

TAVOLO TECNICO INTER-ISTITUZIONALE



REGIONE EMILIA ROMAGNA



Comune di BOLOGNA



Comune di GRANAROLO DELL'EMILIA



Associazione Intercomunale Terre di Pianura



PROVINCIA DI BOLOGNA



Comune di CASTENASO



Associazione Intercomunale Valle dell' Idice

COMUNI DI BOLOGNA E CASTENASO
**COMPLETAMENTO DELL'ASSE STRADALE LUNGOSAVENA
 (3° LOTTO FUNZIONALE)**

EQUIPE DI PROGETTAZIONE :

COORDINAMENTO GENERALE
 Ing. Stefano PEDRIELLI

COORDINAMENTO ASPETTI AMBIENTALI
 Ing. Francesco MAZZA

PROGETTAZIONE STRADALE
 Ing. Daniele MINGOZZI
STRUTTURE
 Ing. Michele BIANCHINI
GEOTECNICA
 Ing. Alessandro BOSCHI
IDROLOGIA E IDRAULICA
 Ing. Marco MAGLIONICO

ANALISI MOBILITA' Ing. Fabio CERINO
INQUINAMENTO ACUSTICO Dott.ssa Francesca RAMETTA
VEGETAZIONE, FAUNA ECOSISTEMI, ASPETTI AGRONOMICI Dott. Agr. Salvatore GIORDANO
INQUINAMENTO ATMOSFERICO Ing. Irene BUGAMELLI
 Dott.ssa Sara TAMBURINI
SUOLO E SOTTOSUOLO Dott. Geol. Andrea MASTRANGELO
CARTOGRAFIA E GIS Geol. Daniela MAZZAROTTO
ARCHEOLOGIA Dott. Fabio MONTIGIANI
ANALISI PAESAGGISTICHE Arch. Guido PONGILUPPI
 Arch. Camilla ALESSI

ENSER srl
 Prof. Ing. Maurizio MERLI

AIRIS srl
 Dott. Ing. Francesco MAZZA

Responsabile del Procedimento
 Dott. Ing. Alessandro DELPIANO
 (Direttore Settore Pianificazione Territoriale e Trasporti della Provincia di Bologna)

2					
1					
0	15/06/2010	EMISSIONE	Daniele MINGOZZI	Stefano PEDRIELLI	Maurizio MERLI
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	ENSER srl

PROGETTAZIONE: RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI IMPRESE

MANDATARIA: **ENSER srl** SOCIETA' DI INGEGNERIA
 Viale Baccarini, 29 - 48018 FAENZA (RA) tel. 0546-663423
 Viale Masini, 46 - 40126 BOLOGNA (BO) tel. 051-245663
 Via Andrea Costa, 115 - 47822 S. ARCANGELO (RN) tel. 0541-1832926
 ingegneria@enser.it - www.enser.it

MANDANTE: **AIRIS** INGEGNERIA PER L'AMBIENTE S.r.l.
 Via San Gervasio, 1 40121 Bologna tel. 051 266075 - 051 6561801 fax 051 266401
 info@airis.it www.airis.it

STUDIO di FATTIBILITA'

COMMITTENTE:

PROVINCIA DI BOLOGNA
 SETTORE PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E TRASPORTI

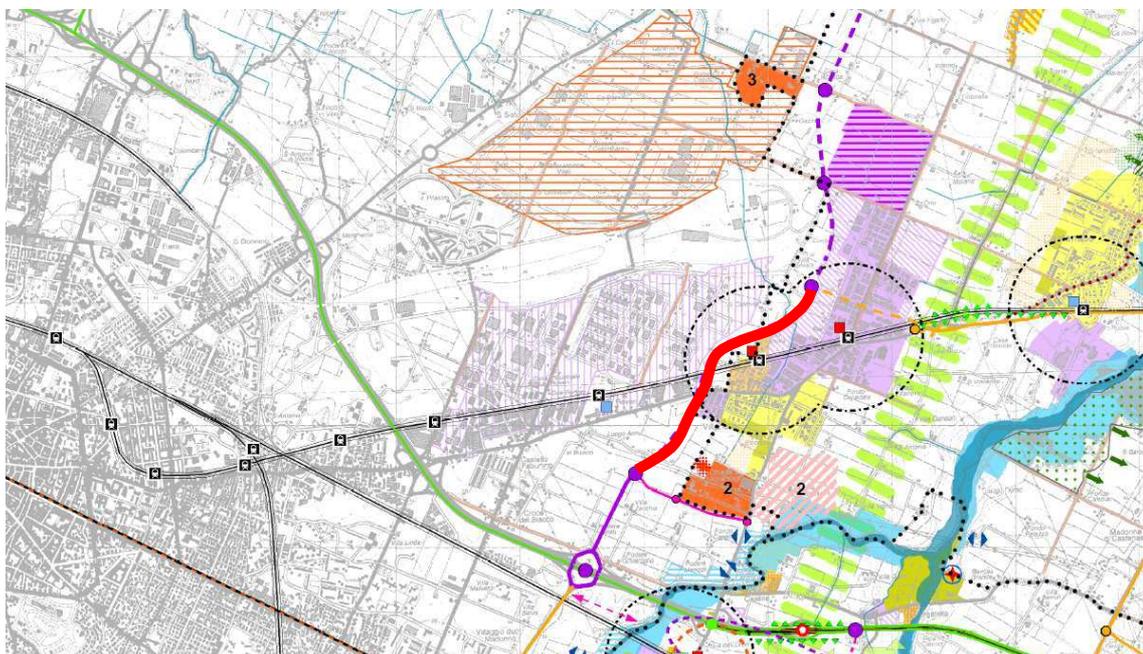
CODICE LAVORO	S10011
CODICE ELABORATO	SFRG020
ELABORATO	RG 02
SCALA	---
FOGLIO	A4
PLOTTAGGIO	1=1
*.CTB	---
FILE:*.dwg	S10011-SF-RG02-0

TITOLO:
RELAZIONE TECNICA

1 PREMESSA

L'asse Lungosavena è una strada di scorrimento appartenente alla "grande rete" viabilistica definita dal Piano Regionale dei Trasporti (PRIT) 1998 – 2010, che, in prosecuzione verso nord dell'asse costituito dalla Strada di Fondovalle Savena (FVS) Loiano – Rastignano, dalla Variante alla SP 65 per l'attraversamento dell'abitato di Rastignano, dalla Strada IN870, e dai viali Vighi e Cavina, collega l'uscita 12 della Tangenziale di Bologna (quartiere Mazzini) con la Trasversale di Pianura in comune di Granarolo, permettendo il collegamento diretto con la tangenziale di vari poli generatori e attrattori di traffico, quali il centro commerciale Centronova, la Poligrafici Editoriale (Resto del Carlino), la zona industriale di via dell'Industria, l'insediamento polifunzionale CAAB, e gli abitati di Castenaso (in particolare la Frazione Villanova) e di Granarolo.

Img. 1.1 Corografia (dal PSC del Comune di Castenaso; in viola, l'asse Lungosavena, in rosso, il tratto in esame)



1.1 Pianificazione regionale

Il PRIT '98 recita:

0.6.3.1 Grande Rete e Rete di Base

Il Piano assume a modello una rete articolata su due livelli funzionalmente distinti:

- **la rete di collegamento regionale/nazionale (grande rete)**, avente funzioni di servizio nei confronti della mobilità regionale di più ampio raggio (sia interna alla Regione che di penetrazione/uscita regionale) e nei confronti della mobilità nazionale con entrambi i recapiti all'esterno del territorio regionale; Il PRIT98 amplia la rete di collegamento introducendo nuovi itinerari, al fine di alleggerire la pressione dei flussi sull'itinerario centrale (azione indiretta). Sono pertanto compresi nella grande rete futura anche l'intero itinerario E45/E55, la S.S. 16/Adriatica, la Cispadana e la Pedemontana.
- **la rete di base**, avente funzione di rete di accessibilità, destinata al servizio capillare sul territorio. Da tale porzione di rete, peraltro notevolmente diffusa e variamente organizzata, si è ritenuto opportuno estrarre una componente ("rete di base principale"), distinta dalla rete locale rispetto alla quale concentrare maggiormente l'attenzione, identificandola in modo da garantire un efficace livello di accessibilità ai distretti industriali e alle aree urbane (...) (relazioni di traffico di tipo bacinale, suburbano e locale).

8.7.8.3 – Interventi in prossimità della città di Bologna

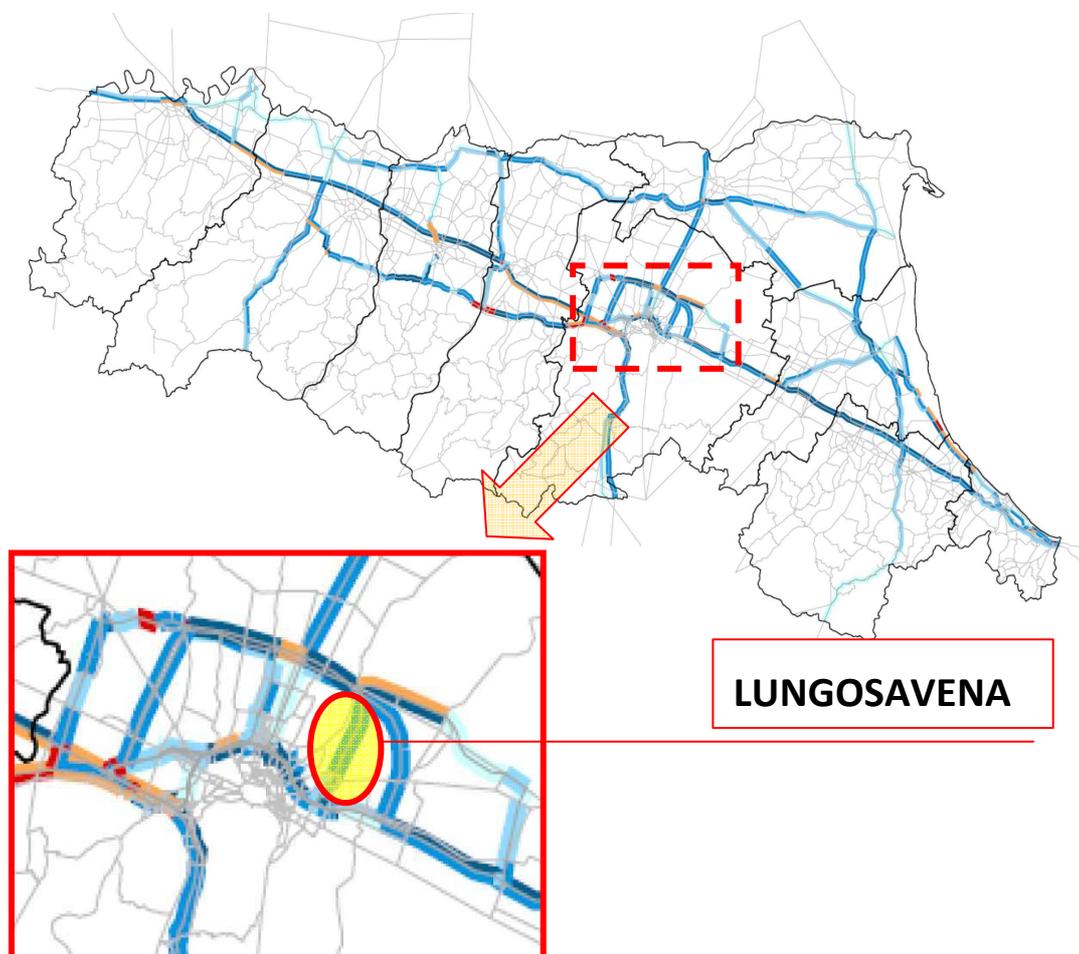
Alla luce dei risultati sopraesposti si è pertanto convenuto che:

1. è necessario operare un potenziamento a standard III CNR della Trasversale di Pianura nel tratto S.Giovanni in Persiceto-Medicina (...)
2. è opportuno (...) decongestionare l'asse tangenziale con tracciato "in sede"; tale intervento dovrà risultare efficace anche in un arco temporale più lungo rispetto all'orizzonte-PRIT (anno 2010);
3. potranno permanere, anche a seguito di questo intervento sul sistema tangenziale, alcuni elementi di crisi sul sistema della viabilità urbana di Bologna. Tali criticità andranno affrontate e risolte nelle sedi opportune mediante interventi da concordarsi sulla rete urbana e/o mediante la soluzione più radicale dello spostamento di pesi insediativi a ridosso della Trasversale di pianura. E' pertanto prevista la realizzazione delle seguenti infrastrutture con standard a due corsie/senso, anche per fasi funzionali successive (una prima fase a una corsia/senso e una seconda fase a due corsie/senso):

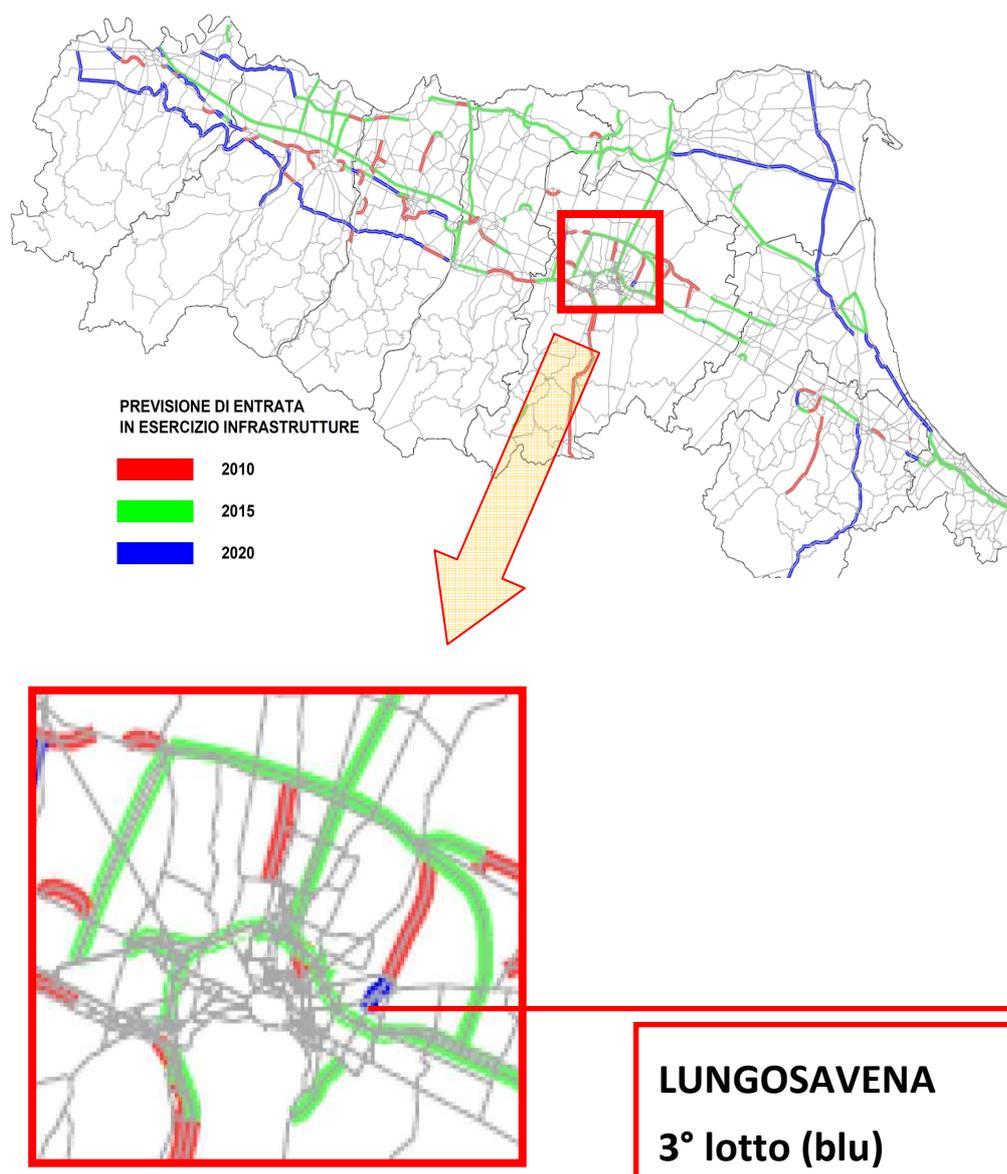
- Trasversale di pianura da S.Giovanni in Persiceto a Medicina, a partire dalla cosiddetta "bretella di Funo" (comprese le varianti in corrispondenza dei centri abitati di Budrio e S.Giovanni in Persiceto);
- Collegamento tra la Pedemontana, il nuovo casello della Muffa e S.Giovanni in Persiceto;
- Lungoreno, fra la Trasversale di pianura e la Tangenziale di Bologna;
- **Lungosavena, fra la Trasversale di pianura e la Tangenziale di Bologna; la sua prosecuzione fino a Rastignano in variante alla SS 65 è prevista con a una corsia/senso;**
- Connessione fra la Trasversale di pianura e il casello A 14 di Castel San Pietro.

