

GRUPPO DI LAVORO

Coordinamento metodologico

SASCIA CANALE

Coordinamento tecnico

ANNAMARIA DI FABIO

Programmazione e Pianificazione urbanistica

LAURA BESATI

Analisi del traffico

CINZIA ARCIERI

Opere di mitigazione e di inserimento paesaggistico

FRANCESCO PAOLO PINCHERA , FRANCESCO PERFETTI

Componente Atmosfera

GIANNI WALTER VILLA

Componente Ambiente idrico , Componente Suolo e Sottosuolo

GINEVRA BERETTA

Componente Vegetazione, flora e fauna , Componente Ecosistemi

FRANCESCO PAOLO PINCHERA

Componente Rumore

MARCO SAGLIETTO

Monitoraggio acustico

PASQUALE PICCIONE , EUGENIO ZOLA

Componente Paesaggio

FRANCESCO PERFETTI

Fotosimulazioni

VINCENZO VENZA

Elaborazione grafica

ANDREA FADDA , ALESSANDRA FELICI , ELISABETTA MINELLI

SINTESI NON TECNICA

Indice

1. IL PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE ED ADEGUAMENTO DELLA STRADA STATALE 415 PAULLESE.....	3
1.1. PREMESSA.....	3
1.2 IL PROGETTO ED IL QUADRO DI RIFERIMENTO TERRITORIALE	5
1.3 IL PROGETTO DEL LOTTO 1	8
1.3.1 PRINCIPALI PROBLEMATICHE AFFRONTATE	8
1.3.2 IL TRACCIATO STRADALE PRINCIPALE	9
1.3.3 GLI SVINCOLI.....	10
1.4 IL PROGETTO DEL LOTTO 2	11
1.4.1 IL TRACCIATO STRADALE PRINCIPALE	11
1.4.2 GLI SVINCOLI.....	12
2. IL PROGETTO DEL PONTE SUL FIUME ADDA.....	14
2.1. DESCRIZIONE DELL'ATTUALE ATTRAVERSAMENTO DEL FIUME ADDA.....	14
2.2 IL PONTE IN ESERCIZIO SULLA SS 415.....	15
2.3 IL PONTE STORICO DI BISNATE	15
2.4 LE ALTERNATIVE PROGETTUALI PER L'ATTRAVERSAMENTO DEL FIUME ADDA.....	15
2.5 DESCRIZIONE DEL PROGETTO DEL NUOVO PONTE.....	18
3. CONSIDERAZIONI SULL'ANALISI DEL TRAFFICO	20
4. SISTEMA VINCOLISTICO.....	21
5. INTERVENTI DI MITIGAZIONE	22
5.1 INTERVENTI DI MITIGAZIONE PER LA COMPONENTE ATMOSFERA.....	22
5.2 INTERVENTI DI MITIGAZIONE PER LA MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI SULLE COMPONENTI AMBIENTALI AMBIENTE IDRICO E SUOLO E SOTTOSUOLO	23
5.2.1 FASE DI CANTIERE.....	23
5.2.2 INTERVENTI DI MITIGAZIONE E COMPENSAZIONE IN FASE DI ESERCIZIO.....	24
5.2.3 INTERVENTI DA EFFETTUARSI NELLE FASI SUCCESSIVE DELLA PROGETTAZIONE	29
5.3 INTERVENTI DI MITIGAZIONE PER L'ASSETTO VEGETAZIONALE, ECOSISTEMICO E PAESAGGISTICO	29
5.4 INTERVENTI DI DISINQUINAMENTO ACUSTICO	35

1. IL PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE ED ADEGUAMENTO DELLA STRADA STATALE 415 PAULLESE

1.1. Premessa

L'Accordo di Programma Quadro Governo – Regioni del 3 aprile 2000 riguardava, per la Regione Lombardia, la "Riqualificazione e il potenziamento del Sistema Autostradale e della Grande Viabilità della Regione Lombardia": tra gli altri interventi era inserito il potenziamento della S.S. 415 Paullese.

A seguito del trasferimento di competenze a Province e Regione per gran parte della rete ex-statale, avvenuto - ai sensi del d. lgs. 112/98 - oggi l'Accordo di Programma Quadro diventa l'espressione della continuità di programmazione di interventi sulla rete prioritaria regionale, indipendentemente dalla sua titolarità.¹

Con deliberazione consiliare provinciale il 19.12.2000 è stato approvato lo schema di convenzione (tra le Province interessate, la Regione Lombardia, l'ANAS), per la progettazione definitiva, esecutiva e la redazione dello studio di impatto ambientale per la riqualificazione ed il potenziamento della Paullese da Peschiera Borromeo a Spino d'Adda compreso il ponte sul fiume Adda. Dal 1 luglio 2001, in applicazione del d.lgs n.112/98 e del DPCM 21.02.2000, il demanio provinciale acquisisce la strada statale Paullese e la Regione Lombardia subentra all'ANAS, quale ente erogatore dei finanziamenti contemplati dalla succitata convenzione.

Viene quindi redatto un nuovo schema di convenzione che non cambia nella sostanza il precedente, nel quale la Regione Lombardia, in accordo con le Province di Cremona e Lodi individua nella Provincia di Milano il soggetto incaricato per la progettazione dell'intervento. La Provincia di Milano si è quindi assunta l'incarico di sviluppare tutti i livelli progettuali e gli studi ambientali con l'obiettivo di avviare i lavori a partire dal 2003.

¹ Vedi Regione Lombardia – Infrastrutture e Mobilità, "Intesa Istituzionale di Programma Governo e Regione Lombardia" – Rapporto di monitoraggio n. 3 al 31 dicembre 2001, a cura dell'Unità Organizzativa Viabilità; p.2.

Il Primo Programma delle infrastrutture strategiche del 21.12.01, relativo alla Legge Obiettivo n. 443/01² inserisce la riqualificazione ed il potenziamento della SS 415 Paullese tra gli interventi prioritari a livello nazionale.³

In questo quadro – naturalmente – anche la proposta per il nuovo *Documento di programmazione economico finanziaria per il 2003-2005*, presentata con delibera di Giunta Regionale 7/9526 del 28 giugno 2002 inserisce tra le priorità da finanziare la riqualifica ed il potenziamento della Paullese.

La copertura finanziaria è garantita dal recente atto, la Delibera di Giunta Regionale 7/10312 del 16 settembre 2002 "Individuazione degli interventi prioritari sulla rete viaria di interesse regionale da finanziarsi con le risorse per investimenti trasferite dallo Stato alla Regione Lombardia per l'esercizio delle funzioni conferite dal d.lgs. 112/98 in tema di viabilità ed approvazione dello schema di assegnazione alle Province lombarde delle risorse stesse – Obiettivo gestionale 8.3.2.3."

Descrizione Intervento	Costo interv. in Min Euro	Regione Lombardia			
		Fondi 112/98 2001-10	Fondi 112/98 annualità successive	Fondo FIP	Fondo AdPQ
SP 415 da Peschiera a SP 39	28,405	23,241	-	5,164	
SP 415 da SP39 a Spino (ponte sull'Adda compreso)	41,833	25,306	-	-	16,527

Fonte: G.R. del 16 sett 2002 n. 7/10312 (BurLm 26.9.02, 2° suppl. Straordinario al n. 39; all. B)

Anche nel precedente Dpefr per il 2001-2003 era tra gli obiettivi specifici del "Completamento e sviluppo del sistema autostradale e della grande viabilità" la "Definizione progettuale ed avvio dell'appalto degli interventi di riqualifica della S.S. N. 415 "Paullese" (...) L'obiettivo che prevede l'avanzamento progressivo e contestuale dei quattro interventi, viene raggiunto monitorando continuamente la fasi operative, stimolando e sollecitando i vari soggetti responsabili, anticipando la risoluzione delle possibili criticità ed

² Approvata contestualmente il 21.12.01.

³ L'inserimento è limitato solo agli aspetti procedurali; ciò significa che la Paullese non è finanziata tramite la Legge Obiettivo.

evitando l'insorgenza di contrasti tra i diversi soggetti coinvolti."⁴

Va in margine ricordato che l'asta della Paullese veniva individuata tra gli interventi di riqualifica prioritari già nel Piano Direttore di coordinamento dell'Area metropolitana milanese di mobilità, adottato dalla Giunta Regionale nel 1990.

1.2 Il progetto ed il quadro di riferimento territoriale

L'area di studio per il quadro di riferimento territoriale del progetto di adeguamento della SS 415 "Paullese" comprende il territorio di sette comuni appartenenti a tre province lombarde: Peschiera Borromeo, Mediglia, Pantigliate, Settala e Paullo in provincia di Milano; Zelo Buon Persico in provincia di Lodi; Spino d'Adda in provincia di Cremona.

Il progetto di adeguamento della SS 415 "Paullese" si estende per circa km 13+000 e consiste nell'ammodernamento in sede dell'attuale tracciato e nell'eliminazione degli incroci a raso. Si prevede il raddoppio della carreggiata dell'esistente infrastruttura, con adeguamento della sezione tipo alle nuove "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" entrate in vigore nel gennaio del 2002 secondo la tipologia **"B" Extraurbane Principali**.

La sede attuale dell'arteria presenta larghezza di ca. 10,50 m pavimentati e necessita di un consistente allargamento per dare luogo alla sezione di progetto. La statale 415 è sottoposta ad elevati flussi di traffico e pertanto la scelta del posizionamento del nuovo asse di tracciato ha dovuto prioritariamente tener conto della coesistenza del traffico nel corso dei lavori, cercando ove possibile di limitare gli interventi ad un solo lato della statale.

