli scavi e arredata a verde per mezzo specie arboree ed arbustive per la cui definizione si rimanda agli elaborati specifici.

Lungo il perimetro esterno sono previsti elementi marginali analoghi a quelli adottati per il tracciato principale: nelle situazioni in rilevato è presente un arginello inerbito di larghezza pari a 1.30 metri. Le scarpate sono realizzate con pendenza al 4/7 e rivestite da uno strato di terreno vegetale dello spessore di 30 cm.

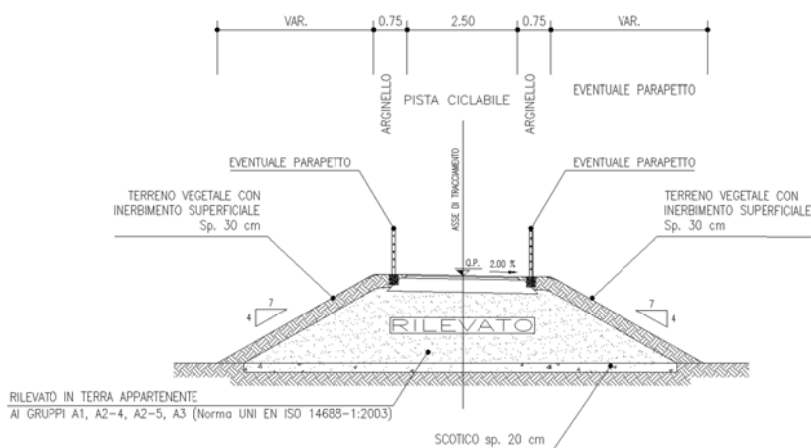


Per i rami di ingresso ed uscita delle rotatorie, la piattaforma pavimentata risulta avere una larghezza pari a 5.50 m così composta: banchina pavimentata in sinistra di larghezza pari a 0,50 m, corsia da 4,00 m e banchina pavimentata in destra da 1.00 m. Per gli

attestamenti a due corsie la ripartizione degli spazi stradali prevede una corsia di attestamento da 7 metri, con banchine pavimentate in sinistra da 0.50 metri ed in destra da 1.00 metri. Gli elementi marginali rispettano quanto descritto per il rilevato e la trincea della viabilità principale.

#### 4.1.2 Piste ciclabili

I percorsi ciclabili in sede riservata presentano una piattaforma pavimentata di larghezza pari a 2.50 m fiancheggiata da arginelli in terra di 0.75 m di larghezza in corrispondenza dei quali è previsto l'alloggiamento di un parapetto nei casi di altezza di rilevato superiore a 3 m.



## 4.2 Sovrastrutture e pavimentazioni

In funzione del traffico previsto, delle caratteristiche del sottofondo della vita utile della pavimentazione, si è proceduto alla verifica secondo il metodo AASHO del pacchetto di pavimentazione qui sotto.

L'intera sovrastruttura per la viabilità principale prevede uno spessore totale di 59 cm; procedendo dal piano d'appoggio verso la superficie viabile sono stati previsti i seguenti strati:

- sottofondazione in misto granulare stabilizzato, spessore cm 30;
- strato di base in conglomerato bituminoso (tout-venant) spessore cm 20;
- strato di collegamento (binder) spessore cm 5;
- tappeto d'usura chiuso spessore cm 4.

Per le zone attualmente già pavimentate si prevede una fresatura dei manti di usura e collegamento e successiva ricostruzione alle quote progetto; analogo trattamento è previsto per le tratte di raccordo.

La pavimentazione della pista ciclabile ha caratteristica di strada bianca, con pavimentazione tipo glorit di spessore totale 40 cm secondo la seguente stratigrafia

- sottofondazione in misto granulare stabilizzato, spessore cm 30;
- stabilizzato con cemento e additivo tipo glorit "glorit" cm 10.

### 4.3 Barriere di sicurezza

Le barriere di sicurezza inserite lungo il tracciato principale e sulla viabilità minore sono state individuate sulla base di quanto indicato dal D.M. 21/06/2004, che recepisce ed uniforma la normativa di riferimento italiana agli indirizzi richiamati dalla normativa Europea.

La scelta delle barriere di sicurezza da adottare è avvenuta tenendo conto della loro destinazione e ubicazione, del tipo e delle caratteristiche della strada, nonché di quelle del traffico che interesserà l'arteria, classificato in ragione dei suoi volumi di Traffico Giornaliero Medio annuale nei due sensi (TGM), e dell'incidenza % di veicoli di peso superiore a 35 kN sul totale.

Risultando, sulla base dei dati di traffico a disposizione, per le viabilità extraurbane in progetto un traffico caratterizzato da un TGM superiore a 1000 unità con presenza di veicoli aventi massa superiore ai 3 000 kg maggiore del 15% del traffico totale, le barriere di sicurezza sono state progettate considerando una condizione di 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

Il D.M. 21.06.2004 fornisce la classe minima da adottare per le barriere di sicurezza nelle diverse destinazioni (spartitraffico, bordo laterale e bordo ponte) in funzione del livello di traffico, come riportato nella tabella seguente.

classi minime di barriere per autostrade e strade urbane e extraurbane

<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

Coerentemente con i D.M. sopra menzionati, ai fini della limitazione degli effetti dell'urto per gli occupanti dei veicoli leggeri, sono previste barriere con un livello di severità di classe A, ad eccezione dei tratti ritenuti particolarmente pericolosi, in cui il contenimento del veicolo in svio diviene un fattore essenziale ai fini della sicurezza, dove saranno utilizzate barriere con un livello di severità di classe B.