Nella è rappresentata la Grande Rete Regionale nel suo complesso, mentre nella *Img. 1.3* sono evidenziate solo le nuove infrastrutture. Si osserva che il Lotto 3 in esame è inserito nello Scenario 2020.

Img. 1.2 Grande rete regionale – Scenario 2020 (dall’Allegato al Documento Preliminare del PRIT 2010-2020)



Img. 1.3 Grande rete regionale – Previsione della data di entrata in esercizio delle nuove infrastrutture (dall’Allegato al Documento Preliminare del PRIT 2010-2020)



Dal piano della mobilità provinciale

Art. 12.12 Gerarchia della rete viaria (ex art. 12.8)

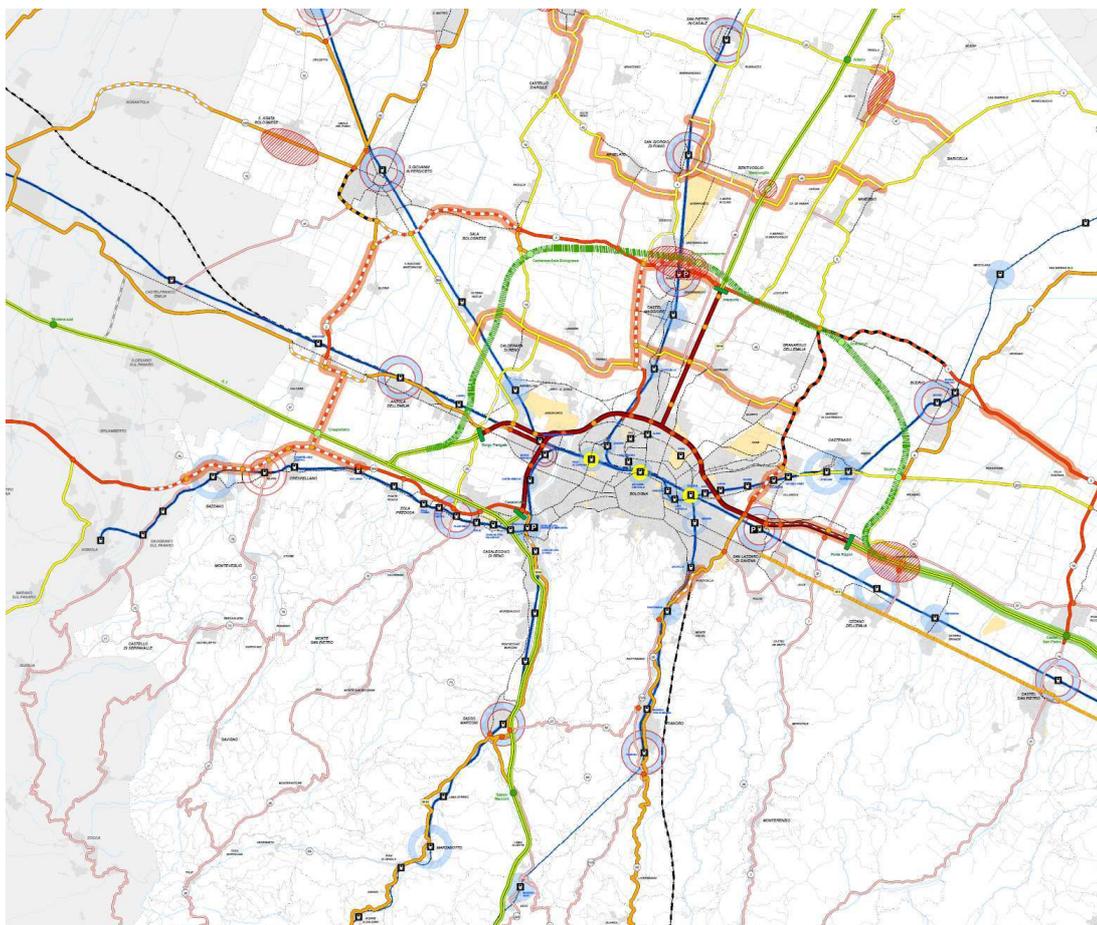
1.(D) Il PMP individua nella Tav. 4A l'assetto strategico di lungo periodo della rete viaria secondo i seguenti livelli di rango funzionale:

a) **rete autostradale**; costituita dalle Autostrade A1 e Variante di Valico, A13, A14 raccordate dal Passante Autostradale Nord di progetto in variante alla attuale A14;

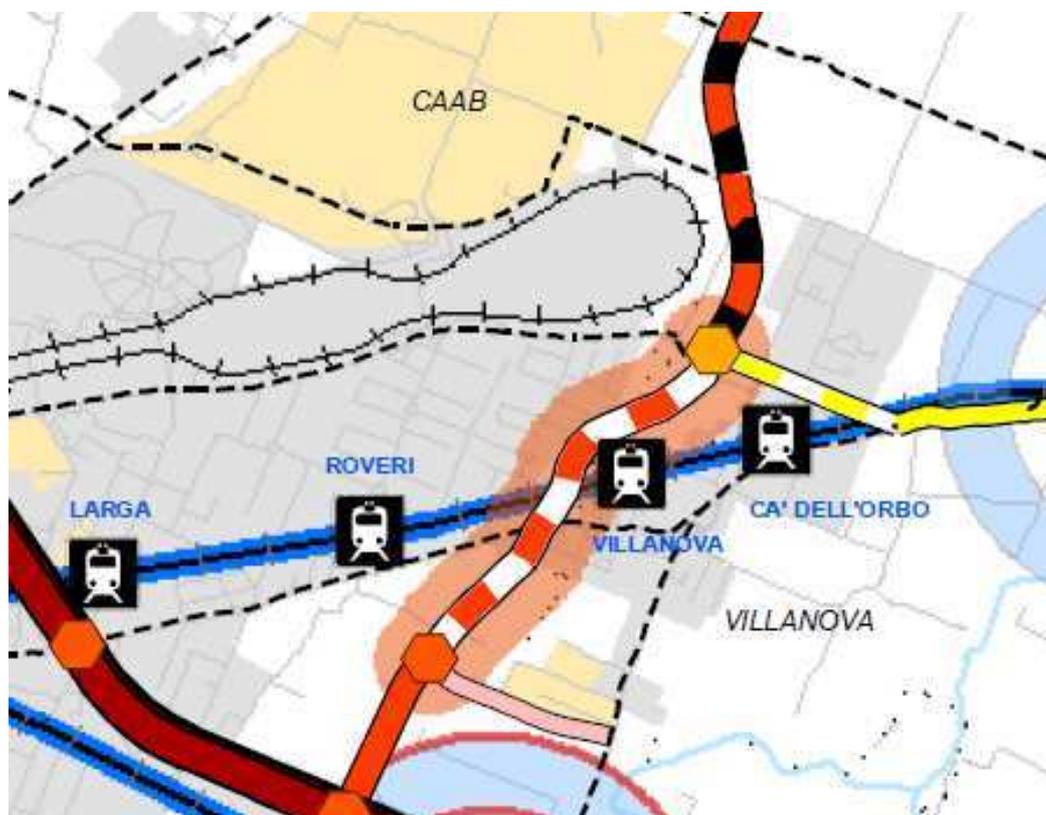
b) ulteriori assi costituenti, insieme con quelli autostradali, la **grande rete** della viabilità di interesse regionale/nazionale, come definita dal PRIT, "avente funzioni di servizio nei confronti della mobilità regionale di più ampio raggio (sia interna alla regione che di penetrazione-uscita) e nei confronti della mobilità nazionale con entrambi i recapiti all'esterno del territorio regionale"; essi sono i seguenti:

- i. Tangenziale di Bologna, comprensiva dei tratti da liberalizzare delle attuali autostrade A13, A14, A1 e complanare alla A14 fino a Ponte Rizzoli;
- ii. Nuova Bazzanese;
- iii. collegamento 'Nuova Bazzanese' - casello autostradale di Crespellano;
- iv. Asse San Giovanni – casello autostradale di Crespellano (SP2-SP27)
- v. Asse 'Trasversale di Pianura' (SP3) da S. Giovanni in Persiceto a Medicina;
- vi. Asse 'Nuova S. Carlo' (SP19) dalla 'Trasversale di Pianura' al casello autostradale di Castel S. Pietro;
- vii. **Asse 'Lungosavena' dalla 'Trasversale di Pianura' alla Tangenziale**;
- viii. Asse 'Nuova Galliera' (SP4) dalla 'Trasversale di Pianura' alla Tangenziale di Bologna.

Img. 1.6 Tav. 4A del PTCP – Ottobre 2009 – assetto strategico infrastrutture per la mobilità



Img. 1.7 Tav. 4A del PTCP – Ottobre 2009 – assetto strategico infrastrutture per la mobilità – Stralcio zona allo studio



1.3 Asse Lungosavena – Lotti funzionali e stato dell'arte.

La progettazione e la costruzione dell'Asse Lungosavena è stata suddivisa in 5 lotti funzionali e presenta il seguente stato di attuazione:

- **1° LOTTO:** (Tratto dalla tangenziale di Bologna alla rotatoria Ipercoop Centronova): già realizzato dal Comune di Bologna con il contributo finanziario degli operatori commerciali
- **2° LOTTO:** (Tratto da via dell'Industria a via del Bargello); vede la progettazione e la realizzazione a carico del Comune di Bologna ed è in corso la predisposizione dei documenti per l'effettuazione della gara di appalto lavori. Data ultimazione lavori prevista 2012.
- **LOTTO 2bis:** (Bretella che collega l'Asse Lungosavena all'altezza di via dell'Industria con la SP253 San Vitale in direzione di Castenaso); vede la progettazione e la realizzazione a

carico del Comune di Castenaso ed è in corso la predisposizione del Progetto Esecutivo. Data ultimazione lavori prevista 2014.

- **3° LOTTO:** dalla rotonda al termine di viale Giovanni II (poco a nord della Tangenziale, presso il Novotel e a breve distanza dal Centronova), e la fine di Via dell'Industria, avente una lunghezza netta di 2140 m. Di questo lotto non era mai stato iniziato l'iter progettuale, né esistono per ora finanziamenti.
- **4° LOTTO:** attualmente in fase di realizzazione. Data ultimazione lavori prevista 2010 Tratto: da via del Bargello alla SP3 trasversale di pianura.

1.4 Affidamento dell'incarico per lo studio di fattibilità: antefatti.

- Il PRIT 1998-2010, prevede il potenziamento infrastrutturale dei collegamenti di valenza regionale e nazionale "grande rete" tra cui la strada Lungosavena compresa fra la Trasversale di Pianura e la Tangenziale di Bologna;
- Il PTCP approvato il 30 Marzo 2004 ha recepito tale indicazione individuando nelle tavole 3 e 4 un'ipotesi di nuovo tracciato;
- L'accordo territoriale CAAB sottoscritto il 9/7/2008 dai Comuni di Bologna, Granarolo, Castenaso e dalla Provincia, indica il Completamento dell'Asse Lungosavena quale viabilità strategica per lo sviluppo del polo funzionale CAAB. Infatti in tale accordo si afferma, fra l'altro, quanto segue: "L'infrastruttura in grado da garantire il necessario livello di accessibilità dalla grande rete viaria metropolitana, regionale e nazionale, è costituita prioritariamente dall'asse Lungosavena. Anche in questo caso si conviene che l'attuazione dei comparti nord dovrà essere necessariamente relazionata alla entrata in esercizio di tutti gli stralci funzionali dell'asse stradale. A tal fine gli Enti si impegnano alla attivazione di un tavolo tecnico che valuti la fattibilità tecnica ed economica dell'opera, ricercando le soluzioni tecniche adeguate."
- La variante al PTCP denominata PMP approvata il 31 marzo 2009, prevede la definizione della maglia stradale ancora mancante della "grande rete" definita dal PRIT98 attraverso il completamento dei seguenti tratti: Nuova Galliera, Lungosavena, asse stradale di collegamento casello autostradale di Crespellano-San Giovanni in Persiceto, completamento Trasversale di Pianura e Nuova Bazzanese, Complanare alla A14 fino a Ponte Rizzoli; e, in particolare, all'art. 12.15 indica tra le opere strategiche prioritarie il completamento dell'asse Lungosavena attraverso la realizzazione del III lotto;
- La Provincia di Bologna il 17/11/2009 ha richiesto un finanziamento ai sensi della LR 30/98 e delibera n. 1537/2008, alla RER per la redazione di uno studio di fattibilità del III lotto Lungosavena;
- Il 9/2/2010 è stato istituito il Tavolo tecnico Inter-Istituzionale (v. par. seguente)
- La Provincia di Bologna in data 26/02/2010 ha affidato tramite gara di appalto l'incarico all'Associazione temporanea ENSER-AIRIS per la redazione dello studio di

fattibilità così come previsto dalla Delibera della Giunta Regionale n.1929/2009 del 30/11/2009.; è infatti interesse della Regione Emilia Romagna e della Provincia di Bologna, anche per dare risposta ad una richiesta fortemente manifestata dagli enti territoriali locali (comuni e associazioni), iniziare l'iter progettuale del 3° lotto, al fine di completare, come previsto dal PRIT 98-2010, i collegamenti di valenza regionale e nazionale (grande rete) fra cui è compreso anche l'Asse Lungosavena.

1.5 Tavolo tecnico inter-istituzionale.

Con delibera di Giunta Provinciale n 39 del 9/02/2010 è stato istituito il tavolo tecnico interistituzionale. Il tavolo tecnico è formato dai rappresentanti tecnici nominati dalla Regione Emilia-Romagna, dalla Provincia di Bologna, dai rappresentanti dei Comuni di Bologna, Castenaso e Granarolo dell'Emilia

I compiti del Tavolo Tecnico definiti nell'Atto di Indirizzo sono i seguenti:

- Valutare le soluzioni infrastrutturali individuate ed approfondite dallo Studio di Fattibilità del 3° lotto funzionale;
- Valutare la fattibilità economico-finanziaria degli interventi infrastrutturali individuati nello Studio di Fattibilità

I lavori del tavolo tecnico interistituzionale iniziati il 24/03/2010 ed articolati in n° 5 incontri tecnici ed un sopralluogo dell'area si sono conclusi il 28/05/2010.

Sia agli incontri tecnici, sia al sopralluogo, hanno partecipato gli scriventi Progettisti di Enser ed Airis, presentando via via gli sviluppi dello Studio e ricevendo indicazioni e indirizzi progettuali dai rappresentanti tecnici degli Enti.

2 OBIETTIVI DELLO STUDIO DI FATTIBILITA'

Il presente studio di fattibilità ha teso a perseguire l'obiettivo della **Progettazione Integrata delle Infrastrutture**, in modo da fornire un contributo alla definizione di una metodologia progettuale basata su un approccio multidisciplinare ed integrato.