Il progetto nel suo sviluppo complessivo è stato affrontato in due lotti funzionali così suddivisi:

- Lotto 1: da Peschiera Borromeo allo svincolo con la Strada Provinciale n.° 39 "Cerca" per un totale di 5,377 km.

⁴ Regione Lombardia, *Documento di programmazione...*, 2001-2003.

"La S.S. n. 415 "Paullese" è una delle arterie viabilistiche con più alto indice di incidentalità di tutta Italia a causa dell'altissimo volume di traffico a fronte di caratteristiche tecnico funzionali inadeguate. La riqualifica della strada consiste nella esecuzione di quattro interventi: potenziamento da Peschiera Borromeo a Spino d'Adda compresa la costruzione di un nuovo ponte sull'Adda, raddoppio della carreggiata da Spino d'Adda a Crema, realizzazione di uno svincolo a livelli sfalsati con la S.P. n. 39 "Cerca", realizzazione della tangenziale di Cremona (1° lotto - collegamento al Porto)."

- Lotto 2: dallo svincolo con la Strada Provinciale n.º 39 "Cerca" a Spino d'Adda, si estende per 7,653 km (allacciato al progetto definitivo analogo in sponda sinistra Adda redatto dalla Provincia di Cremona).

Per il tracciamento dell'asse di progetto si è fatto riferimento alle normative vigenti assumendo la velocità di progetto nell'intervallo 70 - 120 km/h per tutte le curve planimetriche e garantendo la velocità di progetto di 90 km/h nei raccordi altimetrici. Le scelte attuate derivano dalle limitazioni imposte dall'ammodernamento in sede con un'arteria che deve restare sempre in esercizio durante i lavori e che va a raccordarsi a opere già eseguite (carreggiata del viadotto Cerca) o che si presenta vincolata dalle preesistenze.

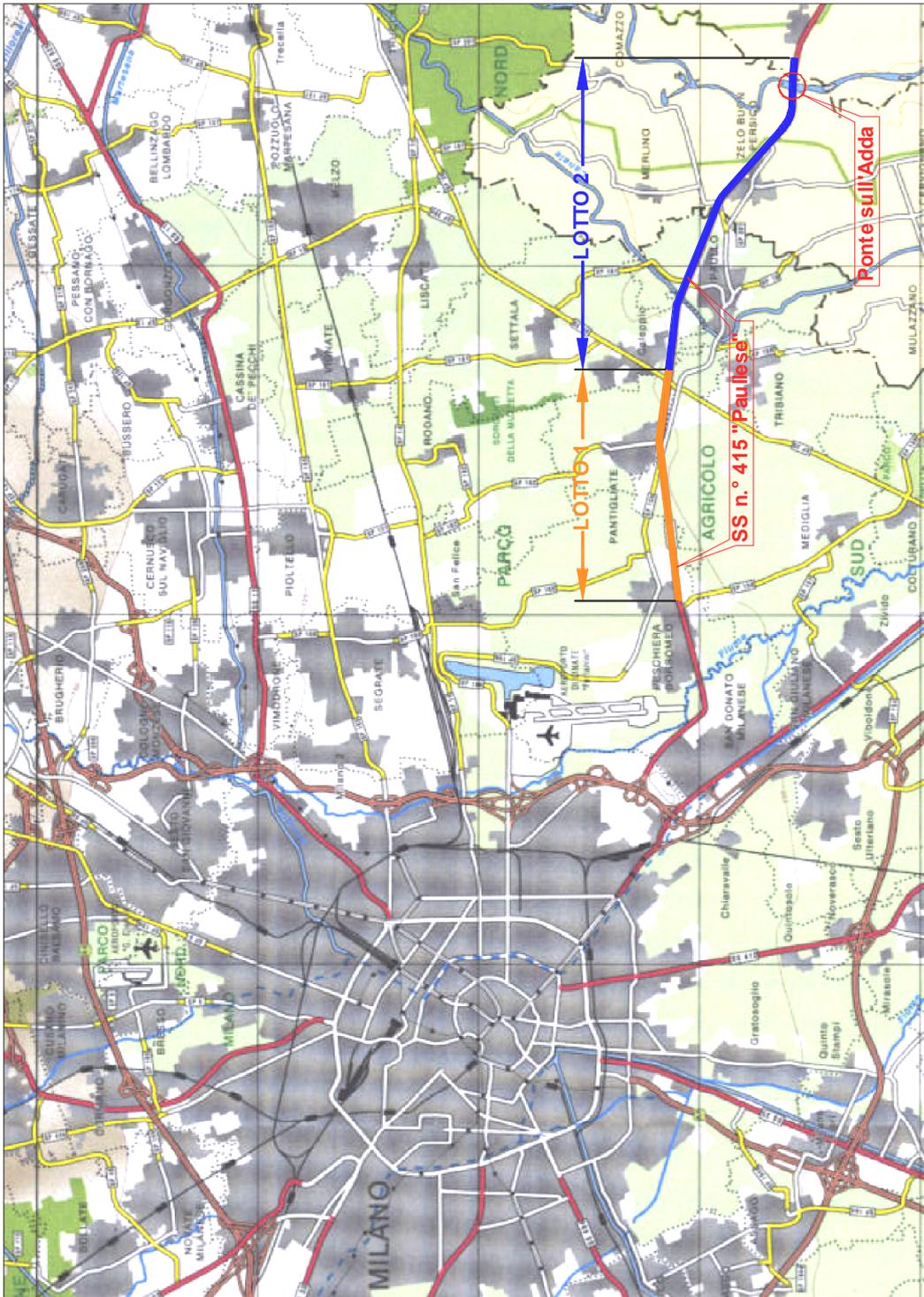
tabella 1 - Dati sintetici del progetto

AMMINISTRAZIONI TERRITORIALMENTE INTERESSATE

Regione:	Lombardia
Province:	Milano, Lodi e Cremona
Comuni:	Peschiera Borromeo – Mediglia – Pantigliate – Settala – Paullo - Zelo Buon Persico – Spino d'Adda
Comunità Montane:	non interessate dal progetto
Parchi:	Parco agricolo sud Milano Parco Adda Sud

RIFERIMENTI PROGETTUALI

Tipo di progetto:	adeguamento in sede del tracciato esistente	
Estensione:	km 13+030	
Sezione:	B – extra urbane principali (ex tipo III°CNR)	
Larghezza complessiva:	22 m	
Corsie di marcia:	n. complessivo di corsie:	4
	larghezza singole corsie:	3,75 m + banchina laterale da 1,75
	spartitraffico:	3,50 m



1.3 Il progetto del lotto 1

1.3.1 Principali problematiche affrontate

Il tratto di riqualificazione costituente il Lotto 1 attraversa un territorio con alternanza di superfici agricole ed aree che presentano una forte antropizzazione caratterizzata da insediamenti residenziali e produttivi/commerciali sviluppatasi a ridosso della sede stradale. Si sono quindi dovute ricercare soluzioni che, pur garantendo le necessarie relazioni ed attraversamenti, si presentassero sostenibili anche dal punto di vista ambientale.

In particolare lo **svincolo 1**, inserito in un'area a destinazione artigianale/industriale, consente la realizzazione di un viadotto per l'asse principale ed una rotatoria di svincolo a piano campagna, mentre in corrispondenza all'abitato di Mediglia/Pantigliate dove è ubicato lo **svincolo 2** è invece presente un'area residenziale di notevole estensione proprio a ridosso della statale. La necessità di eliminare le intersezioni a raso veniva risolta nel progetto preliminare con un secondo viadotto: questa soluzione avrebbe comportato diffusione di rumore da una posizione elevata sul piano campagna e quindi la necessità di interventi di mitigazione, che in ogni caso non sarebbero stati sufficienti ad assorbire l'impatto acustico e paesaggistico di un'opera così concepita, pertanto, si è scelto di porre in sotterraneo l'arteria principale per un tratto di ca. 520 m.

In corrispondenza dello **svincolo 3** è attualmente in corso di realizzazione per la carreggiata Sud il semi-impalcato e nel presente progetto ne è previsto il raddoppio con la stessa tipologia di struttura mista in acciaio – cls utilizzando le spalle in fase di realizzazione. Data la collocazione in un'area in parte rurale ed in parte commerciale e la distanza dai nuclei abitativi, la soluzione proposta dal progetto preliminare per lo svincolo 3 con viadotto per l'asse principale e una rotatoria di svincolo a piano campagna appare razionale e perseguibile.

Tuttavia a valle delle scelte indicate si sono dovute affrontare le conseguenti problematiche derivanti dalla necessità di attuare le fasi di cantierizzazione in presenza di traffico ed i problemi costruttivi per la realizzazione della galleria.

La presenza della falda freatica a quote molto prossime al piano campagna rende impegnative tutte le operazioni di scavo per la formazione della sede stradale all'interno della galleria artificiale e sulle rampe di approccio. Si sono disposti diaframmi laterali con

giunto di tenuta, un intervento di impermeabilizzazione del fondo scavo con creazione di uno strato consolidato a mezzo di jet – grouting e vasche di tenuta al di sotto del piano stradale con funzione di confinamento della sede stradale dalla falda.