Il progetto del posizionamento degli elementi di ritenuta tiene anche conto delle caratteristiche geometriche della sede stradale e della compatibilità dei dispositivi con gli spazi disponibili (larghezza di lavoro *W*), le opere di mitigazione ambientale e gli altri vincoli esistenti.

In particolare 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: questo input progettuale è stato assunto come elemento di prima importanza in tutte le fasi dello studio, con lo scopo di poter definire geometrie stradali, elementi marginali ed opere complementari coerenti con un approccio integrato alla progettazione stradale.

Conseguentemente per le **strade tipo C** sono state previste nelle varie situazioni le seguenti barriere:

- barriere bordo laterale: classe H2 Livello di funzionamento W6
- barriere bordo opera: classe H3 Livello di funzionamento W5

La tipologia delle barriere da prevedere per il bordo laterale e su opera d'arte sarà quella di barriera metallica a nastri.

I dispositivi impiegati nei primi due casi dovranno essere caratterizzati da un livello di severità di classe A.

Per la protezione dei margini di ponti, viadotti e sottovia, di luce superiore a 10m, potrà essere adottata in progetto una barriera con livello di severità d'urto B nel caso in cui non risultino disponibili dispositivi della classe e del materiale previsti e con le caratteristiche di deformazione compatibili con le larghezze dei cordoli previsti in progetto.

#### 4.4 **Segnaletica verticale e orizzontale**

La progettazione della segnaletica è stata redatta in conformità alle normative vigenti di seguito elencate:

1. Nuovo Codice della Strada di cui al D.lgs. n. 285 del 30 aprile 1992;
2. Regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada di cui al D.P.R. n. 495 del 16 dicembre 1992;

Per quanto concerne la segnaletica orizzontale, è stato previsto quanto di seguito:

### *STRADE EXTRAURBANE SECONDARIE*

- strisce continue di margine di larghezza pari a 15 cm;
- strisce continue di separazione delle corsie di marcia di larghezza pari a 15 cm;
- strisce discontinue di separazione delle corsie di marcia di larghezza pari a 15 cm, lunghezza pari a 4,50 m, distanziate di 3,00 m;
- strisce discontinue in corrispondenza delle piazzole di sosta di larghezza pari a 15 cm lunghezza pari a 1,00 m, distanziate di 1,00 m
- zebraure di incanalamento sulle cuspidi di larghezza pari a 30 cm ad intervalli di 60 cm entro le strisce di raccordo;
- frecce direzionali secondo le dimensioni indicate dal regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada;
- frecce di rientro impiegate in avvicinamento alle strisce continue secondo le dimensioni indicate dal regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada;
- strisce trasversali di arresto di larghezza pari a 50 cm;
- strisce trasversali di dare precedenza costituite da serie triangoli con la punta rivolta verso i conducenti in arrivo di altezza pari a 70 cm e larghezza pari a 40 cm.

### *STRADE LOCALI*

- strisce continue di margine di larghezza pari a 12 cm;
- strisce continue di separazione delle corsie di marcia di larghezza pari a 10 cm;
- strisce discontinue di separazione delle corsie di marcia di larghezza pari a 10 cm, lunghezza pari a 4,50 m, distanziate di 3,00 m nel caso di velocità di progetto compresa fra 50 e 100 Km/h;
- strisce discontinue di separazione delle corsie di marcia di larghezza pari a 10 cm, lunghezza pari a 3,00 m, distanziate di 3,00 m nel caso di velocità di progetto compresa inferiore a 50 Km/h;
- strisce discontinue in corrispondenza delle piazzole di sosta, accessi e passi carrai di larghezza pari a 15 cm lunghezza pari a 1,00 m, distanziate di 1,00 m
- zebraure di incanalamento sulle cuspidi di larghezza pari a 30 cm ad intervalli di 60 cm entro le strisce di raccordo;
- strisce trasversali di arresto di larghezza pari a 50 cm;
- strisce trasversali di dare precedenza costituite da serie triangoli con la punta rivolta verso i conducenti in arrivo di altezza pari a 70 cm e larghezza pari a 40 cm.

Per quanto concerne la segnaletica verticale, sono stati previsti i cartelli di serie normale. Si hanno pertanto le seguenti dimensioni:

- cartelli triangolari di pericolo di lato pari a 90 cm;
- cartelli di obbligo e divieto circolari di diametro pari a 60 cm;
- delineatori modulari di curva quadrati da 60 cm di lato.

Come prevede il Nuovo Codice della Strada, i cartelli delineatori di curva sono stati apposti in maniera obbligatoria per i tratti in curva con raggio di curvatura minore di 400 m ad un intervallo massimo di 30 m l'uno dall'altro. Sulle rampe di ingresso e diversione e sulle strade provinciali, gli stessi sono stati posti in posizione più ravvicinata ad interasse di circa 10 m.