Lo sviluppo dello studio di fattibilità è stato informato ai seguenti principali criteri ispiratori:

- calibrazione degli aspetti tecnico-ingegneristici dell'opera agli obiettivi funzionali espressi dalla pianificazione territoriale e di settore;
- analisi delle componenti territoriali e ambientali dei siti interessati preliminarmente alla prima definizione della proposta progettuale delle alternative, introducendo da subito i temi ambientali nell'orientamento delle proposte;
- selezione delle alternative con una metodologia che renda esplicita la valutazione sugli aspetti funzionali, ambientali, economici, e quindi di tipo multicriteria (o multiobiettivo) anche a supporto del tavolo tecnico interistituzionale;
- ottimizzazione preliminarmente della soluzione emergente agli aspetti di compatibilità ambientale, con indicazione dei temi da sviluppare nelle successive fasi progettuali.

Più precisamente, gli obiettivi dello Studio sono i seguenti:

Individuazione e definizione della soluzione ottimale in termini di

- Localizzazione ed andamento planimetrico del tracciato
- Andamento altimetrico
- Eventuale presenza di svincoli intermedi
- Ubicazione e tipologia degli interventi di mitigazione e di compensazione

La soluzione viene scelta tra varie alternative prese in esame, tutte idonee in termini di qualità e di validità tecnica, nel rispetto dei requisiti richiesti dalle normative vigenti per le strade della categoria considerata, confrontate privilegiando:

- ❖ il minore impatto complessivo dell'intervento sul territorio;
- ❖ il massimo rispetto e la massima compatibilità con le caratteristiche del contesto territoriale e ambientale dell'intervento;
- ❖ il rapporto ottimale fra i benefici e i costi globali di costruzione, manutenzione e gestione;
- ❖ il risparmio di risorse non rinnovabili, il riutilizzo dei materiali presenti nell'area dell'intervento e l'impiego di materiali riciclati

3 DATI DI BASE E STUDI PROPEDEUTICI

3.1 Sopralluoghi

Sono stati effettuati sopralluoghi finalizzati ad individuare vincoli naturali od antropici (coltivazioni, vegetazione, residenze, viabilità, servizi, ecc.).

Img. 3.1



Img. 3.2



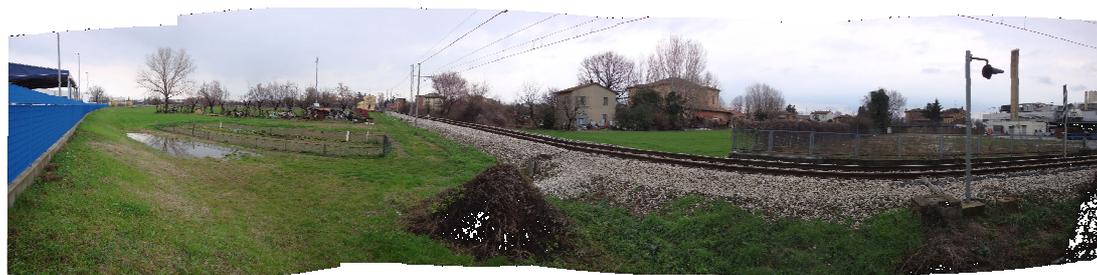
Img. 3.3



Img. 3.4



Img.3.5



Commenti alle fotografie:

Img. 3.1. Villa dell'Istituto Gualandi

Img. 3.1. S.P. 253 San Vitale; vista verso Ovest (da Castenaso verso Bologna); si vedono, da sinistra, il cartello blu di indicazione del termine del tratto di competenza provinciale, l'edificio de "Il Resto del Carlino", il vecchio edificio disabitato da demolire, il parco della Villa dell'Istituto Gualandi

Img. 3.3 Panoramica dell'attraversamento della San Vitale; vista verso nord e verso est

Img. 3.4 Panoramica dell'attraversamento della San Vitale; vista verso sud e verso ovest

Img.3.5 Panoramica dell'attraversamento della FBP; vista verso est e verso nord

3.2 Geologia e geotecnica

Le caratteristiche idrogeologiche e litostratigrafiche dei terreni interessati sono state determinate tramite il reperimento e lo studio della documentazione esistente, comprendente la cartografia e le pubblicazioni disponibili in Regione, in Provincia, nei Comuni, presso le Università. Sono stati raccolti anche i dati già disponibili relativi ad indagini geotecniche sul territorio. I risultati degli studi sono illustrati nelle relazioni specialistiche. In sintesi, è stata individuata la seguente stratigrafia di massima:

- Da p.c. a 5.0÷6.0m di profondità: limi e argille sabbiosi, talora sabbie limose e più raramente sabbie (Litofacies limo-sabbiosa).
- Da 5.0÷6.0m a 14.0m di profondità: limi ed argille (Litofacies limo-argillosa), talora contenenti lenti decimetriche di sabbie limose.
- Oltre 14.0m di profondità: ghiaie in matrice sabbioso-limosa (litofacies ghiaiosa).

Data l'importanza fondamentale, sia tecnica che economica, degli acquiferi presenti, ai fini della scelta delle tecnologie di scavo (cfr. i §§ 5.2, 5.3, 8.1, 8.2 nel seguito) è essenziale, fin dal progetto preliminare, programmare una campagna di indagini geognostiche in situ, secondo i criteri specificati nella relazione SF-GE02, e in particolare finalizzati alla Definizione delle proprietà di permeabilità dei terreni e al monitoraggio della falda superficiale e della falda intermedia in pressione.

Tab. 3.1 - Valori medi presunti per i parametri geotecnici delle varie unità.

	Profondità (m da p.c.)	Peso di volume (kN/m ³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione efficace (kPa)	Coesione non drenata (kPa)	Modulo di deformazio ne E' (MPa)
Litofacies limo- sabbiosa	p.c. a 5.0÷6.0	18.0÷19.0	25.0÷30.0	5.0÷10.0	100.0÷150.0	10.0÷20.0
Litofacies limo- argillosa	5.0÷6.0m a circa 14.00m	18.0÷19.0	20.0÷25.0	0.0÷5.0	50.0÷100.0	5.0÷10.0
Ghiaie in matrice limo-sabbiosa	>14.00m	19.0÷20.0	35.0÷40.0	0.0	-	20.0÷40.0

3.3 Verifica preliminare dell'interesse archeologico

Tale verifica comprende, fra l'altro, la ricerca di dati presso l'archivio della Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Emilia Romagna, l'analisi delle foto aeree, il sopralluogo e la redazione della relazione finale con annessa cartografia.

L'area in oggetto di studio per il progetto di tracciato dell'Asse Lungosavena III lotto presenta un rischio alto su tutta l'area di tracciato, con alcune importanti criticità evidenziate alla fig. 9. Partendo da nord, risulta chiara l'interferenza diretta dei siti 2, 4 e 16 con la superficie di ingombro della rotonda settentrionale. Più in dettaglio, evidenze convergenti indicano la presenza ad oriente di villa Silvani di un insediamento rustico di età romana, la cui estensione reale nel sottosuolo, considerando le opere accessorie che spesso accompagnano questo tipo di insediamenti (viabilità, canalizzazioni, necropoli, ecc.) determina un alto rischio complessivo su tutta l'area circostante il nucleo centrale dell'evidenza.

Altrettanto problematica risulta la presenza di tracce di insediamento protostorico a settentrione di via Pederzana - incrocio con via Ca' dell'Orbo, che si collocano nel pieno dell'estensione della rotonda nord. Va tuttavia sottolineato come la tipologia di tali insediamenti sia nella maggioranza dei casi meno complessa e strutturata, dal punto di vista archeologico, di quelli di età romana, e possa quindi costituire, in una gamma di rischio comunque molto alto, un ostacolo meno "impattante".

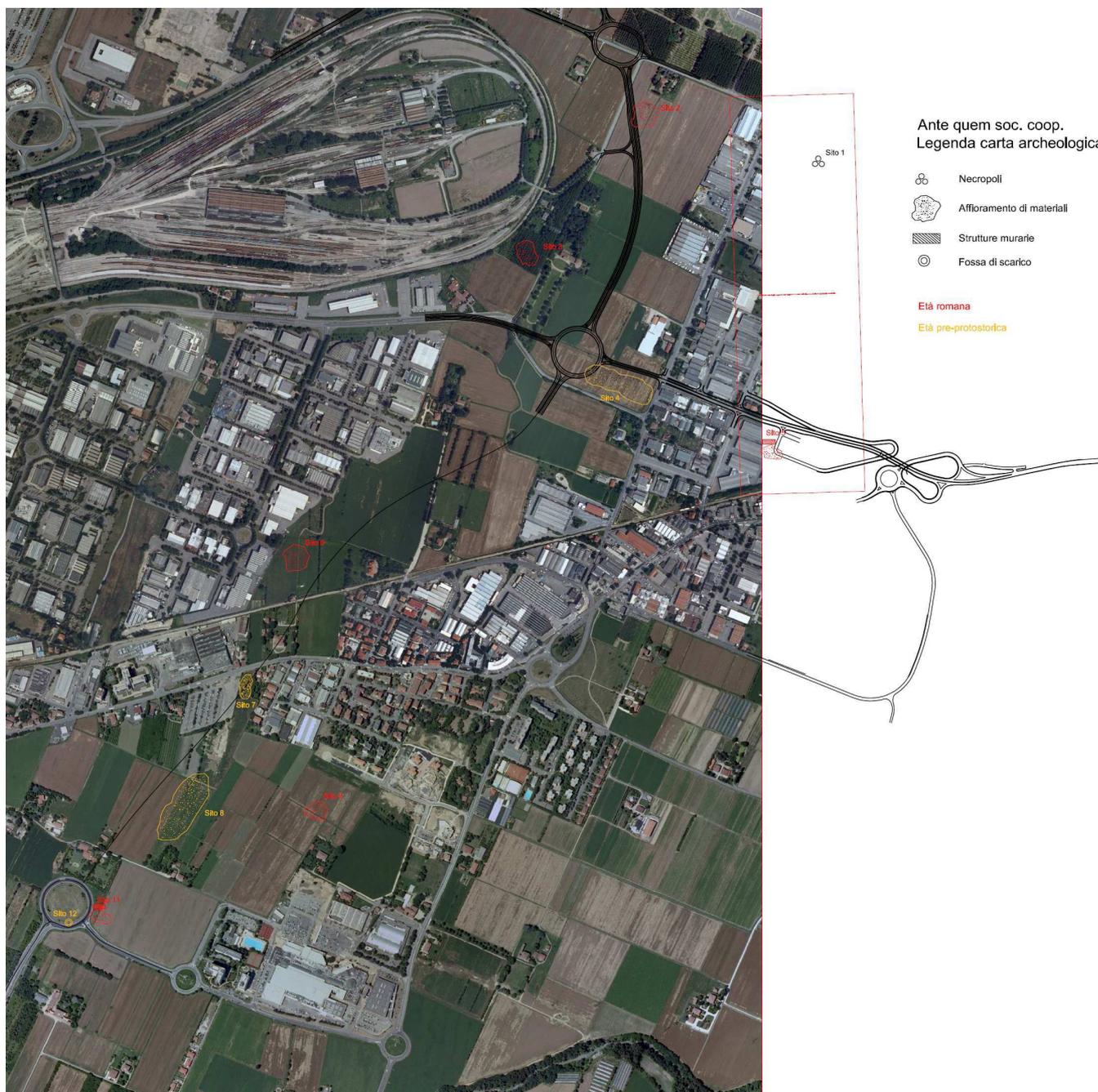
In forte interferenza con l'area della rotonda nord anche il sito 16, apparentemente attribuibile alla distruzione di una struttura rurale di età post-medievale di non grande entità, ma che potrebbe in ogni caso conservare delle strutture rasate e sepolte nel sottosuolo.

Lungo il tracciato nel tratto a settentrione della ferrovia Suburbana e della via S. Vitale risulta in evidente interferenza il sito n. 6, anche in questo caso un insediamento rustico di età romana, per il quale valgono i parametri indicati per il sito n. 2.

La fascia di terreno in immediato contatto con la via S. Vitale, ove si segnalano presenze di tipo pre-protostorico (siti n. 7, 8, 9) che non è stato possibile visionare direttamente sul terreno, è ulteriormente investita di particolare rischio ed attenzione da parte della Soprintendenza competente, in quanto gravitante nel comprensorio dell'antica via S. Vitale, dove non è raro imbattersi in necropoli, specialmente di età romana, o in spostamenti del tracciato stradale antico rispetto a quello moderno.

Un punto di massima criticità archeologica è poi rilevabile presso l'innesto del tracciato da progetto con la rotonda di viale Giovanni II Bentivoglio, dove scavi stratigrafici condotti dalla Soprintendenza non lasciano alcun dubbio sulla presenza sia di un sito di età villanoviana che di strutture di età romana.

Img. 3.1



3.4 Topografia

Lo studio delle alternative di tracciato è stato eseguito sulla base della Carta Tecnica Regionale, in scala 1:5000, e della Carta Tecnica Comunale in scala 1:2000, aggiornati mediante un rilievo topografico eseguito appositamente, finalizzato essenzialmente a recepire le ultime modifiche dello stato dei luoghi (nuovi edifici, nuova viabilità, etc.) e a costituire il modello informatico tridimensionale del territorio necessario per la progettazione stradale e per gli studi di impatto ambientale. Dalla restituzione numerica sono stati estratti profili e sezioni nei punti ritenuti significativi. Dal rilievo, dai sopralluoghi e dall'esame dei dati relativi al censimento delle aziende, si ottengono informazioni relative all'assetto delle proprietà e della conduzione agricola, necessarie per la stima sommaria dei costi, ma anche per la prefigurazione dell'impatto dell'opera sul tessuto agricolo e per la proposta delle misure mitigative e compensative.

3.5 Individuazione delle interferenze

Si è proceduto all'individuazione delle interferenze con le reti mediante contatti con Hera, con il Consorzio della Bonifica Renana e tramite l'esame dei rilievi topografici e delle foto aeree.

4 STUDIO DEL TRACCIATO STRADALE

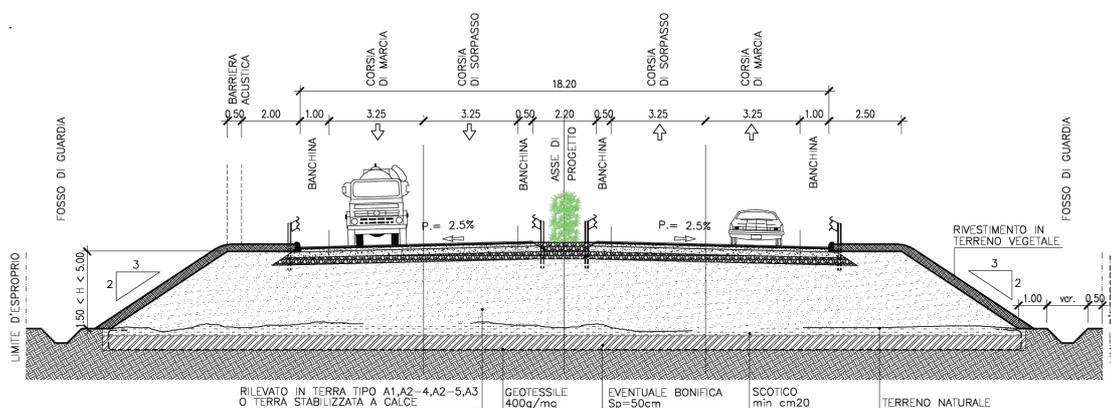
4.1 Classificazione della strada ai sensi del DM 5-11-2001

Come riportato nel Piano della Mobilità Provinciale (PMP), l'asse Lungosavena fa parte della cosiddetta "grande rete" della viabilità provinciale, gerarchicamente inferiore alla rete autostradale e "avente funzioni di servizio nei confronti della mobilità regionale di più ampio raggio (sia interna alla regione che di penetrazione-uscita) e nei confronti della mobilità nazionale con entrambi i recapiti all'esterno della regione". In linea generale il Piano Regionale Integrato dei Trasporti (PRIT) prevede, per i tronchi stradali componenti la grande rete da realizzare ex novo e per il potenziamento di quelli esistenti, l'utilizzo dello standard minimo riconducibile alla categoria B (2 corsie per senso di marcia ai sensi del DM 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade"). Per la grande rete ricadente nel territorio provinciale di Bologna, il PMP prevede un adeguamento funzionale ad una sola corsia per senso di marcia corrispondente ad una prima fase funzionale contenuta nel PRIT e l'utilizzo di standard superiori in relazione al traffico di previsione.