La prossimità delle opere alla linea delle risorgive comporta la presenza di numerosi corsi d'acqua che interferiscono con l'opera da progettare. Ove possibile si è previsto l'allungamento delle opere già presenti sulla "Paullese" con sezioni adeguate a quelle preesistenti, in altri casi è invece risultato opportuno procedere a variazioni planimetriche dei fossi per ottimizzare gli attraversamenti.

1.3.2 Il tracciato stradale principale

A partire dall'inizio del lotto in comune di Peschiera Borromeo, l'allargamento stradale viene posizionato sul lato sud mentre a nord gli allarghi sono determinati dalle corsie di svincolo e dalle piazzole di emergenza. Il raddoppio stradale si mantiene a sud fino ad oltre lo svincolo 2 di Pantigliate/Mediglia dove, in uscita dalle gallerie Vigliano, la rettifica della curva esistente e la necessità di passare in un limitato varco fra gli insediamenti residenziali a nord ed industriali a sud della statale, impongono di operare su entrambi i lati del corpo stradale esistente. Si procede così fino al termine del lotto per innestarsi sul viadotto "Cerca" dello svincolo 3 in costruzione per la carreggiata nord e per le corsie di svincolo e di rotatoria.

I principali parametri plano altimetrici dell'asse principale del lotto 1 risultano:

- Pendenza longitudinale massima: 3,7%
- Pendenza trasversale massima: 4,5 %
- Raggio planimetrico minimo: 1500 m
- Raggi verticali minimi:
 - concavo: 3600 m (3000m viadotto Cerca in costruzione)
 - convesso: 6250 m (4000 m viadotto Cerca in costruzione)
- Franco minimo in galleria: 5.10 m
- Franco minimo sotto viadotto: 5.00 m

1.3.3 Gli svincoli

Svincolo 1 Bettola

Il Lotto n° 1 inizia a Peschiera Borromeo innestandosi sulla tratta già in precedenza ammodernata della Paullese. Il tracciato si collega alle rampe provenienti dalla galleria artificiale già costruita ed in funzione e prosegue a raso lungo la attuale sede stradale.

A sud del tracciato principale che procede in direzione Est – Ovest, la connessione con la viabilità locale, con il ramo di SP 15 diretto a sud e l'accessibilità alle attività esistenti vengono assicurate da una controstrada che si sviluppa parallelamente alla sede attuale della "Paullese". In corrispondenza alla zona industriale di Peschiera Borromeo il tracciato principale si eleva in viadotto per consentire la realizzazione al piano campagna di una rotatoria che raccorda le rampe in ingresso ed uscita dalla Paullese e si connette alla viabilità locale verso Nord e verso Sud. Proseguendo sempre a raso verso Pantigliate si procede con un semplice allargamento della sede stradale posizionato sul lato sud.

Svincolo 2 Mediglia/Pantigliate

In corrispondenza allo svincolo 2 la statale si posiziona in galleria artificiale e consente i collegamenti con la viabilità di superficie di Pantigliate e la risoluzione dell'interferenza con la provinciale n° 15 (detta "vecchia Paullese"), con la strada di collegamento a S. Martino Olearo e con quella che conduce al nucleo di Saresano mediante un sistema di tre rotatorie poste al di sopra della galleria artificiale. La prima rotatoria, posta al di sopra della galleria e in prossimità dell'imbocco, raccoglie le piste di entrata ed uscita dalla SS 415, un nuovo ramo di connessione alla provinciale n° 15 e la viabilità locale di Vigliano Vecchio. La seconda rotatoria posta invece all'estradosso galleria in prossimità dello sbocco, raccoglie le piste di svincolo, la SP 15 e i flussi di traffico indotti dal vicino centro commerciale: tale intervento è stato progettato rispettando il progetto preliminare della rotatoria elaborato dal consorzio "Esselunga". Le due rotatorie sono tra loro collegate prevedendo piazzole di sosta per autobus e gli ingressi ad un parcheggio scambiatore a servizio del traffico pendolare che gravita su Milano.

Più a nord, nell'ambito della sistemazione della viabilità della zona, è inoltre prevista un'ulteriore rotatoria per l'intersezione della provinciale n° 15 , il collegamento all'abitato

di Pantigliate ed a nuovi insediamenti abitativi ed il collegamento alla "Paullese", anch'essa ubicata in maniera differente da quanto previsto nel progetto preliminare in quanto dal 1997 ad oggi sono sorti nuovi comparti edilizi in fase di realizzazione.

Svincolo 3 con la SP n.° 3 "Cerca"

Lo svincolo 3, attualmente in costruzione (non di competenza del presente progetto), prevede la realizzazione di una rotatoria di superficie con l'asse principale che sovrappassa l'intersezione con la provinciale n° 39 in viadotto. Viene qui riprodotta quindi la tipologia dello svincolo 1 completando le opere in corso di realizzazione. In particolare si realizza la carreggiata sud, i muri di contenimento dei rilevati, il corrispondente viadotto (pile e impalcato) utilizzando le spalle predisposte. Il lotto 1 termina dopo circa 400m dall'intersezione, da tale punto è previsto l'inizio del lotto 2. A nord del tracciato principale si realizza un tratto di viabilità minore di collegamento della cascina "Cassinazza".

1.4 Il progetto del lotto 2

Le condizioni territoriali sono simili al lotto 1, anche se in quest'area prevale la vocazione agricola del suolo, almeno nella parte finale del lotto.

1.4.1 Il tracciato stradale principale

A partire dall'inizio del lotto l'allargamento viene realizzato in maniera simmetrica almeno fino in prossimità del successivo svincolo 4, dove la presenza di accessi privati e di attività ed insediamenti industriali obbliga ad allargare la carreggiata esistente verso nord. Il tratto tra gli svincoli 4 e 5, presenta caratteristiche particolari in quanto il nuovo tracciato si discosta sensibilmente dal sedime attuale della "Paullese" per mantenere l'utilizzo del ponte sul Muzza. Fino circa alla progressiva 12+100 la nuova sezione viene realizzata a sud dell'esistente, mentre dopo il nuovo tracciato si prevede l'allargamento lato nord: tale spostamento si è determinato per la presenza a sud dell'abitato di Zelo Buon Persico, al quale è stata garantita una protezione visiva ed antirumore. In corrispondenza della curva che porta al fiume Adda il tracciato si riposiziona prevedendo la nuova carreggiata allargata a sud dell'esistente in modo da conservare l'allineamento della direzione Milano sull'asse dell'impalcato attualmente utilizzato, mentre la carreggiata per Cremona si allinea in parallelo a sud dell'attuale.

I principali parametri piano altimetrici dell'asse principale risultano:

- Pendenza longitudinale massima: 3,33%

- Pendenza trasversale massima: 7,0 % (valore che si registra a fine lotto in corrispondenza dell'innesto sull'asse di progetto del lotto verso Cremona escluso dal presente progetto)
- Raggio planimetrico minimo: 750 m
- Raggi verticali minimi:
 - concavo: 3600 m
 - convesso: 6250 m
- Franco minimo sotto viadotto: 5.00 m

1.4.2 Gli svincoli

Premesso che la numerazione degli svincoli segue progressivamente la numerazione adottata per il lotto 1, si descrivono brevemente le soluzioni adottate.

Lo **svincolo 4 "Settala"** ed il successivo **svincolo 5 "Paullo"** si analizzano congiuntamente in quanto la vicinanza e la tipologia adottata hanno determinato scelte che riguardano l'intero tratto. Per entrambi è infatti stata adottata la tipologia a diamante prevedendo l'asse principale in viadotto con una rotatoria a piano campagna per le ragioni di svincolo. La presenza del Canale Muzza tra i due svincoli ha comportato un'attenta analisi dell'andamento planoaltimetrico e dell'alternativa di abbassare la livelletta dell'asse principale in galleria artificiale. La scelta finale è caduta sulla soluzione con asse principale in viadotto in quanto la vicinanza tra le rotatorie, il vincolo del superamento del canale avrebbe comportato un sacrificio in termini di pendenze e raggi di curvatura dei raccordi verticali non accettabile. Non ultimo la presenza dell'attuale ponte sul canale Muzza utilizzato da entrambe le direzioni di marcia: rispetto al progetto preliminare che prevedeva l'allargamento simmetrico del manufatto (che avrebbe comportato notevoli problematiche di tipo strutturale e soprattutto di cantierizzazione e sicurezza dei lavoratori e della viabilità), si è optato per la realizzazione di un nuovo manufatto a servizio della nuova strada statale "Paullese" con l'utilizzo del manufatto esistente a doppio senso di marcia per la pista che collega le due rotatorie di svincolo e per asservire i frontisti. Tale bretella di ricucitura tra i due svincoli garantisce che il funzionamento complessivo dei due svincoli garantisca la completezza delle manovre, che altrimenti o non avrebbero potuto essere soddisfatte se non a discapito di un notevole consumo di territorio.

Lo **svincolo 6 "Zelo"** pur conservando lo schema a quadrifoglio con asse principale in

viadotto e rotatoria di svincolo a piano campagna, è stato adattato alla presenza della bretella parzialmente in fase di realizzazione in comune di Paullo. Per l'inserimento di questo ulteriore ramo la rotatoria è stata ovalizzata in modo da non penalizzarne la capacità.

Successivamente il tracciato procede in affianco ed alle stesse quote dell'esistente sedime della SS 415. Giunti in corrispondenza della frazione Bisnate di Zelo si è ubicato un collegamento con la viabilità minore che altrimenti risulterebbe "tagliata", garantendo i collegamenti Zelo-Bisnate e SS 415-Bisnate: lo svincolo è realizzato con un doppio sistema di rotatorie e con un manufatto di scavalco della statale, denominato come **svincolo 7 "Bisnate"**.