## 4.5 Opere d'arte maggiori

### 4.5.1 Premessa

I criteri generali di progettazione delle opere seguono la ormai affermata e codificata filosofia del '*metodo agli stati limite*' che prevedono l'analisi sia degli stati di servizio/esercizio che ultimi.

Anche la scelta dei materiali ed in particolar modo della composizione dei calcestruzzi, in base alla tipologia di opera da eseguire, è subordinata a detti criteri, cui sempre più la normativa fa riferimento per sensibilizzare le amministrazioni alle problematiche di durabilità e manutenzione.

L'impostazione progettuale ha fatto riferimento ai criteri recentemente introdotti dal D.M. 14 gennaio 2008 e dalla successiva Circolare 2 febbraio 2009. In particolare i parametri sismici di riferimento sono stati desunti in funzione della posizione geografica del sito, individuata da longitudine e latitudine; in accordo allo spirito della normativa gli effetti sismici sulle opere principali sono stati valutati mediante analisi dinamica modale.

Per tutte le opere, in ogni caso, sebbene con semplificazioni consentite dalla normativa nei riguardi di manufatti meno sensibili ai fenomeni sismici o di minore importanza, sono state comunque effettuate le analisi e gli opportuni calcoli strutturali.

### 4.5.2 Ponte sul fiume Lambro

L'opera è stata progettata con particolare attenzione alle esigenze di carattere architettonico e idraulico: la scelta strutturale coniuga l'esigenza di superare l'alveo del fiume Lambro e le zone golenali adiacenti mantenendo un franco idraulico sufficiente anche nella condizione eccezionale di massima piena (periodo di ritorno 200 anni) realizzando un impalcato 'sottile' con grandi luci e caratterizzante l'intero intervento.

La scelta progettuale adottata, che fonde le storiche forme dei ponti ad arco romani con l'innovazione tecnologica moderna, rispetta tali essenziali requisiti: gli archi ribassati creati dalle pile che s'innestano nell'impalcato permettono la copertura di ampie luci, mentre le

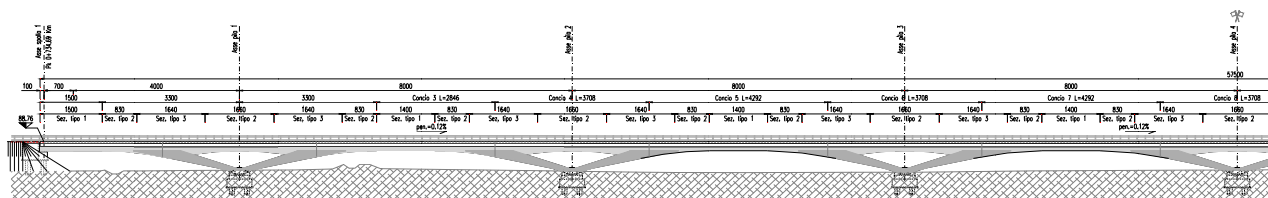


accurate finiture conferiscono all'opera un aspetto visivo particolarmente gradevole e ben inserito nel contesto paesaggistico.



Rendering del ponte sul fiume Lambro

L'impalcato presenta una lunghezza complessiva di 576 m ed è disposto secondo uno schema statico di trave continua su sei campate intermedie da 80 m e su due campate d'estremità da 47 m. Gli interassi risultano puramente teorici poiché l'adozione di pile "a cavalletto" permette di ridurre la luce reale della campata libera e adottare sezioni strutturali compatibili con l'obiettivo di mantenere uno spessore d'impalcato molto contenuto.



1/2 Prospetto viadotto (da spalla 1 a mezzeria impalcato)

La sezione trasversale dell'impalcato è un cassone monolitico in c.a.p. gettato interamente in opera a cavi post-tesi. L'altezza strutturale della sezione aumenta progressivamente da 2.20 m nella mezzeria delle campate a circa 4.00 m sulle pile: la rastremazione risulta particolarmente curata per generare un armonioso innesto fra la struttura delle pile e quella d'impalcato.

Gli sbalzi laterali, di luce di 3.65 m, vengono rastremati verso l'esterno secondo un arco di circonferenza conferendo all'impalcato un miglior senso di snellezza. L'estremità di ciascuno sbalzo risulta sagomata per consentire l'alloggiamento di una canaletta per la raccolta delle acque di piattaforma: le acque captate verranno convogliate in tal modo verso il recapito posto in prossimità della spalla 2 e ivi trattate.