Attualmente l'asse Lungosavena è costituito da un primo tratto, già in esercizio, dalla Tangenziale di Bologna alla rotatoria Giovanni Sabadino degli Arienti realizzato secondo uno standard riconducibile alla categoria D del DM 5/11/2001 (2 corsie per senso di marcia); inoltre il II lotto, successivo a quello in parola, è stato progettato come strada di categoria D con alcune lievi variazioni comprendente, fra gli altri, la sostituzione del marciapiede con una pista ciclabile.

Sulla base di questi elementi, nella riunione del 24 Marzo 2010, nell'ottica della creazione di un asse stradale con caratteristiche geometriche e funzionali omogenee lungo tutto il suo sviluppo, i componenti del tavolo intercostituzionale hanno concordato che il terzo lotto dell'asse Lungosavena debba essere progettato secondo gli standard della categoria D del citato DM con l'unica variazione di non prevedere il marciapiede a bordo strada.

Img. 4.1 - Sezione tipica III lotto Lungosavena



Nella lmg. 4.1 si riporta la sezione tipica in rilevato della strada dove sono riportate le dimensioni degli elementi modulari componenti la piattaforma stradale (corsia, banchine,...) e degli elementi marginali, questi di dimensioni maggiorate per permettere l'installazione di eventuali barriere acustiche accoppiate con opportuni dispositivi di protezione.

L'intervallo di progetto assunto per la progettazione è 50-80 km/h dal quale segue il raggio di curvatura minimo pari a 77m, mentre la pendenza massima adottabile è pari al 6%, limitata nelle gallerie al 4%.

4.2 Localizzazione del corridoio utilizzabile

Gli strumenti urbanistici identificano il corridoio utilizzabile per la nuova infrastruttura come una striscia di territorio che, partendo dalla esistente rotonda Giovanni Sabadino degli Arienti, si allunga verso Nord attraversando la SP253 "Via San Vitale"¹ in prossimità dell'Istituto Gualandi proseguendo attraverso i terreni agricoli fra gli insediamenti industriali delle Roveri e quelli di Villanova di Castenaso. L'immagine seguente illustra il tracciato negli allegati al bando di gara indicativo del corridoio utilizzabile.

¹ La SP253 "Via San Vitale" assume le denominazioni di Via E. Mattei nel Comune di Bologna e di Via Bruno Tosarelli nel Comune di Castenaso.

Img. 4.2 - Tracciato di massima del III lotto Lungosavena



Legenda elementi principali: campitura viola: ambiti produttivi; campitura verde ambito agricolo; campitura gialla: ambito consolidato.

4.2.1 Vincoli territoriali

L'individuazione dei molteplici vincoli che influenzano e condizionano l'intervento è avvenuta attraverso metodologie "classiche" (individuazione delle residenze e delle costruzioni in genere, dei confini di proprietà, delle reti di trasporto,...) per i fattori di facile individuazione fisica e con il metodo dell'Overlay Mapping² per le componenti ambientali (suolo e sottosuolo e sistema delle acque superficiali e sotterranee, ecosistemi, vegetazione e fauna, paesaggio ed elementi storico culturali, inquinamento acustico, qualità dell'aria, sistema insediativo ed agronomico). Nell'immagine seguente è riportata l'individuazione del corridoio utilizzabile al netto dei vincoli fisici presenti sul territorio.

² Per una illustrazione esaustiva della metodologia utilizzata e dei relativi risultati si rimanda all'studio di prefattibilità ambientale.

Img. 4.3 - Corridoio III lotto Lungosavena



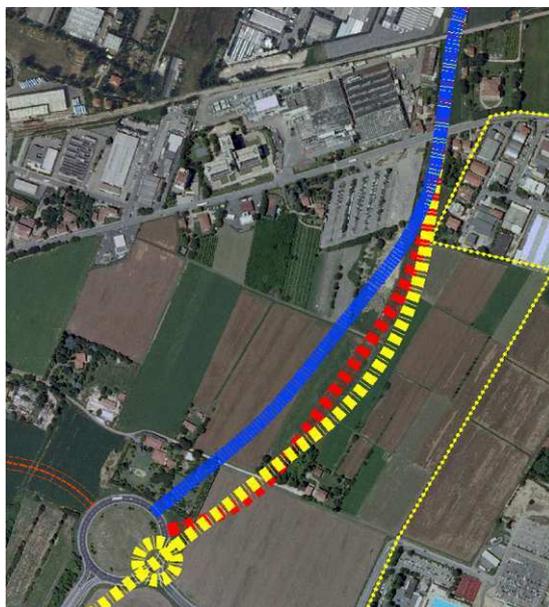
Legenda: campitura gialla: corridoio utilizzabile.

Dall'immagine appare subito evidente come il tracciato di progetto possa essere diviso in 3 tratte:

1. La prima, dalla rotatoria di inizio lotto al parcheggio de "Il Resto del Carlino", dove la strada attraversa terreni oggi agricoli e quindi dove l'asse di progetto potrà inserirsi con una certa flessibilità;
2. La seconda, dal parcheggio de "Il Resto del Carlino" alla Ferrovia Bologna – Portomaggiore (FBP), nella quale la fascia utilizzabile si restringe fino a circa 30m ed è costeggiata da vari edifici anche di pregio (prima fra tutti la Villa dell'Istituto Gualandi);
3. La terza, dalla FBP all'innesto con la rotatoria di fine lotto, limitata ad Est dagli insediamenti industriali della zona Roveri anch'essa attualmente destinata ad uso agricolo con elementi di pregio quali un macero e una tipica piantata bolognese.

Si deve inoltre considerare che sul lato Est della I tratta il Comune di Bologna prevede una importante area di espansione e che, analogamente, il Comune di Castenaso ha individuato una futura area produttiva ad Ovest della III tratta. Queste previsioni urbanistiche non costituiscono comunque ostacolo all'inserimento del tracciato stradale che dispone di un'ampia fascia a disposizione già indicata da tempo nei piani territoriali. Ciò non toglie che vi siano ugualmente in queste tratte elementi in grado di condizionare l'andamento stradale. In particolare nella prima tratta un vincolo di una certa importanza è costituito dalla residenza posta nei pressi della rotatoria Giovanni Sabadino degli Arienti e della relativa area di pertinenza (v. immagine seguente); questa è infatti prossima al lato Nord della rotatoria esistente in allineamento con l'entrata lato Sud e quindi con il naturale proseguimento dell'asse stradale.

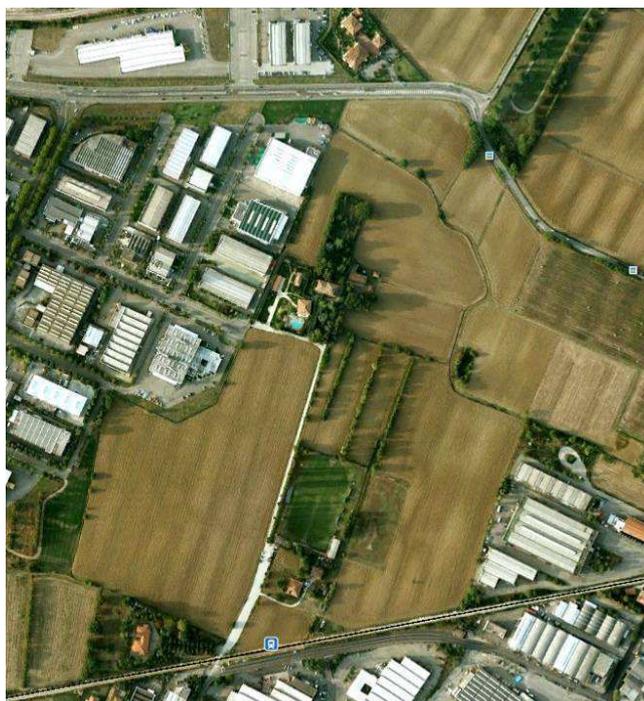
Img. 4.4 - Ortofoto dell'area nei pressi della rotatoria Sud



Legenda per l'ortofoto: linee tratto – punto: alternative progettuali, linea gialla puntinata: confine comunale Bologna (lato Est a destra) – Castenaso.

Per la terza tratta un macero ancora ben conservato costituisce un elemento di pregio da preservare; la foto aerea seguente illustra l'area dove è facile riconoscere Via dell'Industria a Nord, il macero e la piantata.

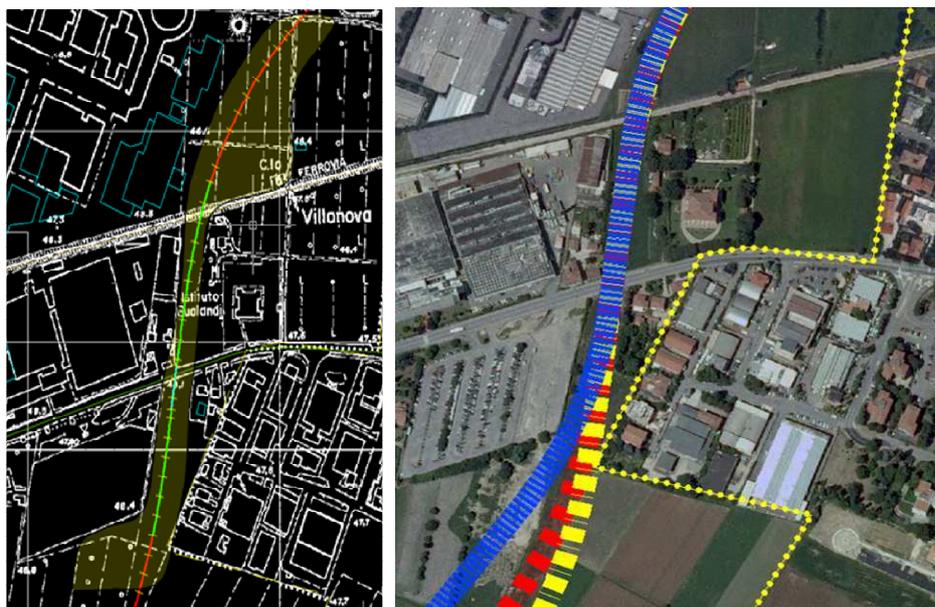
Img. 4.5 - Ortofoto dell'area nei pressi del macero



Molto diversa è la situazione nel tratto centrale dove la SP253 e la FBP costituiscono interferenze lineari che non possono essere risolte a raso e quindi impongono la realizzazione di opere d'arte importanti (viadotto o galleria) sia dal punto di vista tecnico – economico sia dal punto di vista di impatto di costruzione e finale.

La fascia è inoltre limitata sul lato Est dal parcheggio del Resto del Carlino e da una serie di costruzioni a diversa destinazione e sul lato Ovest, a Sud della SP253, da residenze e, a Nord, dalla Villa dell'Istituto Gualandi e dalle relative pertinenze come è possibile vedere dalla foto area sotto riportata.

Img. 4.6 - Pianta topografica ed ortofoto della zona di attraversamento di Via E. Mattei



Legenda per la pianta topografica: campitura gialla: corridoio utilizzabile.

Legenda per l'ortofoto: linee tratto – punto: alternative progettuali, linea gialla puntinata: confine comunale Bologna (lato Est a destra) – Castenaso.

Ne segue che il tracciato planimetrico è praticamente obbligato, tanto che per il passaggio dell'infrastruttura potrebbe essere necessario demolire l'edificio già oggi disabitato e di proprietà del Comune di Bologna posto in Via E. Mattei 114, e le uniche alternative possono riguardare l'altimetria dell'infrastruttura. In effetti questo è l'unico vincolo altimetrico presente perché le quote altimetriche del piano campagna degradano dolcemente da Sud (quota media 49 mslm) a Nord (quota media 42 mslm) e non si incontrano lungo il tracciato corsi d'acqua o altre viabilità importanti. Relativamente a quest'ultimo aspetto si evidenzia solo il caso di Vicolo dei Prati che sarà interrotto dalla nostra strada subito dopo il civico n°4. L'accesso al successivo civico n°6 potrà comunque essere garantito da Via Properzia de Rossi tramite un opportuno nuovo collegamento da comprendere all'interno del progetto che non presenta alcun tipo di difficoltà tecnica.

I vincoli derivanti dalle varie componenti ambientali per la loro analisi e sintesi si è utilizzato il metodo dell'Overlay Mapping che ha portato all'elaborazione della carta di sensibilità

riportata nell'immagine seguente.

Img. 4.7 - Carta della sensibilità totale



Legenda: colori da scuro a chiaro corrispondenti ad aree da maggiore a minore sensibilità

Questa procedura ha consentito non solo di individuare una fascia entro cui localizzare i possibili tracciati ma anche di definire all'interno di questa zona di maggiore o minore sensibilità ambientale e quindi di indirizzare la progettazione verso tracciati in grado di minimizzare gli impatti ambientali.

4.3 Alternative di tracciato

Per i motivi illustrati nel precedente paragrafo non è stato possibile elaborare soluzioni troppo differenti dal punto di vista planimetrico, infatti si è già evidenziato come il tracciato nel tratto centrale sia praticamente obbligato. Questo aspetto, unito ai vincoli geometrici imposti dal DM 5/11/2001, rende praticamente possibili solo lievi variazioni nella porzione Sud in dipendenza delle modalità di raccordo con la rotatoria Giovanni Sabadino degli Arienti. Nella porzione Nord si è scelto di accostare il tracciato il più possibile all'insediamento industriale esistente per ridurre il consumo e il frazionamento del territorio. In sintesi sono state individuati 3 tracciati planimetrici con varianti altimetriche per un totale di 5 alternative fra loro differenti per

1. le modalità di innesto con la rotatoria Giovanni Sabadino degli Arienti;
2. le modalità di attraversamento della SP253 e della FBP.

In particolare relativamente al punto (1) sono state valutate le seguenti possibilità:

- raccordo in posizione centrale (in allineamento con l'accesso Sud della Rotatoria esistente),

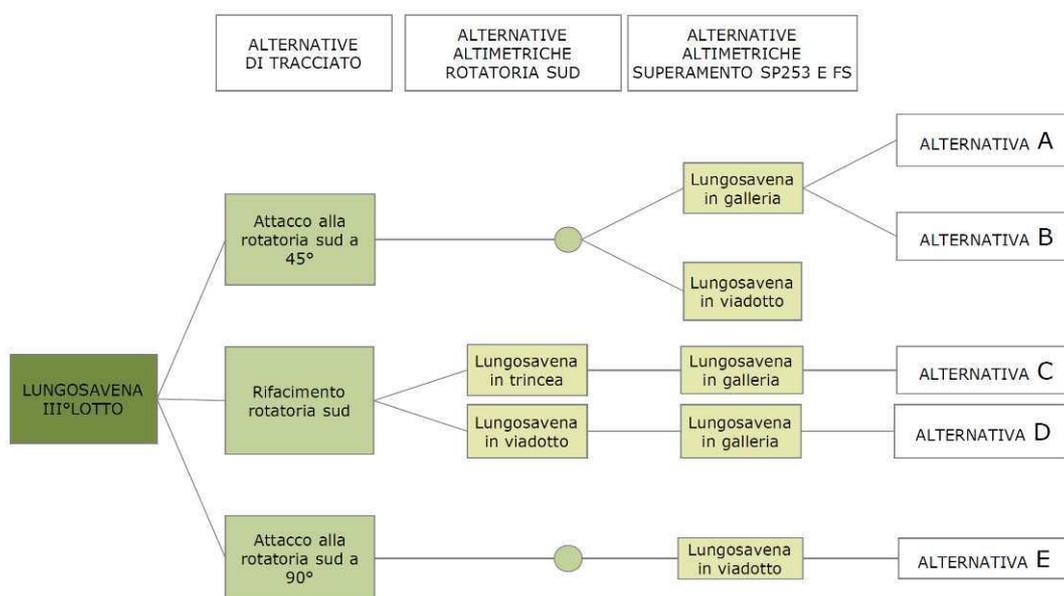
- ✚ raccordo in posizione laterale (ruotato di circa 45° verso Ovest rispetto all'allineamento dell'accesso Sud),
- ✚ creazione di uno svincolo a livelli sfalsati con distribuzione sulla viabilità locale tramite una rotonda di dimensioni ridotte rispetto a quella esistente e traslata verso Ovest.