Superato lo svincolo 7 il tracciato attraversa il fiume Adda con un nuovo ponte, il cui progetto è stato sviluppato a livello di progetto preliminare. Per l'attraversamento del fiume sono state studiate diverse soluzioni alternative (cfr. capitolo successivo), in seguito alle quali è emersa l'opportunità di inserire il nuovo ponte tra i due esistenti, utilizzando per l'asse in direzione Milano il manufatto attualmente in uso e per la direzione Cremona il nuovo ponte. Resta aperta la possibilità, eventualmente da attuarsi anche in una successiva fase, di realizzare un unico nuovo manufatto demolendo il ponte attualmente in uso.

Superato l'attraversamento del fiume Adda il tracciato si attesta sul previsto progetto di adeguamento del tratto verso Crema della SS 415 (di competenza della Provincia di Cremona e non oggetto della presente progettazione).

2. IL PROGETTO DEL PONTE SUL FIUME ADDA

2.1. Descrizione dell'attuale attraversamento del fiume Adda

Nell'area in cui il fiume Adda è attraversato dalla SS 415 attualmente si trovano due ponti: uno è il ponte su cui si svolge il traffico, con una piattaforma stradale che prevede una corsia per senso di marcia; l'altro è un ponte ad archi dismesso, denominato Ponte di Bisnate.

La luce libera esistente tra queste due opere è di circa 18m ed è pressoché costante lungo tutto il loro sviluppo.

Secondo quanto emerso dalla ricerca effettuata presso gli archivi dell'ANAS, l'attuale ponte transitabile nasce dalla necessità di sostituire il ponte di Bisnate, reso inagibile da "correnti sub-alvee e variazioni di assetto dell'alveo che hanno creato ciclicamente problemi di erosione e scalzamento delle fondazioni e che hanno portato a continui interventi di consolidamento e ripristino"⁵. In seguito al peggioramento di tale situazione, nel 1981⁶ il ponte di Bisnate è stato chiuso al transito e l'ANAS ha predisposto l'esecuzione dei lavori⁷ di rinforzo delle pile che hanno consentito il ripristino del traffico leggero a senso unico alternato.

Data la strozzatura rappresentata dal restringimento della carreggiata (7m), le vicissitudini del ponte e la persistente tendenza dell'alveo a rimodellamenti verso quote più basse, fu ritenuto opportuno prevedere la costruzione di un nuovo ponte, che garantisse continuità e sicurezza al transito previsto su una strada statale di grande comunicazione. Pertanto fu affidato l'incarico di progettazione ed il nuovo ponte fu realizzato tra la fine del 1984 ed il 1987.

⁵ Fonte: ANAS, "Lavori di urgenza per la sostituzione in variante del ponte sull'Adda a Bisnate, Milano 12/11/1981, Relazione generale allegata alla Delibera di giunta regionale n. 49217 del 12.3.85

⁶ "Sono state realizzate scogliere di difesa, diaframmi a valle del ponte, cerchiature delle fondazioni su micropali e per una regolarizzazione delle correnti, una soglia in massi a cura del Magistrato del Po. In seguito alle piene dell'Adda oltre al danneggiamento di quest'ultima opera, si era determinata "l'apertura di un'ampia falla che aveva causato un improvviso scalzamento delle pile n. 1 e n. 2 lato Milano per una profondità di circa 3 metri, consentendo di accertare un deterioramento esteso del primitivo blocco di fondazione ridotto a dimensioni tali da non garantire l'affidabilità dell'opera". Fonte: vedi nota 1.

⁷ I lavori di rinforzo delle pile sono consistiti in un getto di calcestruzzo a contorno della base delle stesse contenuto da un diaframma metallico in palancole speciali ed iniezioni di cemento per ristabilire le proprietà portanti del terreno di sottofondazione. Inoltre si è dovuto procedere al ripristino della continuità nelle murature delle arcate del ponte con sigillanti in resine, in quanto erano state accertate diverse fessure trasversali. Fonte: vedi nota 1.

2.2 Il ponte in esercizio sulla SS 415

Le caratteristiche di questa opera, che si trova in buono stato di conservazione, sono le seguenti:

- Ponte con impalcato in calcestruzzo precompresso gettato in opera.
- L'esecuzione risale come detto a circa 16 anni fa.
- Lo schema statico è a travata continua con impalcato ad altezza variabile.
- La travata è a tre luci con lunghezza approssimativa 55m-95m-55m.
- Le due pile sono in alveo, con una distanza dalla riva di circa di 15m in sinistra e di 25m in destra.
- La larghezza carrabile d'impalcato risulta essere circa di 10.50m, verosimilmente per una piattaforma tipo IV CNR 80 ad unica carreggiata, che prevede per ogni senso di marcia una corsia da 3.75m più una banchina da 1.50m.

2.3 Il ponte storico di Bisnate

Il ponte storico di Bisnate risale presumibilmente al 1894, anno in cui se ne prevedeva il collaudo⁸. Come già detto, attualmente è fuori esercizio e ne è interdetto l'accesso a causa del suo stato di degrado. E' costituito da cinque arcate e presenta quattro pile in alveo, due delle quali hanno subito interventi di consolidamento delle fondazioni. Questo ponte, essendo proprietà di un ente pubblico ed essendo stato costruito da più di cinquant'anni, è vincolato ai sensi dell'art.5 del D.L. n.490 del 1999. Per gli aspetti storico-culturali del ponte di Bisnate, si veda il Quadro di riferimento Ambientale, Componente Paesaggio.

2.4 Le alternative progettuali per l'attraversamento del fiume adda

La progettazione del ponte ha avuto varie vicissitudini, proprio in ragione delle particolarità dell'area: la presenza di un manufatto storico, l'attraversamento del Parco Adda Sud, le difficoltà realizzative dovute alla necessità di effettuare i lavori sotto traffico, etc.. La Provincia di Milano ha affidato la redazione del progetto preliminare del ponte, con l'obiettivo di studiare l'ottimale soluzione progettuale sia dal punto di vista dell'inserimento paesaggistico-ambientale, sia considerandola parte integrante del progetto di adeguamento della Paullese. Non va dimenticato che impedire una soluzione

⁸ Archivio storico di Cremona, busta 414

progettuale per l'attraversamento dell'Adda comprometterebbe almeno, le relazioni Milano – Cremona.

In quest'ottica sono state individuate e successivamente analizzate le seguenti alternative:

IPOTESI 1 – REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTE A DOPPIA CARREGGIATA CON DEMOLIZIONE DI QUELLI ESISTENTI

Questa ipotesi comporta la demolizione di entrambe le opere esistenti per lasciare il posto ad un nuovo ponte (di seguito descritto) che ospiti entrambe le carreggiate. Per evitare interferenze sul traffico in fase di realizzazione, si prevede dapprima la demolizione del Ponte di Bisnate, successivamente la realizzazione del nuovo Ponte a sud dell'attuale ponte stradale, che rimarrebbe in funzione fino al completamento della nuova opera.

IPOTESI 2a – REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTE A SINGOLA CARREGGIATA FRA I DUE PONTI ESISTENTI, UTILIZZANDO PER L'ALTRA L'ATTUALE PONTE DELLA SS 415

Questa ipotesi prevede per un senso di marcia l'utilizzo dell'attuale ponte stradale che rispecchia le caratteristiche della sezione di progetto, mentre per l'altro si prevede la realizzazione di un nuovo ponte (di seguito descritto).

Tale opera verrà ubicata tra il ponte di Bisnate ed il ponte attualmente in funzione sulla SS 415. In questo caso il ponte di progetto avrebbe una larghezza tale ospitare una delle carreggiate previste dalla sezione adeguata della SS 415, con l'eventuale aggiunta della pista ciclabile che non può prevedersi sul ponte esistente; ad opera ultimata si andrebbe a spostare uno dei due flussi di traffico dall'attuale ponte alla nuova opera.

Per quanto riguarda il ponte di Bisnate, si prenderà in considerazione la possibilità di effettuare interventi di consolidamento al fine di mettere in sicurezza l'opera. Tali interventi verranno individuati e concordati con le autorità competenti – Autorità di bacino del Po e Magistrato del Po. Va ricordato che subito a valle del ponte, il Magistrato del Po ha già previsto, tra le opere idrauliche – sistemazione dei corsi d'acqua, la ricostruzione del nucleo della traversa sul fiume Adda attualmente in grave dissesto. L'importo totale stimato dei lavori è di 224.962 euro.

IPOTESI 2a bis – REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTE A SINGOLA CARREGGIATA A NORD DEI PONTI ESISTENTI, UTILIZZANDO PER L'ALTRA L'ATTUALE PONTE DELLA SS 415

Una variante della versione precedentemente descritta è quella che prevede la realizzazione del nuovo ponte a nord di quello attualmente in uso. Tale soluzione è tecnicamente realizzabile, ma presenta criticità di inserimento ambientale a causa dell'elevato grado di naturalità che caratterizza le fasce spondali, particolarmente quella in sinistra idraulica (vedi cartografie dei Piani allegate al quadro di riferimento programmatico).