La larghezza all'estradosso del cassone è pari a 13.30 m ed è predisposta per ospitare una sede stradale composta da due corsie di marcia e dalle relative banchine (ingombro totale pari a 10.50 m). Su ciascun lato della carreggiata è previsto un cordolo per la posa della barriera di sicurezza a bordo ponte, una canaletta per la raccolta delle acque di

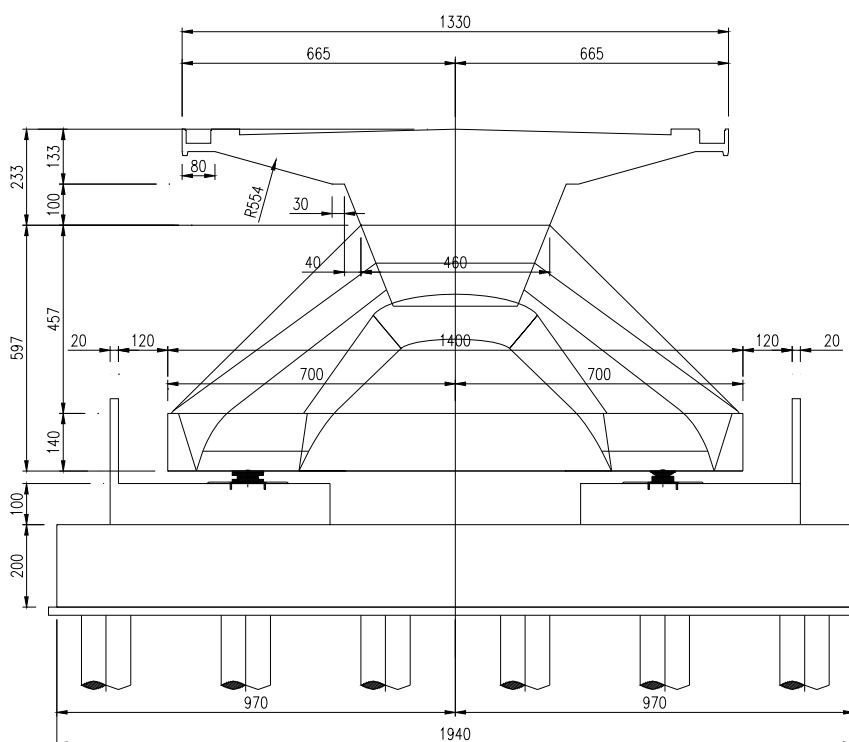
piattaforma e un carter metallico opportunamente sagomato per “mascherare” ad osservatori esterni la vista delle barriere di sicurezza e del traffico veicolare.

Le pile “a cavalletto” sono strutturalmente costituite da puntoni in c.a. di sezione variabile e rastremati verso il basso.

Dal punto di vista strutturale lo schema di vincolo scelto genera sollecitazioni di compressione in corrispondenza dei puntoni ed induce azioni di trazione nel tratto di impalcato in corrispondenza della pila (catena tesa compresa fra due puntoni) opportunamente assorbite dall’armatura prevista.

La realizzazione di tali “puntelli” consente di “spezzare” la luce dell’impalcato favorendo un comportamento della struttura omogeneo tra i picchi delle sollecitazioni flessionali al negativo e al positivo.

Alla base dei puntoni in c.a. che convergono su ciascuna pila viene realizzato un elemento in calcestruzzo sede dei vincoli a terra: le sollecitazioni di trazione che nascono in corrispondenza di tale elemento strutturale sono assorbite da cavi di post-tensione rettilinei.



**Sezione trasversale con particolare appoggi**

La valutazione degli effetti prodotti sulla struttura da eventuali eventi sismici ha comportato l'utilizzo di apparecchi di appoggio tecnologicamente avanzati: la scelta di utilizzare

isolatori antisismici a pendolo scorrevole (posti fra il traverso di base pila e il plinto di fondazione e fra impalcato e spalla) ha permesso di limitare le azioni orizzontali sulle strutture di fondazione indotte dalle notevoli masse in gioco.

Le strutture di fondazione sono di tipo indiretto e realizzate con pali di grande diametro ( $\varnothing=1200\text{mm}$ ) di lunghezza pari a 31m per le pile e 22m per le spalle.

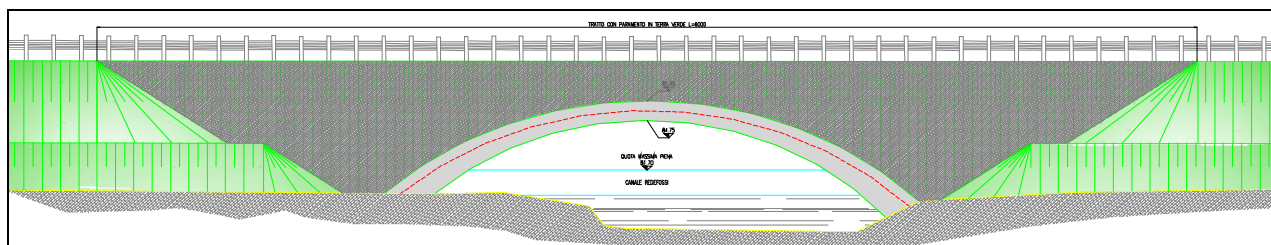
Si è infine prestata particolare cura per le disposizioni costruttive ed i criteri di durabilità.