In quest'ultimo caso si configurano ulteriori due alternative: asse principale che sovrappassa la nuova rotonda, asse principale che sottopassa la nuova rotonda.

Relativamente al punto (2) le alternative valutate prevedono l'attraversamento in galleria artificiale oppure in viadotto della SP253 e della FBP.

L'immagine seguente rappresenta lo schema delle alternative progettuali sopra sommariamente descritte.

Img. 4.8 - Schema delle alternative progettuali



Per descrizione completa delle caratteristiche di ogni alternativa si rimanda alle tavole progettuali dove per ognuna di esse sono riportate la planimetria in scala 1:2500, il profilo altimetrico in scala 1:2500-1:250, le sezioni tipiche e l'individuazione delle opere d'arte principali. Nel seguito sarà descritta nel dettaglio soluzione A, considerata ottimale dal Tavolo Tecnico Interistituzionale.

4.4 La soluzione ottimale: alternativa A

4.4.1 Descrizione generale del tracciato

Il tracciato dell'alternativa A ha la sua origine nella rotonda esistente intitolata a Giovanni Sabadino degli Arienti. Il raccordo avviene in posizione laterale ovvero ruotato di circa 45° in senso orario rispetto alla direzione individuata dall'asse del I lotto. Con una ampia curva

L'asse si indirizza subito in direzione Nord Ovest mantenendosi il leggera trincea (circa un metro di profondità) così da minimizzare l'impatto visivo ad acustico dell'infrastruttura. In questo primo tratto è prevista la realizzazione su entrambi i lati di dune di mitigazione ambientale in terra alte fino a 3 m dal piano stradale. Successivamente, nei pressi del parcheggio, la strada compie una curva in direzione Nord e inizia la rampa di accesso alla galleria di sottoattraversamento dell'area di Via E. Mattei che con una pendenza del 3,5% circa porta il piano stradale a circa 7m di profondità. La rampa è realizzata mediante muri ad U costituiti da diaframmi e soletta di fondo. Con la galleria, lunga 420m e in una lieve pendenza (0,3%) verso Nord, si sottopassa sia SP253 sia la FBP; la lunghezza dell'opera è stata studiata con lo scopo di minimizzare gli impatti dell'asse Lungosavena in quest'area ricca di insediamenti residenziali e produttivi. In quest'ottica la copertura è stata prolungata verso Sud rispetto all'intersezione con Via Mattei fino a raggiungere il limite dell'area residenziale ed è stata mantenuta nel tratto compreso fra la SP253 e la FBP prossimo alla Villa dell'Istituto Gualandi che rappresenta l'immobile di maggior pregio dell'area. Il terreno sopra la galleria sarà oggetto di una accurata progettazione ambientale così da ricucire il territorio attraversato e creare il corridoio ecologico previsto dagli strumenti territoriali grazie alla costruzione di due sottopassaggi faunistici e la messa a dimora di specifiche essenze. Oltre la galleria, il tracciato riprende quota fino a raggiungere il piano di campagna con una rampa del 3,5% e con ampie curve verso destra costeggia il margine dell'area produttiva esistente. In questo tratto la strada è in leggero rilevato ed è mitigata da una duna in terra sul solo lato destro. Superato il macero esistente (a sinistra del tracciato) e lo scolo Zenetta di Quarto, l'asse devia verso sinistra per raccordarsi con la nuova rotatoria di Via dell'Industria la cui costruzione è compresa fra le opere del II lotto già progettato. Anche in corrispondenza dello scolo Zenetta è prevista la realizzazione di un sottopassaggio faunistico.

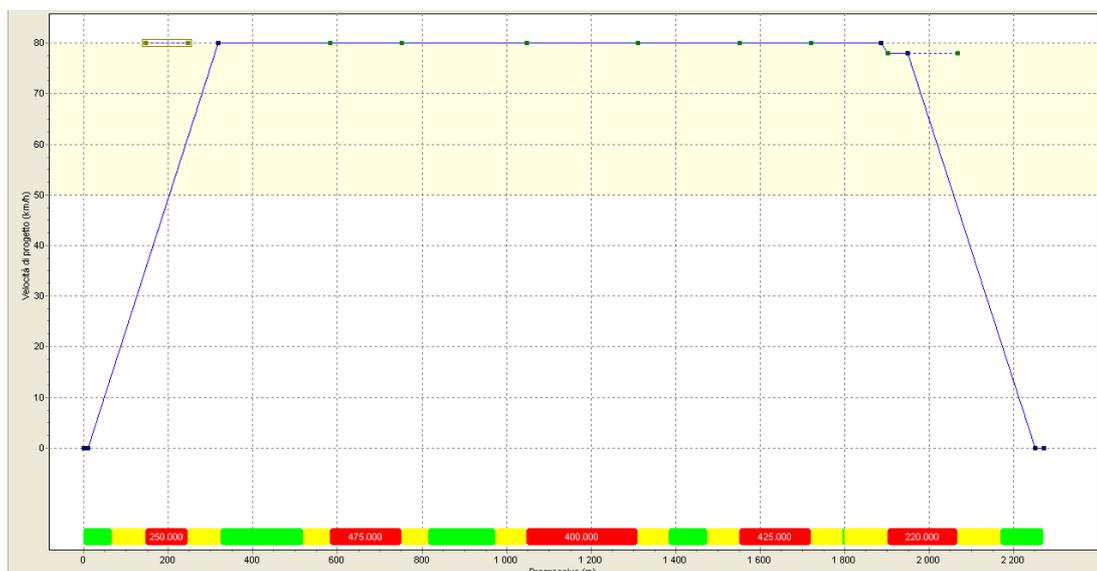
4.4.2 Verifiche stradali

L'andamento plano-altimetrico del tracciato è stato studiato ai sensi del DM 5-11-2001. Le verifiche dei criteri normativi sono riportati in allegato alla presente relazione. In particolare

- ✚ L'allegato 1 riporta le verifiche degli elementi planimetrici di tracciato (rettifili, raccordi, curve);
- ✚ L'allegato 2 riporta le verifiche degli elementi altimetrici di tracciato (livellette, raccordi altimetrici);

L'immagine seguente illustra invece il diagramma di velocità dell'asse Lungosavena con inserite le riduzioni di velocità per le rotatorie di inizio lotto e fine lotto.

Img. 4.9 - Diagramma di velocità



Trattandosi di uno studio di fattibilità, le verifiche di visibilità sono state condotte in modo speditivo e non si è proceduto ad un calcolo analitico degli eventuali allargamenti in curva. Questo aspetto dovrà essere comunque approfondito nelle successive fasi di progettazione soprattutto relativamente alle curve di raggio minore a seguito della definizione degli arredi marginali della strada.

4.4.3 La pista ciclabile

Sul margine destro della nuova strada è prevista la realizzazione di una pista ciclabile in naturale prosecuzione di quella già realizzata a Sud nel I lotto e di quella in progetto a Nord nel II lotto. Questa è indicata da una linea tratteggiata in rosso sulle tavole di progetto.

In linea generale la pista ciclabile troverà posto nella fascia di ambientazione che costeggia l'intero asse stradale andandosi ad integrare con le opere di mitigazione. Dove possibile sarà posizionata sulla sommità delle dune di mitigazione o al loro piede. In prossimità di via E. Mattei questa si sposterà all'interno dell'ampia area di mitigazione creata sulla copertura della galleria artificiale. L'attraversamento della SP253 e della FBP può essere risolto a raso oppure mediante l'utilizzo dei sottopassi faunistici già previsti in progetto, opportunamente allargati ed adattati.

4.5 La problematica della connessione con Via E. Mattei

4.5.1 Aspetti generali

Uno degli obiettivi posti allo studio di fattibilità era la valutazione della necessità di uno svincolo per creare una connessione diretta con Via Mattei e/o di altre collegamenti con la viabilità locale. Questo con l'obiettivo di alleggerire quanto più possibile l'abitato di Villanova dal traffico di attraversamento e di creare un collegamento a servizio del futuro comparto di espansione previsto dal Comune di Bologna.

Nel corso dello studio sono state valutate, attraverso simulazioni di traffico³, due possibilità di connessione con la viabilità esistente: la prima con Via Enrico Mattei, la seconda con la zona industriale Roveri. Di queste solo la prima è stata considerata meritevole di approfondimenti dal Tavolo Interistituzionale ed è stata oggetto di uno studio geometrico – funzionale ai sensi del DM 19-04-2006 che fissa gli elementi essenziali per lo studio delle intersezioni stradali. Nel caso in esame rivestono particolare importanza i seguenti elementi:

- ✚ Per l'ubicazione dell'intersezione, la distanza minima fra due intersezioni contigue fissata dal citato decreto in almeno 500m;
- ✚ Sempre per l'ubicazione dell'intersezione, la possibilità di realizzarla in viadotto, in corrispondenza di opere di sostegno, in galleria ma escludendo, in quest'ultimo caso, di ubicare le aree di diversione e di immissione nelle zone di imbocco e di uscita delle gallerie;
- ✚ Per la tipologia di intersezione, la scelta di un nodo di tipo 2 caratterizzato da un incrocio a raso sull'asse secondario e a livelli sfalsati sull'asse principale;
- ✚ Per la geometria degli elementi modulari costituenti l'intersezione, il dimensionamento secondo le espressioni proposte dal decreto partendo da una velocità di base dell'asse principale di 80 km/h e raggi di curvatura delle rampe di almeno 30m.

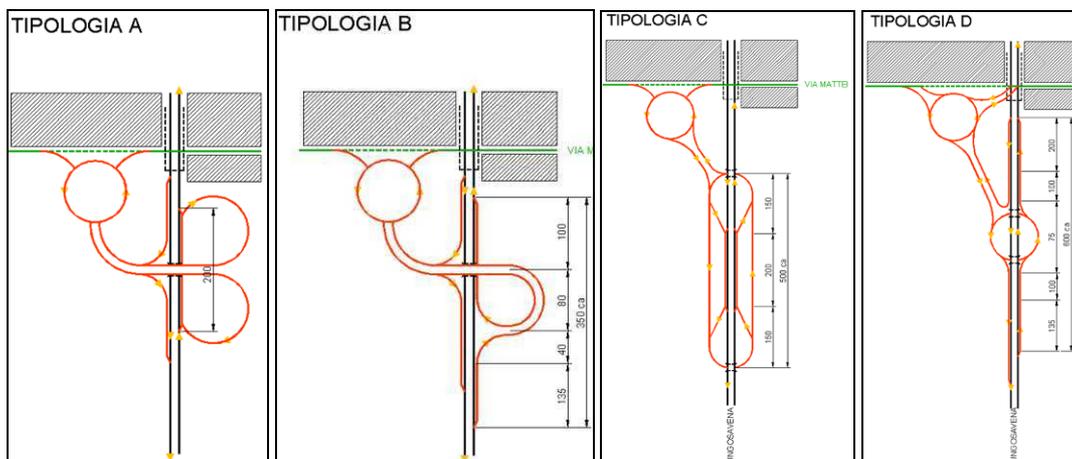
Per lo studio della intersezione si è proceduto con la seguente metodologia:

- ✚ Analisi dei possibili schemi teorici per la risoluzione delle intersezione;
- ✚ Scelta fra gli schemi teorici di quelli considerati idonei alla situazione in esame;
- ✚ Studio della geometria degli schemi individuati al punto precedente.

In linea generale esistono vari schemi teorici per la risoluzione dei nodi di tipo 2, di questi solo quelli illustrati nell'immagine seguente presentano caratteristiche tali da poter essere utilizzati nel caso di studio. Da questi si è partiti per le successive considerazioni.

³ Per i dettagli dello studio si rimanda allo Studio di Prefattibilità Ambientale.

Img. 4.10 - Schemi funzionali per nodi di tipo 2



Legenda: Tipologia A: svincolo a racchetta, Tipologia B: svincolo a trombetta, Tipologia C: svincolo ad anello, Tipologia D: svincolo a doppia rotatoria.

I vincoli territoriali presenti e la necessità di limitare il consumo di territorio hanno portato subito all'esclusione della tipologia A "a racchetta" e della tipologia D "a doppia rotatoria". Lo studio della geometria dell'inserzione è stato quindi limitato agli schemi "a trombetta", "ad anello" e ad "unica rotatoria" dove quest'ultimo rappresenta una semplificazione dello schema a doppia rotatoria.

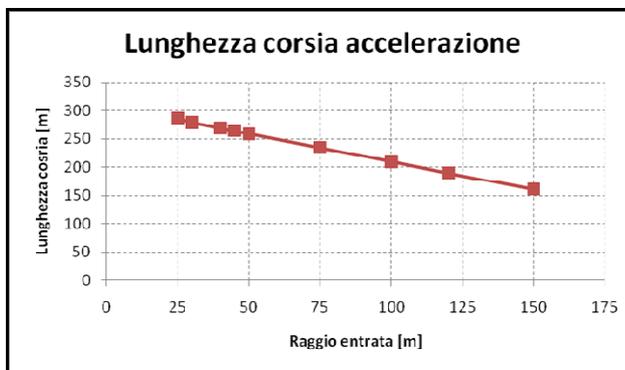
Elemento comune a tutti gli schemi è il raccordo con Via E. Mattei sempre previsto con una rotatoria di 30-40m di diametro esterno disassata rispetto all'allineamento odierno e costruita sul sedime dell'attuale parcheggio de "Il Resto del Carlino".

Anche le dimensioni dei vari elementi modulari sono stati assunti costati nello studio dei vari schemi. In particolare per il dimensionamento delle corsie di entrata, di uscita e per le zone di scambio si è fatto riferimento alle espressioni citate nel DM e ad abachi riportati dalla letteratura specifica.

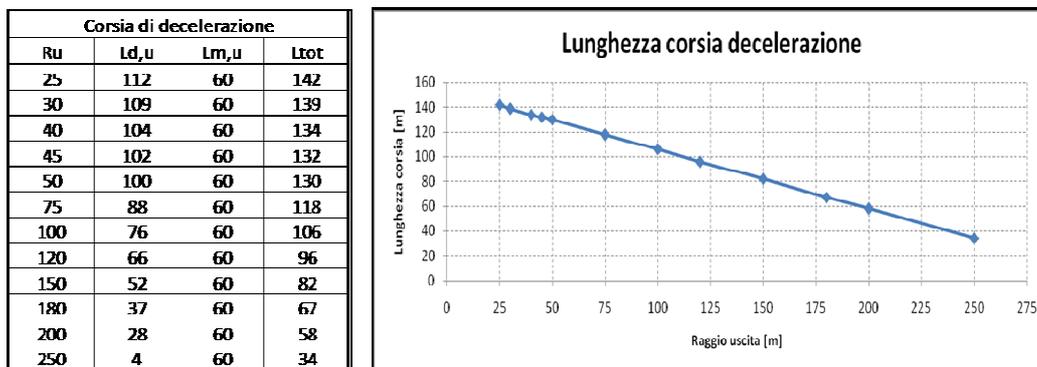
Le immagini seguenti riassumono le caratteristiche degli elementi modulari utilizzati.

Img. 4.11 - Lunghezza delle corsie accelerazione

Corsia di accelerazione				
Re	La,e	Li,e	Lv,e	Ltot
25	137	100	50	287
30	129	100	50	279
40	119	100	50	269
45	114	100	50	264
50	109	100	50	259
75	85	100	50	235
100	60	100	50	210
120	40	100	50	190
150	11	100	50	161



Img. 4.12 - Lunghezza delle corsie decelerazione



4.5.2 Modifiche all'asse principale: l'alternativa Abis

Lo studio della geometria dello svincolo di collegamento con Via E. Mattei è stato impostato prendendo come riferimento la soluzione A considerata quella ottimale fra le 5 ipotizzate; questa tuttavia è stata elaborata nell'ottica di minimizzare gli impatti dell'infrastruttura rispetto agli insediamenti residenziali insistenti sulla SP253 e, così come concepita, mal si presta alla introduzione dello svincolo⁴. In particolare gli imbocchi della galleria di sottoattraversamento sono eccessivamente distanti da Via E. Mattei, di conseguenza un eventuale svincolo, tenendo anche conto della prescrizione normativa di evitare l'inserimento delle aree di diversione e di immissione nelle zone di imbocco e di uscita delle gallerie, sarebbe risultato troppo decentrato rispetto al punto di intersezione teorico e avrebbe quindi comportato perditempo tali da non renderlo più appetibile per l'utenza. Inoltre sarebbe risultato troppo vicino alla rotonda di inizio lotto.