IPOTESI 2b – REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTE A SINGOLA CARREGGIATA, UTILIZZANDO PER L'ALTRA L'ATTUALE PONTE DELLA SS 415 E DEMOLIZIONE DEL PONTE DI BISNATE

Questa ipotesi prevede per un senso di marcia l'utilizzo dell'attuale ponte stradale che rispecchia le caratteristiche della sezione di progetto, mentre per l'altro si prevede la realizzazione di un nuovo ponte e la demolizione del ponte di Bisnate.

Le fasi di realizzazione dell'opera prevedono innanzitutto la demolizione del ponte di Bisnate e successivamente la realizzazione della nuova opera di scavalamento con ubicazione sempre a sud dell'attuale ponte stradale. In questo caso il ponte di progetto avrebbe una larghezza tale da ospitare una delle carreggiate previste dalla sezione adeguata della SS 415, con l'eventuale aggiunta della pista ciclabile che non può prevedersi sul ponte esistente; ad opera ultimata si andrebbe a spostare uno dei due flussi di traffico dall'attuale ponte alla nuova opera.

IPOTESI 3 – ADEGUAMENTO DEL PONTE DI BISNATE PER UN SENSO DI MARCIA, UTILIZZANDO PER L'ALTRO L'ATTUALE PONTE DELLA SS415

Tale soluzione non prevede la costruzione di nuove opere di attraversamento sull'Adda. Si propone di adeguare il ponte di Bisnate per ospitare una carreggiata, utilizzando per l'altra il ponte attuale. Il ponte storico sarà adeguato con una struttura che consenta di allargare le corsie attuali da 6.50m a 9.75m, larghezza necessaria per ospitare una carreggiata. Tale struttura sarà costituita da un impalcato appoggiato ad opportune

strutture di fondazione realizzate ex-novo, in corrispondenza dei piedi delle arcate esistenti. In questo modo il ponte storico non svolgerà più alcuna funzione statica. E' da notare che le opere di adeguamento comprometterebbero sensibilmente il manufatto nella sua attuale architettura.

In seguito all'analisi delle soluzioni alternative, è stata adottata la soluzione 2a, ovvero l'inserimento di un nuovo ponte a singola carreggiata posto tra i due esistenti, utilizzando per l'altro senso di marcia l'attuale ponte. L'analisi delle soluzioni alternative, effettuata considerando le ricadute sotto diversi aspetti: idraulici, paesaggistici, vegetazionali, economici e di realizzazione (vedi Quadro di riferimento progettuale).

La soluzione proposta è inevitabilmente di "compromesso", e sarà opportuno un confronto con tutti gli Enti coinvolti nell'approvazione dell'opera, per ottimizzare tale scelta. Ottimizzazione, che potrebbe prevedere la demolizione del ponte attualmente in uso e la realizzazione di un'opera a doppia carreggiata (o due opere affiancate con identiche caratteristiche architettoniche).

2.5 Descrizione del progetto del nuovo ponte

Viene di seguito descritta la nuova opera ad una sola carreggiata (come prevista dall'ipotesi 2) considerando che nel caso del doppio senso di marcia, il ponte manterrebbe lo stesso disegno di prospetto con un adeguamento della larghezza dell'impalcato e delle fondazioni.

Il ponte ripete in chiave moderna una forma classica che appare come un arco a spessore fortemente variabile, con profilo d'intradosso parabolico, completata da due semi - archi laterali dello stesso disegno di quello centrale.

L'opera ha uno sviluppo totale di 240m, di cui 150m per l'arcata centrale e 45m ciascuna per le semiarcate laterali.

La larghezza totale dell'impalcato è di 13.50m, in modo da consentire l'inserimento di una carreggiata più la pista ciclabile da 2.00m di larghezza. La piattaforma di progetto "Categoria B – Extraurbane Principali" da 22.00m prevede per ogni senso di marcia una carreggiata composta da due corsie da 3.75m più una banchina da 1.75, per una larghezza totale 9.75m.

Le fondazioni, costituite da plinti su pali \varnothing 1500, sono ubicate fuori dell'alveo, in modo da non ridurre la sezione libera di deflusso del fiume.

Le estremità del ponte sono sostenute da spalle del tipo a rilevato passante, che risultano eseguibili con minor impatto sulle opere adiacenti e quindi sul traffico rispetto ad una classica spalla a muri di sostegno, presentando un impatto visivo sull'ambiente migliore, viste le esigue superfici di cls in vista e la predominanza di rilevati inerbiti.

Il ponte, gettato in opera con la tecnica della costruzione a sbalzo per conci successivi, è precompresso longitudinalmente; in senso trasversale funziona come una struttura in cemento armato.

3. CONSIDERAZIONI SULL'ANALISI DEL TRAFFICO

La natura fortemente pendolare dei flussi in transito evidenzia come durante la punta mattutina il carico veicolare preponderante sia nella direzione di Milano, polo attrattore del sistema terziario e commerciale, per poi invertirsi (con valori più ridotti) nell'ora di punta serale in cui la direzione principale risulta essere quella di uscita dalla città verso est.

La crescita del flusso di traffico prevista per l'anno 2010, conferma la funzione primaria di collegamento svolta dalla S.S.415 per relazionare il capoluogo lombardo con l'est milanese; inoltre gli alti valori di carico veicolare che si manifestano nel tratto di massimo flusso (inizio I°Lotto) evidenziano che tale propensione risulta fortemente enfatizzata dalla presenza dell'intersezione con la futura nuova Tangenziale Est.

In questo quadro si può affermare che il potenziamento della S.S.415 determinerà un miglioramento delle condizioni di traffico a medio termine, rispetto all'attuale situazione di congestione.

In tale contesto, in seguito alla previsione di interventi di riqualificazione su infrastrutture dell'area milanese ("Rivoltana", "Cassanese", Tangenziale Est esterna e Bre.Be.Mi), il progetto in esame contribuisce in maniera determinante ad una redistribuzione dei flussi veicolari territoriali.

4. SISTEMA VINCOLISTICO

L'area di progetto ricade in gran parte e all'interno del Parco agricolo Sud Milano e del Parco Adda sud, tali ambiti sono vincolati a livello statale dal D.L. del 29.10.1999, n. 490 (Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali) in qualità di Parchi regionali (art. 146 lett. f).

All' inizio del lotto 1 si segnala l'insediamento di Peschiera Borromeo, un vasto comparto adiacente la Paullese, vincolato ai sensi del D.legs. 490/99 alla voce Bellezze d'insieme (art. 139).

Il corso del fiume Adda è vincolato ai sensi dell'art. 146 lettera c del D.Lgs 490/99.

Relativamente al ponte di Bisnate, come già detto, avendo più di cinquanta anni ed essendo di proprietà di un Ente pubblico, è vincolato ai sensi dell'articolo 5 del D.Lgs 490/99. Il ponte ricade per metà all'interno del Piano territoriale di coordinamento comprensoriale del consorzio del Lodigiano, che non prevede alcuna forma di tutela del manufatto. Per l'altra metà il ponte ricade nella Provincia di Cremona, il cui Piano Territoriale Provinciale riporta il vincolo paesistico lungo il fiume Adda. Infine, il Piano territoriale del Parco Adda Sud non comprende il ponte di Bisnate nella voce "edifici monumentali e manufatti idraulici di particolare interesse storico-ambientale.

Dalle carte dei Piani consultate (vedi il Quadro di riferimento programmatico), non risultano essere presenti aree archeologiche vincolate o segnalate. La soprintendenza archeologica della Lombardia, aveva segnalato la possibilità di ritrovamenti in prossimità del tracciato della vecchia Paullese e lungo le sponde dell'Adda. In questo senso sarà possibile effettuare indagini nelle successive fasi di approfondimento del progetto con il coordinamento e la sorveglianza delle Soprintendenze di competenza.

5. INTERVENTI DI MITIGAZIONE

5.1 Interventi di mitigazione per la componente Atmosfera

Le attività operative potranno determinare la dispersione in atmosfera di polveri e di particolato. Per contenere tale impatto, anche in relazione ai ricettori presenti nelle diverse zone di lavoro, potranno essere adottati gli accorgimenti di seguito elencati:

- I tratti più trafficati delle piste di cantiere saranno pavimentati o trattati superficialmente e se del caso se ne provvederà alla periodica pulizia
- Le piste con minor transito, i piazzali di lavoro o di stoccaggio, il sedime delle opere in costruzione saranno bagnati periodicamente per evitare l'emissione di polveri.
- La movimentazione ed il travaso del materiale polveroso saranno condotte il più possibile in circuito chiuso (utilizzando impianti quali coclee e nastri trasportatori dotati di carter, trasporto pneumatico, etc.)
- I mezzi di cantiere saranno conformi alle più recenti norme di omologazione definite dalle direttive europee e sarà garantito un adeguato livello di manutenzione per tutta la durata del cantiere. I mezzi si muoveranno a velocità contenuta all'interno dei cantieri e per il contenimento delle polveri sarà effettuata in uscita la pulizia delle ruote con getti di acqua
- Si curerà la periodica manutenzione dei mezzi (controllo della carburazione sostituzione dei filtri).
- Il materiale trasportato avrà volumetria più elevata possibile, al fine di ridurre il numero complessivo dei viaggi
- Per l'organizzazione del traffico verranno presi accordi con i municipi al fine di dettagliare un piano del traffico per evitare congestioni
- I cumuli di materiale da utilizzare per opere di recupero ambientale saranno situati in zone lontane dagli insediamenti e opportunamente protetti dagli agenti atmosferici
- Saranno realizzate barriere a verde (siepi) in corrispondenza di ricettori particolarmente sensibili
- Negli impianti di betonaggio saranno installati filtri per l'aspirazione delle polveri di cemento

5.2 Interventi di mitigazione per la mitigazione degli impatti sulle componenti ambientali Ambiente idrico e Suolo e sottosuolo

5.2.1 Fase di cantiere

5.2.1.1 Sistemi di controllo delle acque

Nell'ambito delle attività di cantiere uno degli aspetti maggiormente critici, per quanto riguarda il rischio di impatto, è quello del controllo delle acque di scarico.