#### 4.5.3 Ponte sul fiume Lambro

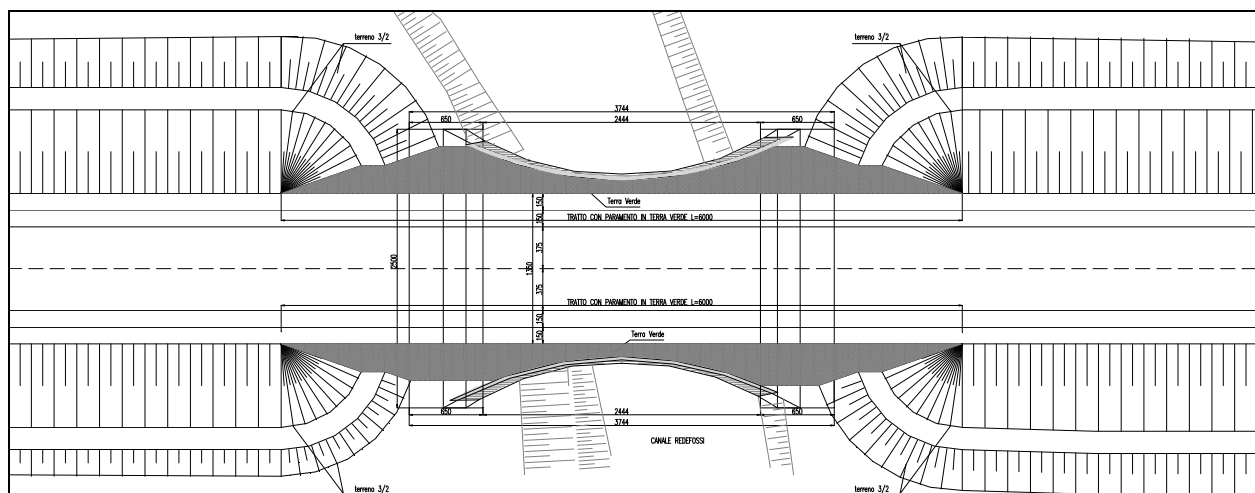
L'attraversamento del canale Redefossi viene realizzato con un ponte ad arco interamente in gettato in opera in c.a.; l'adozione di questa particolare tipologia di struttura è conseguente all'esigenza di creare un'opera affine a quella predisposta per l'attraversamento del fiume Lambro.

L'arco, di tipo ribassato, presenta altezza in chiave pari a circa 6.80 m, luce pari a 29.45 m e altezza della sezione variabile da 60 cm in chiave a 120 cm alle reni: il risultato visivo consiste in una struttura di spessore contenuto e ben inserita nel contesto.

Le dimensioni adottate garantiscono un franco idraulico ottimale rispetto alla quota prevista per l'evento eccezionale di massima piena del canale (con periodo di ritorno 200 anni); in particolare viene garantito che la luce totale risulti per almeno i 2/3 al di sopra di tale quota (+81.70 m.s.l.m.).



Prospetto



Pianta

L'impalcato sostiene la sede stradale in rilevato composta da due corsie di marcia e dalle relative banchine per una larghezza totale pari a 10.50 m.

In approccio all'opera il rilevato viene realizzato con l'utilizzo di muri in terra verde per i tratti di imbocco per uno sviluppo complessivo (opera + imbocchi) pari a 60 m: la maggiore pendenza verticale rispetto ad un rilevato tradizionale riduce l'impronta in pianta dell'opera garantendo un impatto visivo molto 'naturale'.

Le fondazioni dell'arco sono di tipo diretto e poggiano su terreno opportunamente consolidato.

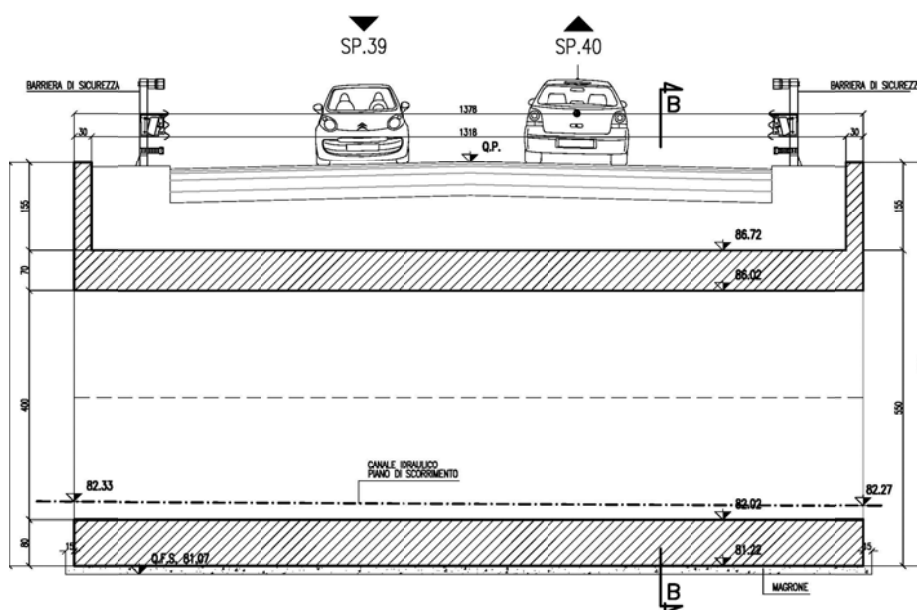
L'impermeabilizzazione viene eseguita sia sulle fondazioni che sulla parte superiore dell'impalcato per evitare il degrado causato dalla filtrazione.