Da queste considerazioni nasce l'esigenza di modificare la soluzione A in modo da rispondere a queste problematiche. Nella nuova alternativa, denominata Abis, si è arretrato l'imbocco della galleria nei pressi delle ultime abitazioni di Via Mattei, cercando comunque di mantenere il tratto coperto il più lungo possibile. La lunghezza della galleria è così ridotta da 420m a 350m e nell'ultimo tratto la copertura della galleria emerge di circa 2,5m dal piano campagna. Anche le opere di mitigazione sono state adattate alle nuove esigenze così come rappresentato nella tavola di progetto.

In questo modo le aree di diversione e di immissione possono essere posizionate prima dell'inizio delle rampe di ingresso alla galleria nell'ampia area libera da costruzioni posta immediatamente a Sud delle ultime abitazioni di Via Mattei e non interferiscono con le opere d'arte (muri ad U, galleria). Risulta quindi possibile realizzare lo svincolo anche successivamente all'asse principale senza creare particolari soggezioni al flusso principale.

La variante Abis si configura quindi come una predisposizione alla realizzazione dello

⁴ Rispetto all'introduzione di uno svincolo, tutte le soluzioni ipotizzate presentano le stesse problematiche di interferenza fra l'opera di attraversamento della SP253 e della FBP e le rampe di accesso uscita allo svincolo.

svincolo che può avvenire anche in un successivo stralcio funzionale in concomitanza con la costruzione del futuro comparto di espansione del Comune di Bologna. Va tuttavia sottolineato come questa soluzione necessiti di maggiori opere di mitigazione e come limiti fortemente la larghezza del corridoio ecologico.

4.5.3 Svincoli completi

In una prima fase si è provveduto allo studio di svincoli in grado di garantire tutte le manovre di collegamento. Complessivamente sono state esaminate le 3 soluzioni sotto descritte, il confronto fra esse è stato effettuato in termini di geometria (pendenze, raggi di curvatura, ..), funzionalità (lunghezza degli itinerari, perditempo, ...), occupazione del territorio, costi (numero manufatti, lunghezza corsie...), impatto ambientale.

Tutte le 3 soluzioni, illustrate nelle tavole CS07, CS08, CS09 alle quali si rimanda per una descrizione completa, prevedono l'incrocio a raso sull'asse secondario, realizzato con una rotonda di circa 40m di diametro, e a livelli sfalsati sull'asse principale. Le loro caratteristiche principali sono:

-  Svincolo a trombetta: realizzato secondo il classico schema delle uscite autostradali, è estremamente funzionale con perditempo ridotti, prevede la costruzione di un solo manufatto, ma necessità di ampi spazi;
-  Svincolo ad anello: un anello a senso unico raccoglie e distribuisce i flussi fra l'asse principale e il braccio di collegamento con Via E. Mattei; l'entrata e l'uscita sull'asse principale avviene tramite una zona di scambio di lunghezza dell'ordine dei 200m; presenta un ridotto consumo di territorio, ma alcuni itinerari sono particolarmente lunghi con elevati perditempo.
-  Svincolo a unica rotonda: un'unica rotonda posta sulla San Vitale permette la distribuzione dei flussi sull'asse principale; necessita di importanti opere d'arte e di consistenti mitigazioni oltre alla necessità di una lunga trincea per servire le direzioni provenienti/ verso Settentrione. I perditempo sono molto variabili in funzione delle varie manovre e il consumo di territorio è relativamente ridotto.

Nelle tabelle seguenti sono riassunti la lunghezza degli itinerari e i perditempo per le tre soluzioni.

Tab. 4.1 - Svincolo a trombetta – Lunghezza itinerari e perditempo

Lunghezza itinerari [m]					625
	N	W	S	E	
N	---	440	Transito	440	
W	800	---	560	Transito	
S	Transito	700	---	700	
E	800	Transito	560	---	
Perditempo [sec]					58
	N	W	S	E	
N	---	41	Transito	41	
W	74	---	52	Transito	
S	Transito	65	---	65	
E	74	Transito	52	---	

Legenda: Il numero in alto a destra su fondo blu rappresenta il valore medio

Tab. 4.2 - Svincolo ad anello – Lunghezza itinerari e perditempo

Lunghezza itinerari [m]					568
	N	W	S	E	
N	---	905	Transito	905	
W	825	---	225	Transito	
S	Transito	315	---	315	
E	825	Transito	225	---	
Perditempo [sec]					53
	N	W	S	E	
N	---	84	Transito	84	
W	76	---	21	Transito	
S	Transito	29	---	29	
E	76	Transito	21	---	

Legenda: Il numero in alto a destra su fondo blu rappresenta il valore medio

Tab. 4.3 - Svincolo ad unica rotatoria – Lunghezza itinerari e perditempo

Lunghezza itinerari [m]					691
	N	W	S	E	
N	---	940	Transito	1030	
W	886	---	440	Transito	
S	Transito	496	---	412	
E	780	Transito	545	---	
Perditempo [sec]					64
	N	W	S	E	
N	---	87	Transito	95	
W	82	---	41	Transito	
S	Transito	46	---	38	
E	72	Transito	50	---	

Legenda: Il numero in alto a destra su fondo blu rappresenta il valore medio

La tabella seguente riassume e confronta le caratteristiche principali di ogni svincolo.

Tab. 4.4 - Svincoli completi – Caratteristiche principali

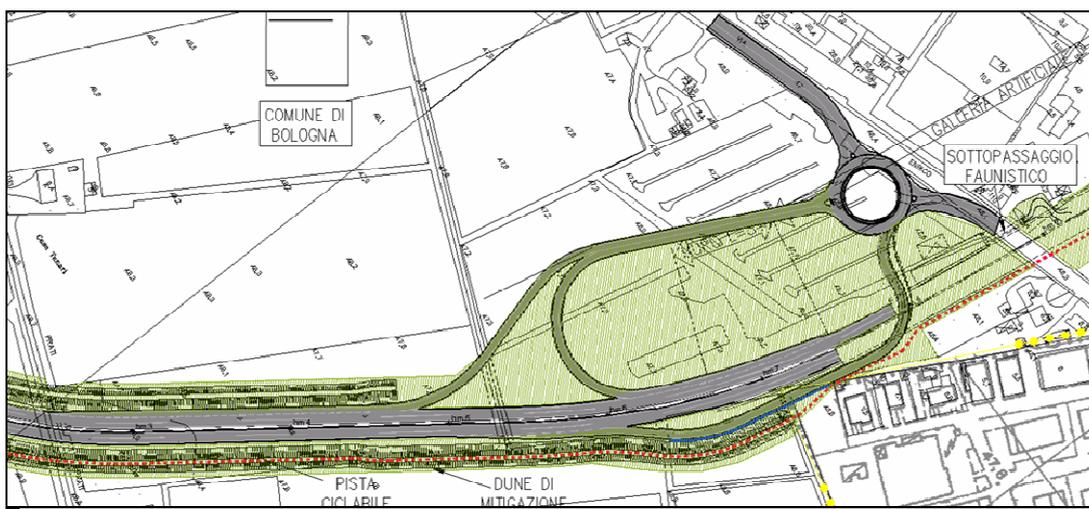
Alternativa	Estensione [m]	Pendenza [%]	Raggio minimo [m]	Lunghezza itinerario medio [m]	Perditempo medio [sec]	Occupazione territorio [mq]	Numero manufatti	Costo
Svincolo "a trombetta"	500	7	30	625	58	40500	1	1,3
Svincolo "ad anello"	470	7	40	568	53	22375	2	1,3
Svincolo "a rotatoria"	1425	9	50	691	64	23400	3	1,3

Il Tavolo Interistituzionale ha valutato la realizzazione di uno svincolo completo come troppo complessa e onerosa rispetto ai benefici attesi e ha dato mandato di studiare ulteriori soluzioni prevedendo una parzializzazione delle manovre di svolta.

4.5.4 Svincoli parziali

Sono state studiate due diverse parzializzazioni dello svincolo a 2 e a 3 manovre. In particolare la soluzione a 2 manovre è stata compiutamente rappresentata nella tavola CS10, mentre la soluzione a 3 manovre è riassunta nella immagine seguente.

Img. 4.13 - Svincolo a 3 manovre.



In generale gli svincoli parziali, a fronte delle ovvie limitazioni dovute alla perdita di un itinerario, presentano percorsi non particolarmente lunghi e conseguentemente perditempi ridotti, un basso consumo di territorio e costi ridotti in quanto non sono necessari manufatti di attraversamento.

Questi vantaggi sono particolarmente evidenti per lo svincolo a 2 manovre a fronte però di una forte criticità sul ramo di uscita che risulta particolarmente vicino alle ultime abitazioni di Via Tosarelli e quindi richiede forti mitigazioni.

Lo svincolo a 3 manovre consente un ulteriore itinerario, a scapito di un consumo di territorio simile allo svincolo a trombetta.

In conclusione il Tavolo Interistituzionale, evidenziando come allo stato attuale non sia facile dare un giudizio compiuto sullo svincolo in quanto, mentre sono ben evidenti gli impatti negativi, sono ancora incogniti i benefici dipendenti dalla capacità di generazione e attrazione di traffico del nuovo comparto di espansione del Comune di Bologna, ha concordato che questa tema dovrà essere oggetto di ulteriori approfondimenti tecnici da eseguire in sede di progetto preliminare e contestualmente alla definizione dei carichi urbanistici della futura area di espansione.

5 STUDIO DELLE OPERE D'ARTE

5.1 Generalità

Il territorio è pianeggiante e la strada si sviluppa per intero in trincea o in rilevato, in entrambi i casi con modesto dislivello tra la quota di progetto e la quota del piano campagna. Non sono perciò necessarie opere d'arte. Fanno eccezione gli attraversamenti della S.P. 253 San Vitale e della Ferrovia Bologna Portomaggiore (FBP), che possono essere realizzati con cavalcavia o sottopassi, non essendo ammissibili per strade di categoria D (strade di scorrimento) attraversamenti a raso o passaggi a livello.

Data la ristrettezza del corridoio disponibile in quel tratto, e la relativamente breve distanza fra i due attraversamenti, non è pensabile l'adozione di manufatti separati (due cavalcavia con rilevato intermedio, o due sottopassi con trincea intermedia).

Infatti nel primo caso non ci sarebbe lo spazio per le scarpate, e comunque un rilevato molto alto potrebbe causare cedimenti indotti inaccettabili sia sulla linea ferroviaria, sia in corrispondenza degli edifici adiacenti; nel secondo caso, la trincea scoperta causerebbe un riverbero di rumore e una diffusione di emissioni inquinanti in prossimità di ricettori sensibili (abitazioni private e la villa dell'Istituto Gualandi che ospita una casa di riposo).

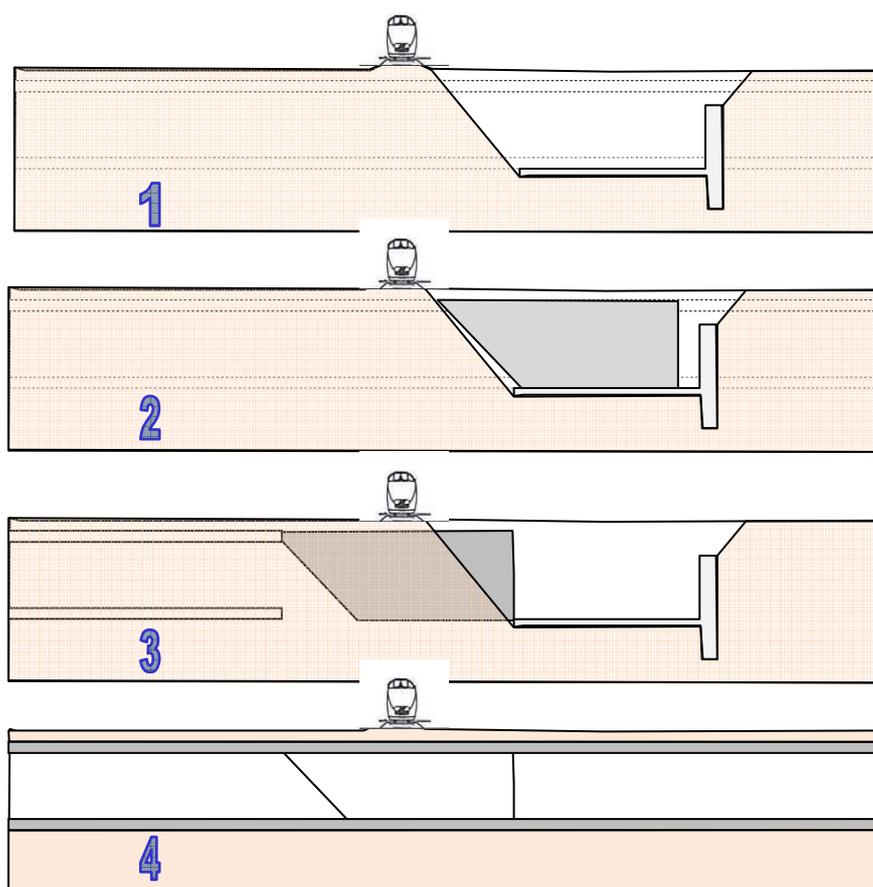
Ciò premesso, lo studio di fattibilità prende in esame quali possibili soluzioni alternative la galleria (unico manufatto che sottopassa S.P. 253 e FBP, consentendo la realizzazione sulla sua copertura di un corridoio ecologico), e il viadotto (unico manufatto che sovrappassa entrambe le infrastrutture).

Le soluzioni C e D prevedono rispettivamente una galleria e un viadotto in corrispondenza dell'inizio lotto. Le considerazioni riportate nel seguito si riferiscono alle opere per l'attraversamento della SP 253 e della FBP, ma la tipologia del viadotto e della galleria si

5.4 MONOLITE

Al fine di non interrompere l'esercizio ferroviario sulla linea Bologna-Portomaggiore, si prevede il ricorso alla tecnologia del "monolite a spinta", per cui lo scatolare viene costruito fuori opera, e poi spinto al di sotto della ferrovia mediante l'azione di martinetti idraulici che contrastano a tergo su apposito muro reggi-spinta. Si riporta un esempio tratto da un recente progetto di Enser.

Img. 5.3 – Monolite – fasi costruttive



5.5 VIADOTTO

5.5.1 Generalità

Data la larghezza della sede stradale, conviene la costruzione di impalcati separati per ciascuna carreggiata. Probabilmente è preferibile realizzare le pile separate, anche per motivi estetici, e le fondazioni collegate (a differenza di quanto indicato in **Img. 5.4**).