Le acque reflue civili saranno raccolte da apposite reti fognanti ed avviate ad opportuno trattamento.

Gli scarichi prodotti dalle lavorazioni di cantiere saranno soggetti a trattamento in funzione della tipologia:

- le acque provenienti dal lavaggio delle macchine operatrici e delle attrezzature necessitano di un trattamento di sedimentazione in una vasca a calma idraulica per le particelle grossolane, e di un trattamento di disoleatura che convogli le particelle grasse e gli oli in un pozzetto di raccolta, per essere poi portati ad apposito trattamento e smaltimento finale;
- le acque provenienti dal lavaggio degli inerti e dalla produzione di conglomerati saranno trattate per sedimentazione in vasche, e successivamente reimpiegate o inviate ad un idoneo recapito finale.
- Nei cantieri industriali e nei principali siti operativi si predisporranno apposite piazzole pavimentate su cui eseguire le operazioni di manutenzione e riparazione dei mezzi d'opera; le acque industriali e di prima pioggia saranno collegate con specifiche reti fognanti agli impianti di trattamento.
- Verranno predisposti appositi piani di intervento di messa in sicurezza e bonifica da adottare nel caso di incidenti che provochino lo sversamento di liquidi inquinanti.
- Durante le fasi di getto del calcestruzzo occorrente per la realizzazione di opere d'arte (pali, plinti, pile, spalle), onde evitare che si verifichi la dispersione di acqua mista a cemento nel terreno e nelle acque sotterranee, saranno adottati appositi accorgimenti quali ad esempio la posa in opera di idonea controcamicia in lamierino per il contenimento del getto.

- Nelle fasi di realizzazione di alcuni tratti in trincea si utilizzeranno diaframmature laterali per esigenze costruttive connesse con la presenza di un livello di falda che potrà interessare le strutture nel corso della loro realizzazione, nonché per la salvaguardia di alcuni fabbricati prospicienti la viabilità.
- Adeguate misure saranno messe in atto per prevenire l'intorbidimento e l'inquinamento delle acque superficiali dovuti allo sversamento di materiali di risulta nei corsi d'acqua durante le fasi di demolizione e scavo. Risulta dunque opportuno in fase di costruzione installare idonee barriere temporanee a ridosso delle aree di cantiere, così da evitare il ruscellamento di fanghi o la caduta di detriti nelle rete idrica. Inoltre sarà indispensabile prevedere l'impermeabilizzazione temporanea e la realizzazione di adeguate reti di captazione e drenaggio superficiale in corrispondenza di aree particolarmente vulnerabili.
- L'inserimento delle aree e piste di cantiere nel territorio determineranno l'intersecazione della rete idrica superficiale; al fine di garantire l'alimentazione ed il drenaggio delle acque e per minimizzare le alterazioni delle direzioni di ruscellamento superficiale, si modificherà in maniera temporanea o definitiva il reticolo idrico intercettato.

5.2.2 Interventi di mitigazione e compensazione in fase di esercizio

5.2.2.1 Opere per il drenaggio della piattaforma stradale

Il progetto di adeguamento prevede, tra le opere indispensabili per garantire la sicurezza dell'infrastruttura e dell'esercizio della stessa, interventi per la captazione, l'allontanamento ed il trattamento delle acque di piattaforma tramite un sistema di opere longitudinali e trasversali.

I criteri generali seguiti dal progetto nella definizione della rete di scolo sono stati:

- separazione netta tra i sistemi di raccolta delle acque "stradali" e quelle provenienti dal deflusso superficiale naturale;

- evitare, quando possibile, la concentrazione degli scarichi per aumentare la sicurezza e l'elasticità del sistema di smaltimento;
- inserimento di sfiori e/o troppo pieno per garantire il deflusso anche in caso di intasamento delle tubazioni.

Nel progetto sono stati individuati i ricettori naturali ai quali affidare lo smaltimento delle acque di ruscellamento dei bacini idrografici e della piattaforma stradale.

In particolare si è considerata l'esigenza di impedire lo sversamento diretto nei corsi d'acqua delle sostanze inquinanti immesse per dilavamento o accidentalmente nella rete di drenaggio; pertanto è stato concepito un sistema di canalizzazioni di tipo chiuso che intercetti tutta l'acqua di pioggia ricadente sulla sede stradale e la convogli in punti controllati, a valle dei quali avviene lo scarico nelle rete idrografica naturale.

Infatti, mentre le acque dei bacini risultano qualitativamente idonee ad essere versate nei colatori naturali ed eventualmente riutilizzati a scopi prevalentemente agricoli, lo stesso non si può affermare per le acque della piattaforma stradale che risultano inquinate dai depositi lasciati sul manto bituminoso dal traffico veicolare. A ciò si deve inoltre aggiungere la possibilità di ribaltamento di autocarri con conseguente fuoriuscita di sostanze tossiche che, in assenza di un opportuno sistema di raccolta, risulterebbero estremamente dannose e fortemente inquinanti per i terreni circostanti e per i corsi d'acqua limitrofi.

Per tali motivi si è concepito un sistema di smaltimento differenziato a seconda che si tratti di acque di piattaforma stradale o di versante.

Le acque meteoriche provenienti dai versanti limitrofi la carreggiata vengono canalizzate in opportuni fossi di guardia rivestiti ed inerbiti, e poi scaricate direttamente nei colatori naturali del terreno circostante. I fossi verranno impermeabilizzati con teli a base di bentonite sodica, in grado di garantire un grado di impermeabilità assai elevato.

Laddove non è risultato possibile realizzare i fossi rivestiti con teli in bentonite sodica, a causa dell'intersezione con la rete idrografica esistente, si è optato per canalette in elementi di cemento prefabbricate che consentono di realizzare dei piccoli ponti – canale autoportanti sui fossi di scolo esistenti.

Tali fossi sono posti lungo i fianchi dei rilevati in modo da evitare che il ristagno di acqua ai loro piedi possa imbibire le terre che costituiscono i corpi dei rilevati, aumentandone

l'umidità e conseguentemente provocando il rischio di erosione o sfaldamento del terrapieno.

Per quanto concerne invece le acque della piattaforma stradale esse verranno canalizzate in tubazioni di tipo convenzionale ed inviate in apposite "vasche" che hanno la funzione di apportare un miglioramento delle caratteristiche qualitative delle acque prima di essere scaricate nei ricettori naturali. La raccolta di tali acque avviene attraverso cunette di superficie che recapitano in bocche da lupo o caditoie le quali, a loro volta, attraverso condotte in c.a. o in fossi di guardia impermeabilizzati, recapitano direttamente nelle vasche di trattamento, disposte ad intervalli di 200-750 m.

5.2.2.2 Opere per la tutela della qualità delle acque

Il transito di veicoli lungo l'infrastruttura comporta la diffusione lungo la piattaforma stradale di sostanze in grado di alterare gli equilibri biologici sia dei suoli che delle acque. Relativamente al traffico veicolare, oltre agli inquinanti costituiti da parti di usura dei pneumatici, materiali di usura dei freni, da emissioni di combustioni, è da segnalare l'effetto dovuto agli eventuali liquidi altamente inquinanti sversati accidentalmente da parte di cisterne transitanti. Tali sostanze infatti (si tratta per lo più di idrocarburi) sono fortemente inquinanti, non sono solubili in acqua e la loro concentrazione rimane molto elevata; in mancanza di opportuni sistemi di difesa, sono destinate ad infiltrarsi nel terreno con una velocità che dipende dalle caratteristiche del suolo e dalla permeabilità dell'acquifero.

A tale proposito è stato progettato un sistema di raccolta delle acque provenienti dalla piattaforma stradale, sia derivanti da eventi meteorici che da sversamenti accidentali, che le recapiti in apposite opere di presidio idraulico prima di essere scaricate nei ricettori naturali. Anche il tratto stradale corrispondente alla galleria di Vigliano risulta presidiato: lungo le rampe di accesso alla galleria artificiale sono previste condotte in tubi di PVC di adeguato diametro che recapitano le acque ad una stazione di sollevamento, la quale, a sua volta, le recapita in una vasca di prima pioggia.

Le vasche di prima pioggia sono state dimensionate facendo riferimento alla legge regionale della Lombardia n° 62/85 e vengono realizzate per presenza lungo gran parte del tracciato di ambiti territoriali di sensibilità e vulnerabilità ambientale, sia in senso antropico (l'infrastruttura attraversa centri abitati), sia in senso ecologico generale.

Riguardo a quest'ultimo aspetto vale la pena sottolineare l'importanza che fattori come la presenza di corsi d'acqua naturali, l'elevato grado di vulnerabilità degli acquiferi interessati dal progetto, e la presenza di teste di fontanili e pozzi idropotabili, rivestono nella scelta dell'utilizzo di tali opere.

Le acque provenienti dalla piattaforma stradale verranno dunque canalizzate all'interno di tubazioni ed inviate in apposite vasche.