## 4.6 Opere d'arte minori

### 4.6.1 Sottopasso ciclopedonale

L'opera consiste in un sottopasso per l'attraversamento ciclopedonale della nuova viabilità in corrispondenza alla rotatoria di fine lotto, a garanzia del mantenimento del percorso esistente. Il manufatto viene interamente gettato in opera in c.a..

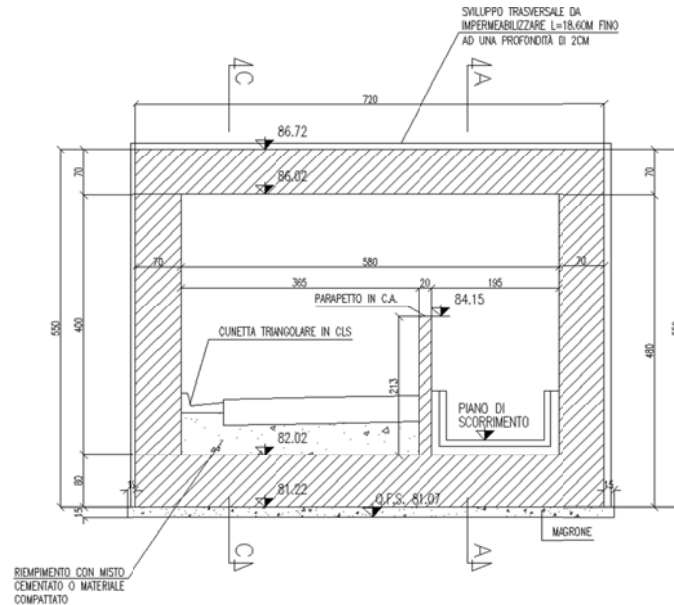
L'opera ha uno sviluppo longitudinale pari a 13.78 m; agli imbocchi sono previsti muri di risvolto gettati in opera a sostegno del rilevato stradale.



Sezione longitudinale in asse

La sezione trasversale corrente del sottopasso, di forma rettangolare, presenta dimensioni interne pari a 5.80 m × 4.00 m ed accoglie sia il percorso ciclopedonale vero e proprio, di larghezza pari a 3.00 m, ed una canale idraulica prefabbricata di larghezza pari a 1.50 m.

Le due zone sono divise da un parapetto in c.a. gettato in opera che si sviluppa a partire dalla fondazione dello scatolare.



Sezione trasversale

Particolare attenzione è stata prestata al rispetto di disposizioni costruttive specifiche per strutture poste in zone di moderata sismicità ed ai criteri di durabilità. In particolare l'estradosso della soletta e delle pareti laterali verrà adeguatamente impermeabilizzato, a protezione contro il degrado causato dalle eventuali infiltrazioni.

## 5. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

La tipologia del tipo di strada e dell'ambito territoriale è eseguita secondo quanto indicato dalla normativa UNI 11248 e per la definizione della strada secondo D.R.G. VII/20829.

Ai sensi del Nuovo Codice della Strada (D.Lgs 30/04/1992 n° 285) le strade di accesso alla rotatoria sono classificate come:

“Strade extraurbane secondarie” di tipo “C” con velocità di 70/90km/h.

Sono presenti anche strade di accesso alle rotatorie classificate come “Strade extraurbane locali” con categoria inferiore, ma ai fini della determinazione della categoria illuminotecnica si considera quella superiore di tipo “C” come previsto dalle Norme UNI 11248.

Si è proceduto all'analisi dei rischi secondo Art. 7 delle Norme UNI 11248 ai fini di determinare la categoria illuminotecnica di riferimento e quella di esercizio.

Dal prospetto 1 delle Norme UNI 11248, corrisponde una categoria di riferimento definita ME3a e sempre in base a tale normativa, la rotatoria a raso che costituisce “zona di

conflitto” in quanto i flussi di traffico motorizzato si intersecano fra loro, per la stessa andrà adottato un livello di flusso luminoso maggiore del 50% rispetto al maggiore tra quelli delle strade di accesso, per cui applicando il prospetto “6” si ottiene che la categoria di riferimento è la “CE2” mentre quella di esercizio è la “CE1”.

Quindi a seguito dell’analisi rischi si può determinare il seguente quadro prestazionale.

	<i>Viabilità</i>	<i>Rotatoria</i>	<i>Intersezioni</i>
→ Categoria illuminotecnica :	<i>ME3a</i>	<i>CE1</i>	<i>CE1</i>
→ Luminanza sede stradale :	<i>1 cd/m2</i>		
→ Illuminamento :		<i>30 lux</i>	<i>30 lux</i>
→ Illuminamento minimo :			
→ Uniformità Uo :	<i>0,4</i>	<i>0,4</i>	<i>0,4</i>
→ Uniformità UL :	<i>0,7</i>		
→ Abbagliamento debilitante :	<i>TI%=15</i>		
→ SR :	<i>0,5</i>		

Detti valori sono già comprensivi della riduzione del 20% dovuto al naturale degrado della sorgente luminosa e della sporcizia del vetro di protezione.

### 5.1 Punto di consegna energia

Per l’alimentazione dei nuovi impianti di illuminazione è prevista la realizzazione di un nuovo punto di consegna energia presso la rotatoria S.P.39 “Cerca” con potenza contrattuale di 6kW/220V con gruppo di misura da collocarsi all’interno del vano utente ricavato nel quadro elettrico generale, ed un aumento di potenza pari a 3kW per l’esistente punto di consegna presso la rotatoria S.P.40 “Binaschina”.