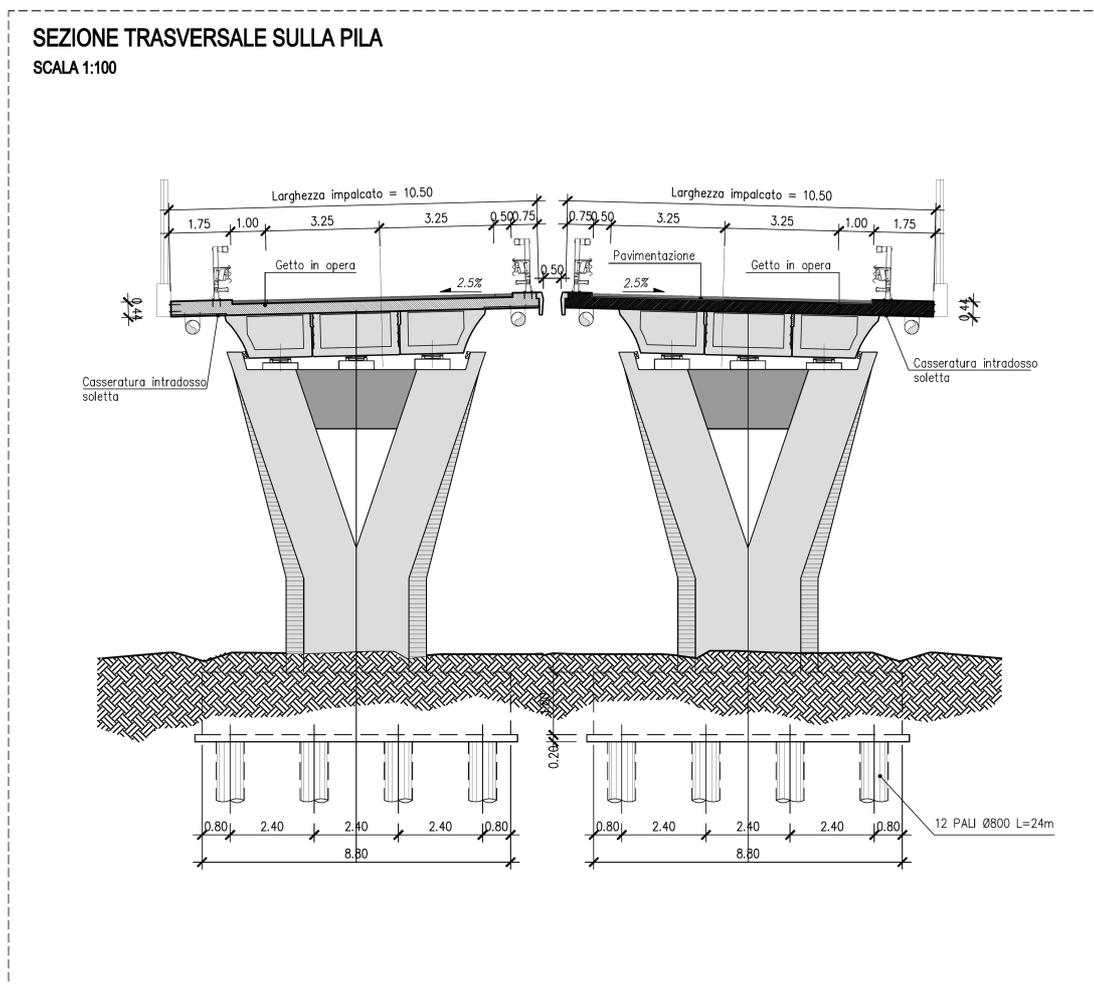
Conviene adottare luci di 35 – 40 m e impalcati costituiti da una soletta in c.a. gettata in opera collaborante con travi in c.a.p.; infatti la struttura mista acciaio – calcestruzzo all'utilizzo di travi continue a cassone in acciaio, collaboranti con la soletta in c.c.a. gettata in opera è economicamente e tecnicamente preferibile per luci alquanto maggiori (50 – 60 m); nel seguito, pertanto, si fa riferimento all'ipotesi di impalcato in c.a.p., non sussistendo particolari motivi per adottare campate di lunghezza di oltre 40 m.

Per il miglioramento dell'impatto visivo dell'opera si è adottata una soluzione con sezione trasversale a cassone, con altezza crescente verso la pila. La sezione chiusa, grazie alla continuità delle superfici, risulta più gradevole di quelle aperte, e il ringrosso verso la pila asseconda la naturale aspettativa dell'osservatore di una sezione più alta là dove le sollecitazioni sono maggiori.

5.5.2 Impalcato

Si tratta di un impalcato da ponte per strade di prima categoria, con struttura a cassone, di altezza variabile, atto a formare campate continue su vincoli iperstatici, in conglomerato cementizio armato precompresso, realizzato con travi prefabbricate monolitiche della massima lunghezza trasportabile (36 – 38 m) (oppure formate da conci longitudinali, assemblati in opera su torri di sostegno provvisorie, mediante getti di sutura), e blocchi in c.a. gettato in opera sulle pile e a sbalzo da esse per 2-3 m per lato. Il successivo infilaggio di cavi di precompressione e la loro tesatura solidarizza le campate fra di loro, a costituire una struttura continua che può raggiungere anche la lunghezza di oltre 300 m (nel caso in esame la lunghezza è di 383 m).

Img. 5.4



Img. 5.5 – Prospetto del viadotto



6 STUDIO DEI MOVIMENTI DI MATERIA

La Tab. 6.1 presenta il calcolo dei movimenti di terra e del fabbisogno di materiali da costruzione. Si osserva che la soluzione con galleria artificiale comporta notevoli surplus di materiali di scavo che difficilmente potranno essere riutilizzati in cantiere. La soluzione in viadotto permette invece di riutilizzare tutti i materiali scavati per la costruzione delle dune. I materiali per i rilevati di accesso al viadotto dovrebbero comunque essere approvvigionati dall'esterno, in quanto i terreni di scavo non sono idonei per tale uso (a meno di valutare la possibilità di stabilizzazione a calce)

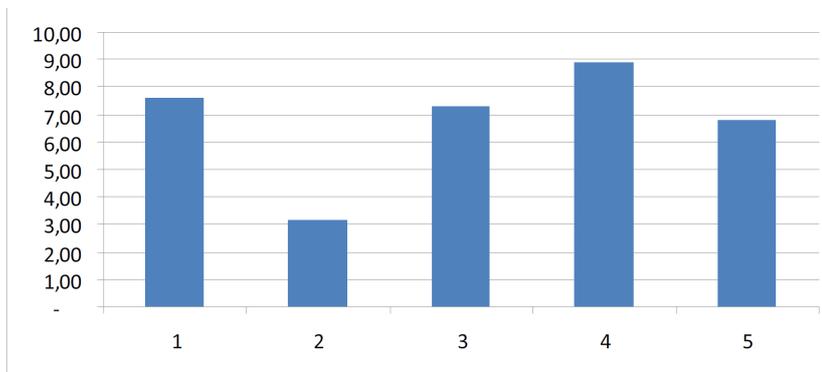
Tab. 6.1 – Calcolo movimenti di terra

u.m.	SOLUZIONE A			SOLUZIONE B			SOLUZIONE C			SOLUZIONE D			
	rotatoria esistente con uscita a 135° da viale Bentivoglio			rotatoria esistente con uscita a 135° da viale Bentivoglio			nuova rotatoria con asse principale in viadotto			nuova rotatoria con asse principale in galleria			
	galleria			viadotto			galleria			galleria			
	SCAVI	RIUTILIZZAZIONE DI MATERIALI DA CANTIERE	APPROVVIGIONAMENTI DALL'ESTERNO (CAVA O ALTRO)	SCAVI	RIUTILIZZAZIONE DI MATERIALI DA CANTIERE	APPROVVIGIONAMENTI DALL'ESTERNO (CAVA O ALTRO)	SCAVI	RIUTILIZZAZIONE DI MATERIALI DA CANTIERE	APPROVVIGIONAMENTI DALL'ESTERNO (CAVA O ALTRO)	SCAVI	RIUTILIZZAZIONE DI MATERIALI DA CANTIERE	APPROVVIGIONAMENTI DALL'ESTERNO (CAVA O ALTRO)	
Rotatoria Giovanni Sabadino degli Arienti attraversamento SP253 e FBP													
galleria artificiale	mc	101.220	-	48.449	-	-	-	101.220	-	48.449	112.467	-	53.832
trincea con muri ad U	mc	56.931	2.210	25.933	-	-	-	56.931	2.210	25.933	100.192	4.111	46.613
viadotto	mc	-	0	-	6.896	-	23.897	1.892	-	6.556	-	-	-
trincea	mc	30.817	1.569	6.787	37.392	1.931	8.599	7.574	439	4.415	27.910	1.406	6.490
rilevato	mc	8.956	1.481	12.334	14.668	3.469	62.873	18.747	4.029	63.845	11.385	1.812	14.525
pre-scavi	mc	29.827	-	-	-	-	-	29.827	-	-	36.363	-	-
ritombamenti	mc	-	12.005	-	-	-	-	-	12.005	-	-	14.184	-
totale		227.751	17.265	93.503	58.956	5.400	95.368	216.192	18.683	149.197	288.317	21.512	121.460
utilizzo in cantiere		17.265	-	-	5.400	-	-	18.683	-	-	21.512	-	-
utilizzo per dune		69.728	-	-	69.728	-	-	69.728	-	-	69.728	-	-
surplus di materiali di scavo		140.758	-	-	16.171	-	-	127.781	-	-	197.077	-	-
fabbisogno dall'esterno				93.503			111.539			149.197			121.460

Gli stessi risultati vengono espressi in forma grafica mediante istogrammi.

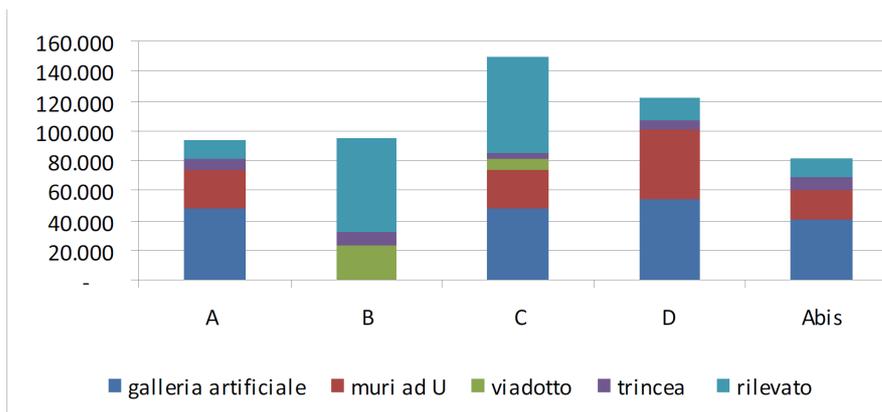
Il Grf. 6.1 presenta l'altezza che dovrebbero avere le dune per poter utilizzare tutti i volumi di scavo; evidentemente solo nel caso 2 (B) l'altezza è verosimile.

Grf. 6.1 – Altezza dune teorica per bilancio litico



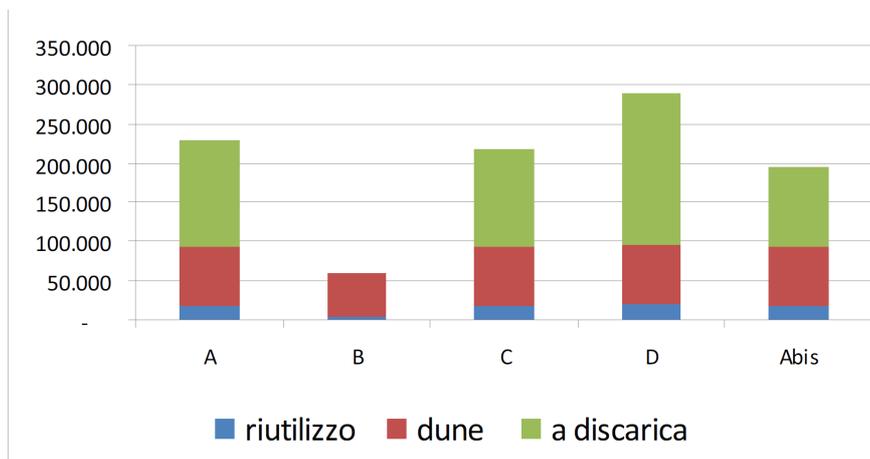
Il Grf. 6.2 evidenzia che il fabbisogno di materiali (espresso in mc) è analogo per le soluzioni A e B, ma mentre nel primo caso si tratta prevalentemente di calcestruzzo per diaframmi e opere strutturali in c.a., nel secondo caso è prevalente l'apporto di materiali per i rilevati di accesso al viadotto.

Grf. 6.2 – Fabbisogno di materiali per rilevati e per opere in c.a.

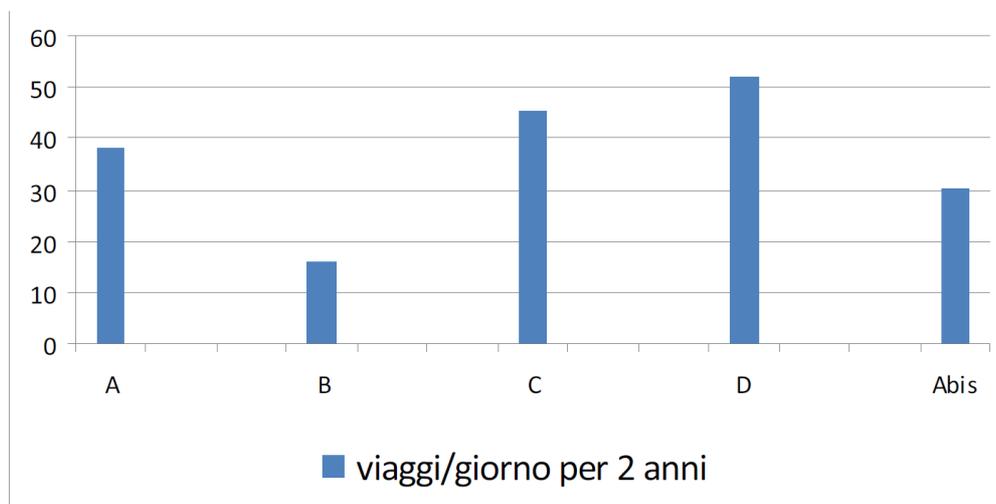


Il Grf. 6.3 evidenzia come solo nel caso B non sia necessario portare a discarica materiali; il Grf. 6.4 riporta i viaggi/giorno di camion da e per il cantiere nell'ipotesi di durata dei lavori pari a 2 anni.

Grf. 6.3 – Destinazione dei materiali di scavo



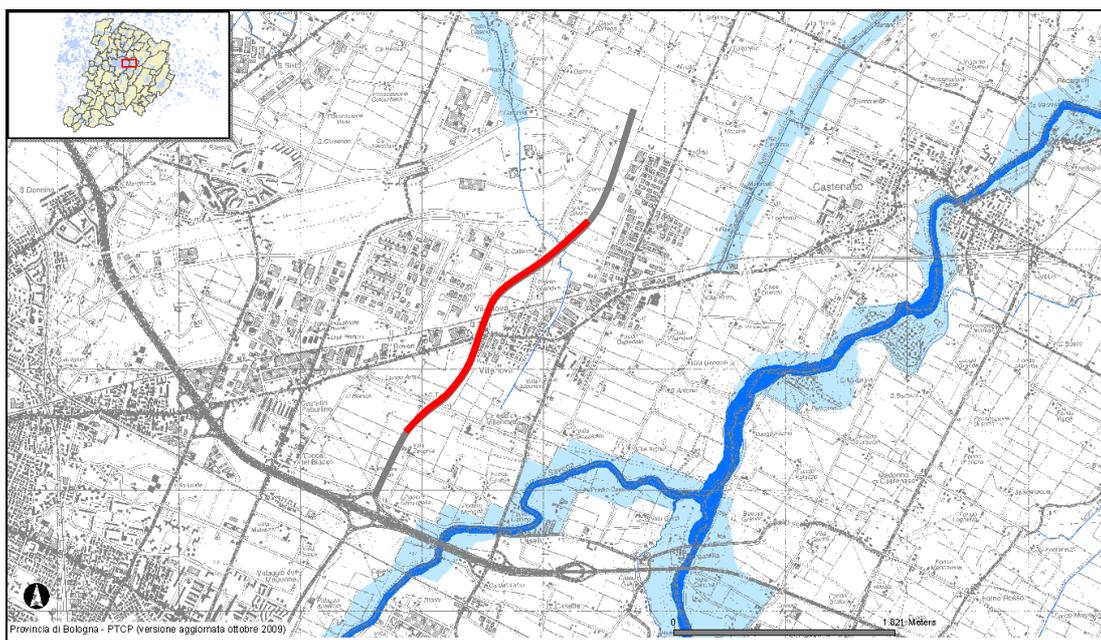
Grf. 6.4 – Flussi dei mezzi di cantiere



7 STUDIO DELLE PROBLEMATICHE IDRAULICHE – acque superficiali

7.1 Stato di fatto

Img. 7.1 - Immagine con rappresentato il sistema idrografico presente e in colore ciano le fasce di tutela fluviale (PTCP Art. 4.3)



Dal punto di vista dello smaltimento delle acque meteoriche occorre evidenziare alcune criticità e interferenze presenti nell'area.