Tali manufatti saranno posizionati in luoghi accessibili per permettere le usuali operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria (in caso di sversamenti accidentali di oli/carburanti).

Il dimensionamento idraulico è stato effettuato prendendo come portata di progetto la somma delle portate provenienti dalle acque di prima pioggia e dallo sversamento accidentale di oli e carburanti, supponendo quindi di avere una contemporaneità tra i due fenomeni.

Le opere di presidio idraulico sono costituite da vasche in cemento armato, dimensionate in maniera tale da consentire sia la sedimentazione dei materiali solidi, sia la venuta in superficie della componente olio/carburante anche grazie alla presenza di appositi accorgimenti costruttivi di tipo idraulico (setti). In questo modo le acque bianche, separate dalla componente olio/carburante, saranno inviate alla rete idrografica di scolo delle acque superficiali. Le vasche saranno interrate ed il terreno soprastante verrà inerbito, per evitare un forte impatto visivo e paesaggistico.

L'aspetto più delicato relativo a questa tipologia di opere investe gli aspetti di manutenzione. È necessario infatti un adeguato piano di gestione e manutenzione che preveda un costante e periodico svuotamento delle vasche; laddove infatti le vasche non siano gestite secondo un rigoroso protocollo, con interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, le vasche possono risultare inefficaci se non dannose, in quanto trattengono e concentrano inquinanti in un'area circoscritta.

5.2.2.3 Interventi di sistemazione della rete idrografica esistente

La rete idrografica esistente nel territorio attraversato è adibita a funzioni di scolo, bonifica e irrigazione; sono dunque previsti una serie di interventi che tendono a garantire la

continuità dei deflussi e la fruibilità della rete di drenaggio che, in taluni casi, è di vitale importanza per le coltivazioni agricole.

- In corrispondenza delle interferenze con i corpi idrici di superficie si prevede di modificare localmente il reticolo idrico di superficie; al fine di mantenere gli equilibri idrologici esistenti e ripristinare la continuità idraulica a tutta la rete idrografica naturale, saranno realizzate opere di sottopasso, costituite da tombini in c.a. di tipo scatolare o circolare. Poiché la rete idrografica interessata dalle opere stradali è costituita da canali di scolo di bonifica o da canali irrigui regolati, non si pone in linea generale il problema del regime di piena. Il criterio adottato per il dimensionamento delle opere di attraversamento è stato quello di adeguare le opere già esistenti con tubi o scolorari di geometria equivalente a quella esistente, considerata idonea alle necessità di sicurezza idraulica della strada. Inoltre si prevede di utilizzare tombini di grandezza tale che il riempimento non superi mai l'80% e di verificare che la tensione tangenziale esercitata dalle acque sul fondo della tubazione sia in grado di garantire sempre l'autopulizia delle condotte.
- Per quanto riguarda i fossi di guardia attualmente presenti ai piedi del rilevato stradale, che fungono sia come recapito delle acque di piattaforma che come drenaggio per i fondi retrostanti, risulta evidente come una loro rimozione comprometterebbe la possibilità di coltivazione dei fondi potendo venire a mancare il necessario franco tra piano coltivabile e superficie freatica. In questi casi dunque si è proceduto nella progettazione a prevedere il ripristino dei fossi di guardia in posizione più esterna rispetto all'attuale, in modo da consentire l'allargamento della piattaforma stradale.
- Nel caso di corsi d'acqua irrigui, non sussistendo la funzione di drenaggio bensì quella di adduzione delle acque, si è proceduto a ricavare un nuovo assetto planimetrico al corso d'acqua compatibile con l'allargamento della carreggiata ma soprattutto con la destinazione d'uso delle acque, che alimentano una rete assai estesa ed articolata di canali di irrigazione.

5.2.3 Interventi da effettuarsi nelle fasi successive della progettazione

- In merito all'attraversamento delle aree di salvaguardia delle risorse idriche destinate al consumo umano (pozzi) dovrà essere eseguita una indagine idrogeologica di dettaglio che verifichi la compatibilità degli interventi di progetto con l'utilizzo potabile delle acque (indagine che porti eventualmente ad una ripermetrazione delle zone di rispetto dei punti di captazione intercettati); occorre verificare che i lavori di potenziamento dell'infrastruttura non comportino o inducano, particolarmente in fase di cantiere, fenomeni di contaminazione delle acque, variando la situazione idrogeologica attuale.
- Relativamente all'opera di attraversamento del fiume Adda (la cui fase progettuale è attualmente a livello preliminare) ed alla presenza di aree soggette a fenomeni di esondazione, è necessario prevedere uno studio approfondito circa il rapporto dell'opera con le fasce fluviali di esondazione (A e B) e quindi relativo alla conformità del progetto al Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Po. In ogni caso gli interventi previsti lungo il corso d'acqua saranno concordati con le autorità competenti (Autorità di Bacino del Po e Magistrato del Po).

5.3 Interventi di mitigazione per l'assetto vegetazionale, ecosistemico e paesaggistico

Tali opere riguardano prevalentemente gli interventi a verde che sono stati localizzati in prossimità dei ricettori sensibili in qualità di quinte vegetali schermanti e nelle aree intercluse con altre tipologie sotto descritte. Lungo l'asse stradale, non sono stati ritenuti necessari interventi di compensazione, che avrebbero ulteriormente sottratto territorio agricolo. Un discorso a parte merita l'attraversamento del fiume Adda, per il quale sarà invece necessario individuare aree di compensazione ecosistemica, che verranno stabilite e dettagliate con gli Enti preposti nelle successive fasi di progettazione. In corrispondenza delle sponde è comunque previsto il Ripristino per il quale si procederà alla rinaturalizzazione tramite l'azione combinata delle seguenti azioni:

1. consolidamento con massi di cava o equivalenti
2. piantagione di materiale vegetale vivente, in particolare la piantagione di talee di *Salix* sp.pl. che saranno selezionate tra le varietà locali.

Per quanto concerne la messa a dimora delle talee; le talee devono sporgere all'esterno per una lunghezza che non sia superiore ad un quarto della loro lunghezza totale e non essere poste al di sotto del livello di portata medio. Gli interventi vengono comunque verificati con l'Autorità di Bacino, che può modificare e richiedere ulteriori misure.

Di seguito si elencano le tipologie di opere a verde previste lungo i restanti tratti di progetto:

A Inerbimento tramite semina a spaglio o idrosemina

La semina del prato viene effettuata su tutte le superfici di pertinenza della strada e che abbiano terra in superficie. In altri termini tutte le parti non occupate dal tracciato vero e proprio, anche se interessate da altri interventi (ad esempio piantagione di alberi), saranno comunque inerbite.

Costituisce una forma di protezione superficiale al dilavamento ed una misura di carattere ambientale e paesaggistico, non permettendo un incremento delle pendenze delle scarpate rispetto agli angoli di incidenza calcolati sulla base delle caratteristiche geotecniche dei terreni utilizzati.

B Schermatura arborea e/o arbustiva

Queste sistemazioni possono essere disposte in parallelo a barriere anti-rumore oppure essere utilizzate da sole con funzione esclusivamente schermante. Per ridurre le interferenze con i manufatti, la messa a dimora verrà effettuata ad opportuna distanza da recinzioni, canalette di scolo, etc.

Siepe arbustiva

Le siepi saranno disposte linearmente, in fila singola o in file parallele disposte a quinconce (sfalsate). Laddove possibile si inseriranno file doppie o triple. Il sesto di impianto prevederà una distanza su filare di 40 cm ed una distanza tra i filari sfalsati di 80 cm, o inferiore.

Le specie proposte costituiscono elementi tipici degli arbusteti originari del comprensorio: *Crataegus monogyna*, *Cornus mas*, *Cornus sanguinea*, con sestetti di impianto dominati dal biancospino.

Quinta arborea a portamento colonnare

Le specie a portamento colonnare presentano una chioma idonea per impianti in filare con sestini di impianto relativamente densi, nonché un attacco basso della chioma, che permette di creare muri verdi non scoperti verso terra.

Si propongono comunque specie a foglia caduca, essendo le conifere completamente estranee al paesaggio padano. Le specie suggerite sono varietà selezionate a portamento colonnare appartenenti alle specie *Quercus robur* e *Carpinus betulus*. Il sestino di impianto sarà caratterizzato da una densità elevata: 2 m sul filare e 2 m tra i filari sfalsati a quinconce.

Le essenze utilizzate saranno varietà selezionate a portamento colonnare appartenenti alle specie *Quercus robur* e *Carpinus betulus* (*Quercus robur* "fastigiata Koster" e *Carpinus betulus* "pyramidalis fastigiata"). Il sistema di tutoraggio da utilizzare prevederà sia elementi verticali in legno, sia tiranti orizzontali in acciaio o ferro zincato.

C Piantagione di alberi ed arbusti

In ambiti interclusi o di margine rispetto al tracciato, viene prevista la piantagione di bande a filare multiplo di specie legnose, con essenze arbustive sui filari di margine ed essenze arboree sui filari centrali o distali.

Tra la carreggiata e la fascia arborea/arbustiva saranno tipicamente previste fasce inerbite di 3 m circa. La distanza tra gli alberi lungo i filari sarà di soli due metri, tollerando una mortalità post-impianto fino ad un terzo delle piante totali (oltre questo limite si prevedranno interventi di sostituzione delle fallanze). La distanza tra i filari alberati, tra loro sfalsati a quinconce, sarà indicativamente di 2 m tra gli alberi e di 1 m tra filari di alberi e i filari di arbusti.