### 5.2 Sviluppo degli impianti

Il progetto prevede l’illuminazione delle sole aree di svincolo procedendo in maniera differente sulle due rotatorie:

- 1) in corrispondenza della rotatoria con la S.P. n°40 e la S.S. n°9 è già presente una torre-faro della rotatoria esistente; il progetto prevede pertanto il potenziamento dell’impianto mediante punti luce di rinforzo sui rami afferenti l’intersezione per i quali le verifiche illuminotecniche hanno dato esito negativo.

Nel dettaglio sono stati predisposti punti luce lungo il ramo di S.S.n°9 proveniente da Nord, sul ramo della S.P. n°40 e sul ramo afferente la nuova infrastruttura; il

ramo sud della Via Emilia è già dotato di punti luce di rinforzo e pertanto non è necessario procedere al potenziamento dell'impianto.

- 2) Per quanto riguarda la rotatoria sulla S.P. n°39, trattandosi di una rotatoria nuova e non essendo presente un impianto di illuminazione lungo il tratto di strada provinciale oggetto dell'intersezione, si prevede la realizzazione di un impianto completamente nuovo, con punti luce lungo il perimetro della corona rotatoria e lungo i tratti di approccio per una lunghezza definita in funzione della velocità di progetto.

Di seguito si riporta il dettaglio delle lavorazioni previste per i due casi indicati in precedenza.

### 5.2.1 la rotatoria S.P.40 "Binaschina"

- Realizzazione di n° 11 plinti prefabbricati in cls da 1250x1000x1000mm con foro centrale da 300mm completo di fondello per consentire maggiore stabilità sul riportato e pozzetto di derivazione con chiusino in ghisa pesante carrabile da 450x600x345mm;
- Realizzazione di n° 10 pozzetti di derivazione in cls da 400x400x600mm (fondo libero) completo di chiusini in ghisa sferoidale carrabile per intercettazione cavidotti in prossimità degli attraversamenti. Tali pozzetti andranno ad intercettare le tubazioni interrate precedentemente posate per consentire le derivazioni dalle linee principali.
- Posa di n° 3 linee di alimentazione con cavo bipolare FG7(O)R per i circuiti L1, L2 e L3, connesse direttamente alla morsettiera con portella a bordo di ogni palo. La caduta di tensione a fondo linea è contenuta entro il 5% come previsto dalle Norme CEI 64.8 sez. 714.
- Fornitura e posa di n° 11 palificazioni in acciaio zincato a tronco conico EWR realizzate in conformità alle Norme specifiche EN 40. La posa delle palificazioni per la viabilità dovrà avere un'interdistanza non inferiore al rapporto di 3,7 rispetto all'altezza del palo, secondo la Legge 17/2000 della Regione Lombardia. L'ubicazione delle palificazioni è rilevabile sulle tavole planimetriche allegate al progetto esecutivo.
- Fornitura e posa di n° 11 sbracci in acciaio zincato composti da elemento verticale di innesto ed elemento orizzontale di lunghezza compresa tra 1500 e 2000 mm atta a garantire il corretto posizionamento del palo rispetto al guardrail di protezione da cui deve distare almeno 2100mm come indicato nei disegni particolari;
- Fornitura e posa di n° 11 morsettiere a bordo palo in esecuzione a doppio isolamento con sezionatore e fusibili da 6,3A con coperchio di chiusura del tipo Reset a filo-palo, la portella dovrà essere di colore identico alla palificazione;
- Realizzazione di n° 11 protezioni della base del palo con applicazione di fascia catramata da applicare con pistola termica e successiva realizzazione di collare in cls da 150mm con spigoli smussati arrotondati al fine di smaltire velocemente acqua meteorica;
- Fornitura e posa di n° 11 apparecchi illuminanti stradali con corpo in fusione di alluminio con ausiliari elettrici montati su piastra a doppio isolamento in esecuzione da 150/250W

S.A.P. con grado di protezione IP66. L'apparecchio dovrà essere dotato di vetro di chiusura temperato e montato in conformità a quanto previsto dall'Art. 6 della Legge Regionale n° 17/2000 ed ottiche che dovranno avere un rendimento non inferiore all'80%. L'apparecchio dovrà essere certificato dal costruttore. Gli apparecchi devono essere montati con 0° di inclinazione rispetto all'orizzontale

- Fornitura e posa di n° 6 lampade tubolari in vetro chiaro da 150W S.A.P. con attacco E40 e flusso luminoso di 17.000 lumen a 2050°K;
- Fornitura e posa di n° 5 lampade tubolari in vetro chiaro da 250W S.A.P. con attacco E40 e flusso luminoso di 23.000 lumen a 2050°K;
- Realizzazione di n° 2 postazioni per segnalazione di ostacolo con la posa di:
  - paletto in acciaio zincato da Ø 80mm con altezza di 2200 mm
  - apparecchio illuminante a LED da Ø 200mm lampeggiante completo di staffe di fissaggio;
  - plinto di fondazione in cls da 500x500x500mm con foro centrale da 200mm;
  - modulo per lampeggio ed alimentatore 220/12V
  - pozzetto di derivazione da 330x330x600mm (fondo libero) completo di chiusini in ghisa sferoidale carrabile e connessi al plinto di fondazione con tubo in polietilene Ø 32mm.
  - linea di alimentazione con cavo FG7(O)R da 2x2,5mm<sup>2</sup> e protetto da interruttore automatico magnetotermico differenziale da 2x6A con curva "C" e potere di Cto-Cto da 6kA
- Fornitura e posa di n° 42 delineatori di carreggiata con alto grado di riflettibilità a 360° di colore bianco e ambrato, conforme all'Art. 40 del Codice della Strada con corpo in vetro resistente ai pesi sino a 40 tonnellate posto entro contenitore per l'incasso.