La distanza nei filari di arbusti sarà di 50 cm tra le piante. La distanza tra i filari arbustivi, qualora fossero previsti più un filare di arbusti affiancati, sarà di 50 cm (sfalsati a quinconce).

L'impianto avrà tipicamente una ampiezza variabile a seconda della disponibilità di spazio. Laddove le superfici disponibili saranno comprese tra 6 e 8 metri si disporranno soltanto i

filari arbustivi, mentre per ampiezze superiori si prevedranno filari alberati interni (uno in più ogni 2 m aggiuntivi disponibili).

Alberi: Carpino bianco (*Carpinus betulus*); Farnia (*Quercus robur*); Acero campestre (*Acer campestre*). Arbusti: Biancospino (*Crataegus monogyna*) e Cornioli (*Cornus* sp.pl.).

D Sistemazione roundabout con viadotto sovrastante

Queste aree presentano particolari difficoltà stazionali per la sistemazione di specie vegetali, soprattutto a causa del viadotto che ombreggia e inaridisce la fascia centrale. Saranno previste piantagione a sesto irregolare con biancospino, *Crataegus monogyna* e cornioli, *Cornus* sp.pl. (vedere tabelle del punto "C").

Le fasce laterali del roundabout (per una ampiezza minima di 5 m) saranno sgombre da cespugli. Nelle parti prossimali all'ombra dei viadotti saranno messe a dimora piante di edera (*Hedera helix*) selezionate tra le varietà più adatte al tappezzamento orizzontale in condizioni di forte ombreggiamento. La piantagione avverrà con sesto di impianto irregolare.

E Piantagione di talee

Piantagione di materiale vegetale vivente, in particolare la piantumazione di talee di *Salix* sp.pl. che devono essere selezionati tra le varietà locali.

L'intervento di rinaturalizzazione di tratti di roggia vengono concordati con gli Enti gestori dei corsi d'acqua in esame. L'impianto prevede la sistemazione di un filare di *Salix* sp. pl. sul ciglio superiore della riva.

La piantagione di *Salix* sp. pl. viene effettuato utilizzando talee reperite in loco o in sito prossimo all'area di intervento. Le talee di salice saranno disposte in gruppi di 3-5 pezzi e dovranno sporgere fuori terra per una lunghezza che non sia superiore ad un quarto della

loro lunghezza totale e non essere poste al di sotto del livello di portata medio (distanza tra le buche di interrimento dei gruppi di talee: 100 cm).

F Piantagione di geofite da fiore

Le superfici vengono modellata a "lente", ovvero con leggera pendenza iniziale, via via relativamente più accentuata fino alla parte culminale, che avrà comunque una altezza massima di 80 cm. Per motivi di visibilità della rotatoria, una prima fascia di profondità minima di 5 m sarà mantenuta a pendenza prossima a zero (in questa fascia non verranno effettuate piantagioni di neofite o altre piante, ma verrà prevista la semina del prato, che verrà contenuto con sfalci frequenti, oppure altra sistemazione che mantenga una buona visività).

I rizomi di iris vengono disposti con una leggera copertura di terreno da coltivo (5 cm). Il trapianto avviene nel periodo del riposo vegetativo ed escludendo il mesi freddi (quindi autunno). La densità dei rizomi all'interno delle aree di piantagione è di 10 per mq. Si utilizzano varietà di iris definite "barbate medie" (*Iris florentina*, *Iris germanica*) e "barbate alte": *Iris pallida*, ovvero iris rizomatosi con fiori aventi i segmenti esterni del perigonio muniti verso la base di appendici barbute.

G Dissodamento di viabilità dismessa

L'intervento prevede la rimozione del materiale bituminoso di ricopertura e del materiale lapideo costituente le massicciate, ed infine il dissodamento con un procedimento analogo a quello illustrato più avanti per le aree di cantiere.

L'eliminazione di eventuali tratti di strada dismessa viene eseguita mantenendo la funzionalità degli accessi ai terreni agricoli adiacenti ed alle altre proprietà. Le superfici recuperate, se non indicato diversamente e se non restituite all'uso agricolo o produttivo, vengono inerbite.

H Ripristino delle aree di cantiere

I suoli occupati temporaneamente in fase di cantiere saranno restituiti all'utilizzo agricolo, salvo diversi accordi con i comuni. od essere utilizzati per la piantagione di specie arboree

e/o arbustive, utilizzando gli strati di suolo superficiali risultanti dallo scotico effettuato nelle fasi preliminari della costruzione dell'opera.

Durante le operazioni di scotico si avrà cura di tenere separati gli strati superiori del suolo, da quelli inferiori. Si provvederà quindi a dei saggi preliminari che consentano di individuare il limite inferiore dello strato da asportare evitando il rimescolamento dello strato fertile con quelli inferiori a prevalente frazione di inerti.

Gli strati fertili superficiali vengono quindi raccolti, conservati e protetti con teli di tessuto - non tessuto. I mucchi di terreno fertile verranno quindi tenuti separati da altri materiali e collocati in posizione ove sia reso minimo il rischio di inquinamento con materiali plastici, oli minerali, carburanti, etc.

Al termine dei lavori del cantiere le superfici temporaneamente occupate vengono ripulite da qualsiasi rifiuto, da eventuali sversamenti accidentali o dalla presenza di inerti, conglomerati o altri materiali estranei.

I terreni da restituire agli usi agricoli, se risultano compattati durante la fase di cantiere, devono essere lavorati prima della ristrutturazione degli orizzonti rimossi. La lavorazione dovrebbe prevedere due fasi successive:

1. la *ripuntatura*, lavorazione principale di preparazione, ottiene l'effetto di smuovere ed arieggiare il terreno, senza mescolare gli strati del suolo;
2. la *fresatura*, consiste nello sminuzzamento del terreno e viene effettuata con strumenti di lavoro con corpo lavorante a rotore orizzontale dotato di utensili elastici, viene impiegata per evitare la formazione della suola di lavorazione, che potrebbe costituire un fattore limitante nell'approfondimento delle radici delle specie coltivate.

Dopo la ristrutturazione finale degli strati superficiali, verrà quindi effettuata una fresatura leggera in superficie. Se la stagione dell'intervento lo consente è opportuno quindi procedere alla immediata semina di un erbaio da sovescio (le radici delle leguminose svolgono un importante funzione miglioratrice grazie al processo di azotofissazione che rende disponibili nel terreno consistenti quantità di azoto).

5.4 Interventi di disinquinamento acustico

Si prevede l'inserimento di 10.155 m. di barriere (di cui 1020 m. di altezza $h = 3$ m, 605 m. di altezza $h = 4$ m e 8530 m. di altezza $h = 5$ m.), l'installazione di riduttori di rumore in sommità (5185 m. sulle barriere alte 5 m.), la stesura di pavimentazione drenante fonoassorbente su l'intera viabilità di progetto, e la sostituzione degli infissi esistenti con appositi infissi fonoisolanti ai piani alti di 10 edifici residenziali.

In particolare:

- 1020 m. di barriera metallica fonoassorbente con pannelli trasparenti in PMMA di altezza $h=3.0$ m.
- 605 m. di barriera metallica fonoassorbente con pannelli trasparenti in PMMA di altezza $h=4.0$ m.
- 3345 m. di barriera metallica fonoassorbente con pannelli trasparenti in PMMA di altezza $h=5.0$ m.
- 5185 m. di barriera metallica fonoassorbente con pannelli trasparenti in PMMA di altezza $h=5.0$ m. con riduttore di rumore in sommità
- pavimentazione drenante fonoassorbente su l'intera viabilità di progetto
- finestre fonoisolanti per i piani alti di 10 edifici residenziali

Le barriere antirumore previste sono metalliche fonoassorbenti per garantire la migliore efficacia acustica, prevedendo una parte in pannelli in PMMA trasparenti in maniera da alleggerire l'intrusione visiva dell'intervento sia agli utenti dell'infrastruttura che ai residenti.

Di seguito si riportano gli interventi suddivisi per lotti di realizzazione.

Lotto 1

- 70 m. di barriera metallica fonoassorbente con pannelli trasparenti in PMMA di altezza $h=3.0$ m.
- 605 m. di barriera metallica fonoassorbente con pannelli trasparenti in PMMA di altezza $h=4.0$ m.
- 1010 m. di barriera metallica fonoassorbente con pannelli trasparenti in PMMA di altezza $h=5.0$ m.

- 2305 m. di barriera metallica fonoassorbente con pannelli trasparenti in PMMA di altezza $h=5.0$ m. con riduttore di rumore in sommità
- pavimentazione drenante fonoassorbente su l'intera viabilità di progetto
- finestre fonoisolanti per i piani alti di 5 edifici residenziali

Lotto 2

- 950 m. di barriera metallica fonoassorbente con pannelli trasparenti in PMMA di altezza $h=3.0$ m.
- 2335 m. di barriera metallica fonoassorbente con pannelli trasparenti in PMMA di altezza $h=5.0$ m.
- 2880 m. di barriera metallica fonoassorbente con pannelli trasparenti in PMMA di altezza $h=5.0$ m. con riduttore di rumore in sommità
- pavimentazione drenante fonoassorbente sull'intera viabilità di progetto
- finestre fonoisolanti per i piani alti di 5 edifici residenziali