### 5.2.2 La rotatoria S.P.39 "Cerca"

- Realizzazione di n° 14 plinti prefabbricati in cls da 1250x1000x1000mm con foro centrale da 300mm completo di fondello per consentire maggiore stabilità sul riportato e pozzetto di derivazione con chiusino in ghisa pesante carrabile da 450x600x345mm;
- Realizzazione di n° 11 pozzetti di derivazione in cls da 400x400x600mm (fondo libero) completo di chiusini in ghisa sferoidale carrabile per intercettazione cavidotti in prossimità degli attraversamenti. Tali pozzetti andranno ad intercettare le tubazioni interrato precedentemente posate per consentire le derivazioni dalle linee principali.
- Posa di n° 4 linee di alimentazione con cavo bipolare FG7(O)R per i circuiti L1, L2, L3 e L4 connesse direttamente alla morsettiera con portella a bordo di ogni palo. La caduta di tensione a fondo linea è contenuta entro il 5% come previsto dalle Norme CEI 64.8 sez. 714.
- Fornitura e posa di n° 14 palificazioni in acciaio zincato a tronco conico EWR realizzate in conformità alle Norme specifiche EN 40. La posa delle palificazioni per la viabilità dovrà avere un'interdistanza non inferiore al rapporto di 3,7 rispetto all'altezza del palo, secondo la Legge 17/2000 della Regione Lombardia. L'ubicazione delle palificazioni è rilevabile sulle tavole planimetriche allegate al progetto esecutivo.



- Fornitura e posa di n° 14 sbracci in acciaio zincato composti da elemento verticale di innesto ed elemento orizzontale di lunghezza compresa tra 1500 e 2000 mm atta a garantire il corretto posizionamento del palo rispetto al guardrail di protezione da cui deve distare almeno 2100mm come indicato nei disegni particolari;
- Fornitura e posa di n° 14 morsettiere a bordo palo in esecuzione a doppio isolamento con sezionatore e fusibili da 6,3A con coperchio di chiusura del tipo Reset a filo-palo, la portella dovrà essere di colore identico alla palificazione;
- Realizzazione di n° 14 protezioni della base del palo con applicazione di fascia catramata da applicare con pistola termica e successiva realizzazione di collare in cls da 150mm con spigoli smussati arrotondati al fine di smaltire velocemente acqua meteorica;
- Fornitura e posa di n° 14 apparecchi illuminanti stradali con corpo in fusione di alluminio con ausiliari elettrici montati su piastra a doppio isolamento in esecuzione da 150/250W S.A.P. con grado di protezione IP66. L'apparecchio dovrà essere dotato di vetro di chiusura temperato e montato in conformità a quanto previsto dall'Art. 6 della Legge Regionale n° 17/2000 ed ottiche che dovranno avere un rendimento non inferiore all'80%. L'apparecchio dovrà essere certificato dal costruttore. Gli apparecchi devono essere montati con 0° di inclinazione rispetto all'orizzontale
- Fornitura e posa di n° 8 lampade tubolari in vetro chiaro da 150W S.A.P. con attacco E40 e flusso luminoso di 17.000 lumen a 2050°K;
- Fornitura e posa di n° 6 lampade tubolari in vetro chiaro da 250W S.A.P. con attacco E40 e flusso luminoso di 23.000 lumen a 2050°K;
- Realizzazione di n° 3 postazioni per segnalazione di ostacolo con la posa di:
  - paletto in acciaio zincato da Ø 80mm con altezza di 2200 mm
  - apparecchio illuminante a LED da Ø 200mm lampeggiante completo di staffe di fissaggio;
  - plinto di fondazione in cls da 500x500x500mm con foro centrale da 200mm;
  - modulo per lampeggio ed alimentatore 220/12V
  - pozzetto di derivazione da 330x330x600mm (fondo libero) completo di chiusini in ghisa sferoidale carrabile e connessi al plinto di fondazione con tubo in polietilene Ø 32mm.
  - linea di alimentazione con cavo FG7(O)R da 2x2,5mm<sup>2</sup> e protetto da interruttore automatico magnetotermico differenziale da 2x6A con curva "C" e potere di Cto-Cto da 6kA
- Fornitura e posa di n° 42 delineatori di carreggiata con alto grado di riflettibilità a 360° di colore bianco e ambrato, conforme all'Art. 40 del Codice della Strada con corpo in vetro resistente ai pesi sino a 40 tonnellate posto entro contenitore per l'incasso.