In particolare la strada in progetto attraversa lo Scolo Zenetta in un tratto in cui risulta essere tombato in uno scatolare di dimensione 250 cm di base x 200 cm di altezza e che si trova ad una profondità dal piano di campagna di circa 3,4 metri.

All'interno di tale scatolare vi confluiscono sia le acque meteoriche, sia le acque reflue di Villanova di Castenaso.

Al di sopra del tratto tombato scorre un fosso, individuato sulla cartografia con il nome di Zenetta di Quarto, che drena le acque dei campi circostanti.

Prima dell'attraversamento di Via dell'Industria le acque dello scatolare 250x200 cm vengono scolmate all'interno di un collettore di sezione vigentina di larghezza 350 cm e altezza di 280 cm e che immette le acque verso il Torrente Idice.

Nella parte sud dell'intervento si ha un collettore fognario che drena le acque della rotonda di Via Galeazzo Marescotti e che, attraverso un collettore di diametro 100 cm, che scorre

lungo Via Marescotti, sversa le acque nel Torrente Savena.

In sintesi:

RETICOLO INTERFERITO

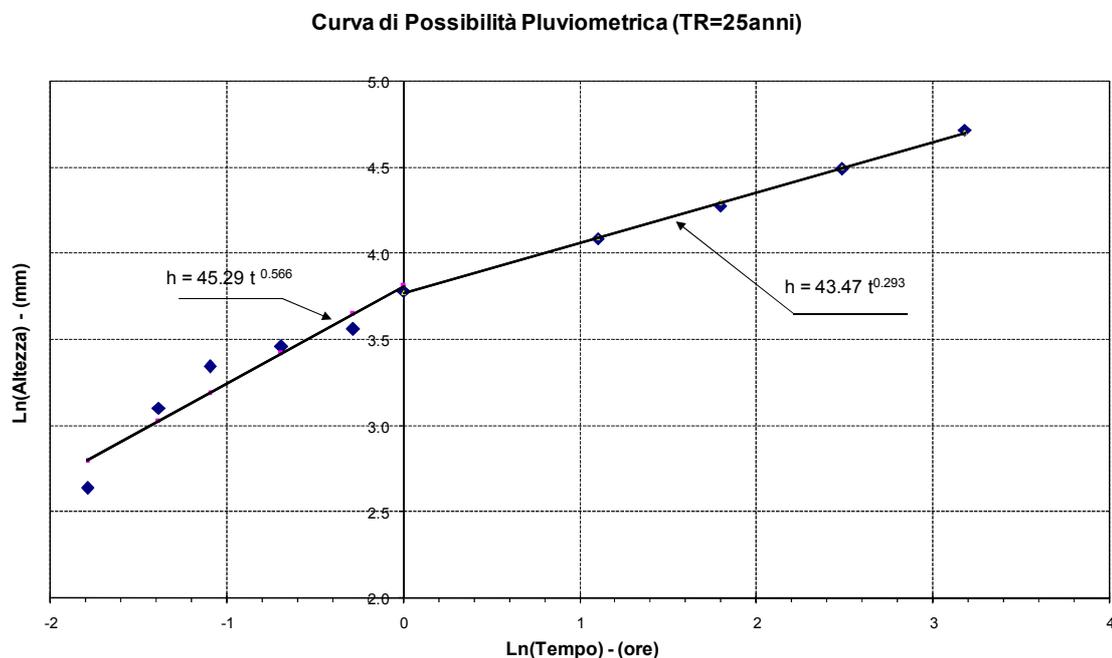
- L'unico corso d'acqua interferito è lo Scolo Zenetta
- Lo scolo è tombato in uno scatolare B = 2.50 m H = 2.00 m

POSSIBILI RECAPITI

- **R1** Collettore di via Marescotti ϕ 100 cm al torrente Savena
- **R2** Fognatura di via Mattei al torrente Idice
- **R3** Scolmatore vigentino dello Scolo Zenetta B=380 cm H=280 cm al torrente Idice

7.2 Curva di possibilità pluviometrica

Img. 7.2 - Rappresentazione della curva di possibilità pluviometrica di progetto.



7.3 Drenaggio delle acque di piattaforma e delle pertinenze stradali

Nel seguito si riportano alcune considerazioni relative alla soluzione A e alla soluzione B.

Per indicazioni relative alle altre alternative progettuali, si rinvia alla relazione idrologica – idraulica (SF ID 01)

7.3.1 Analisi idraulica della soluzione A

SISTEMA PREVISTO

- Sistema con tubazioni (linea blu);
- fossi di laminazione (linea verde);
- due disoleatori (D);
- recapito nello scolmatore vigentino (R3);

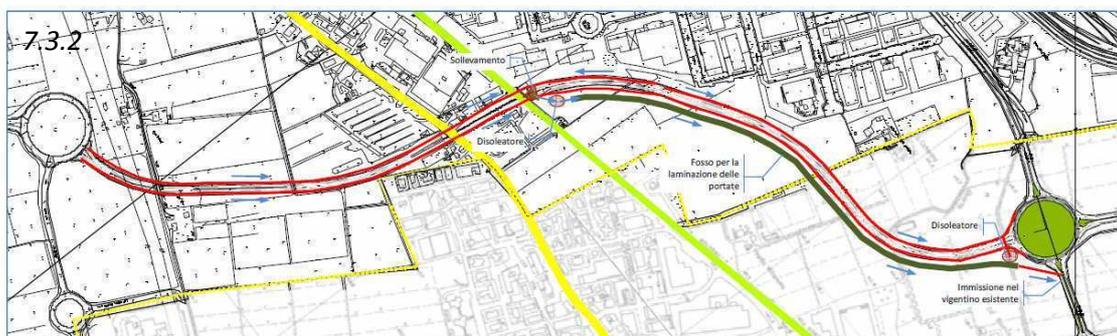
La soluzione prevede che la strada attraversi la Ferrovia e Via Mattei attraverso un sottopasso. La pendenza media della strada va da sud verso nord.

Lo smaltimento delle acque prevede pertanto dei collettori stradali che dalla rotonda di Via Marescotti veicolino le acque verso il sottopasso dove è presente un impianto di sollevamento alla progressiva 1+100 km. Le acque sollevate saranno inviate a valle del sottopasso ad una quota tale da poter essere successivamente smaltite per gravità attraverso fossi di guardia, laterali alla strada, fino al recapito finale costituito dal collettore di sezione vigentina di base 380 cm e altezza di 280 cm e che immette le acque verso il Torrente Idice.

Img. 7.3 - Soluzione A – Profilo longitudinale e deflusso acque meteoriche



Img. 7.4 - Soluzione A – Planimetria deflusso acque meteoriche



Analisi idraulica della soluzione B

La soluzione B si caratterizza per adottare un viadotto al fine di superare la ferrovia e via Mattei. Dal punto di vista idraulico lo smaltimento delle acque avviene considerando due recapiti distinti:

- dalla kilometrica 0+000 alla kilometrica 1+083 le acque hanno un punto di minimo alla km 0+592. Da tale punto si può realizzare una tubazione che immette le acque nella rete fognaria di Villanova di Castenaso.
- dalla kilometrica 1+083 alla kilometrica 2+270 le acque vanno da sud a nord e si immettono nel collettore di sezione vigentina di base 380 cm e altezza di 280 cm e che immette le acque verso il Torrente Idice.

Prima dell'immissione delle acque nei recapiti fognari le acque verranno laminate e disoleate.

Rispetto alla soluzione A non si ha necessità di realizzare l'impianto di sollevamento.

Img. 7.5 - Soluzione B – Profilo longitudinale e deflusso acque meteoriche

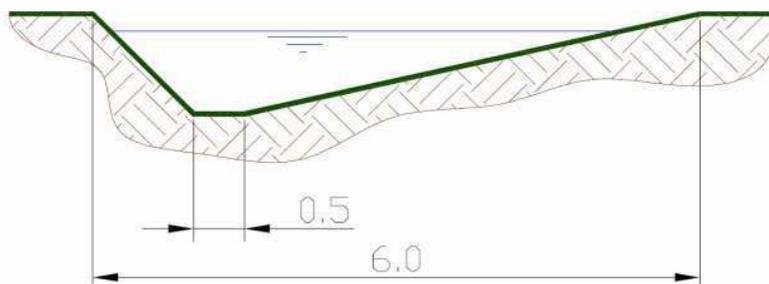


7.4 Laminazione

CRITERIO PROPOSTO DALL' AUTORITA' DI BACINO DEL RENO

500 mc/ha → 4.8 ha impermeabilizzati → 2400 mc volume del bacino

Img. 7.6 - Sezione tipica fosso per decantazione e laminazione



Bacino lineare a forma di fossato

3 mc/m → 800 m lineari

La portata che defluisce dal fossato verso lo scolmatore (Soluzione A) è regolata dalla

presenza di un tubo $\phi 315$ mm, in modo da non superare 50 l/sec (coefficiente udometrico pari a 10l/sec/ha)

7.5 *Trattamento acque di prima pioggia e protezione da sversamenti accidentali*

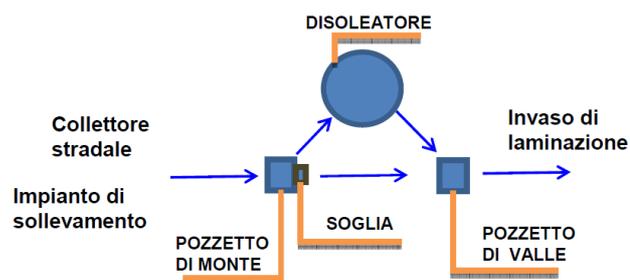
Necessario per

- Le acque di prima pioggia;
- Intercettare eventuale sversamenti accidentali.

(Dgr 286 del 14/2/2005 e Dgr 1860 del 18/12/2006)

Si prevede l'inserimento di un disoleatore in corrispondenza di ogni punto di recapito negli invasi di laminazione

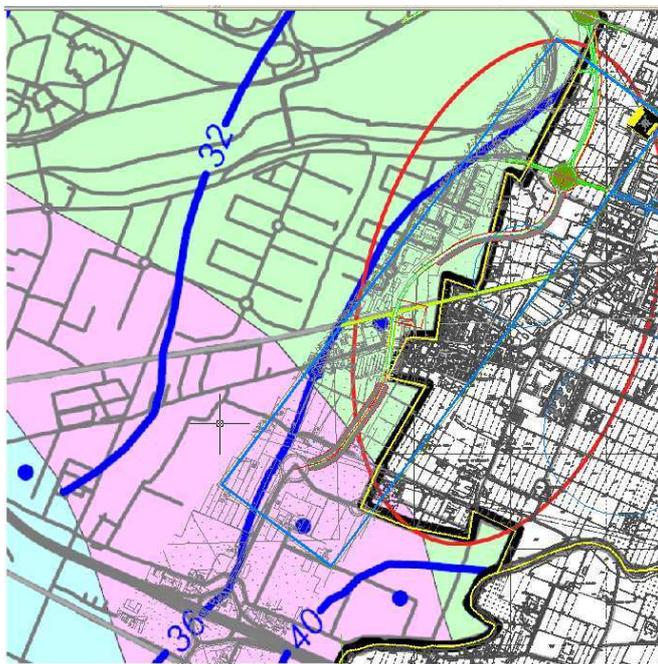
Img. 7.7 - Schema di flusso di disoleatore



8 STUDIO DELLE PROBLEMATICHE IDRAULICHE – ACQUE SOTTERRANEE

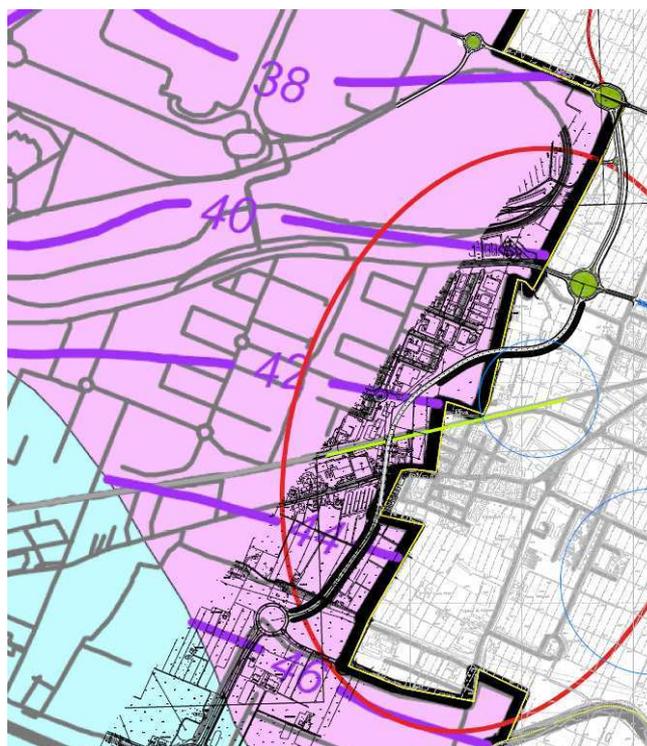
8.1 FALDA SUPERFICIALE

Profondità 3 - 4 m ca;
Galleria disposta
parallelamente alle linee di
flusso (SSO a NNE) dirette
come le pendenze di piano
campagna; Interferenza
trascurabile.



8.2 FALDA INTERMEDIA

Artesiana, profondità 14 - 18 m
ca, (livelli: idrico 32 -36 mslm,
piezometrico 36-40 m s.l.m.);
Galleria disposta
ortogonalmente alle linee di
flusso (Est-Ovest);
Possibile interferenza galleria –
falda (Effetto Barriera).



9 STIMA DEI COSTI

La stima sommaria del costo di costruzione per le varie alternative progettuali è stata valutata prendendo a riferimento l'elenco prezzi unitari del Compartimento ANAS per la Viabilità per l'Emilia e la Romagna edizione 2009.

Il costo complessivo di progetto può essere considerato come la somma del costo di corpi d'opera (rilevati, trincee, viadotti, etc) di caratteristiche simili e per i quali è possibile stimare un costo a medio a metro lineare o a metro quadrato eventualmente in funzione di un parametro significativo (es la differenza di quota terreno – progetto per i rilevati stradali).

La valutazioni del costo di costruzione effettuate sono riassunte nella tabella seguente:

Tab. 9.1 - Stima del costo delle varie alternative progettuali

	ALTERNATIVA A	ALTERNATIVA B	ALTERNATIVA C	ALTERNATIVA D	ALTERNATIVA Abis	ALTERNATIVA Abis + Svincolo
1 Galleria	€ 17.368.099,26		€ 17.368.099,26	€ 19.268.093,76	€ 14.490.861,60	€ 14.478.619,62
2 Muro ad U	€ 10.295.117,91		€ 10.295.117,91	€ 18.549.766,58	€ 8.380.916,84	€ 8.380.916,84
3 Viadotto		€ 7.481.603,07	€ 2.052.566,00			
4 Trincea	€ 990.790,21	€ 1.200.425,95	€ 616.520,54	€ 917.099,94	€ 1.219.430,71	€ 1.300.304,99
5 Rilevato	€ 1.585.810,51	€ 3.162.174,38	€ 3.855.926,75	€ 2.080.732,91	€ 1.585.810,51	€ 1.585.810,51
6 Svincolo						€ 1.185.686,08
Totale	€ 30.239.817,89	€ 11.844.203,40	€ 34.188.230,46	€ 40.815.693,19	€ 25.677.019,66	€ 26.931.338,04

Nota: Per la stima del costo dello svincolo si è fatto riferimento allo svincolo parziale a due manovre.

A questi costi si devono aggiungere gli oneri, che possono essere considerati validi per tutte le alternative

- per la realizzazione delle opere a verde per mitigazione ambientale e per le fasce di ambientazione (i movimenti di materia per le dune e la fornitura e posa delle barriere acustiche sono già comprese nella stima di **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) (€ 1 000 000)
- per le indennità di esproprio e per accantonamenti per eventuali richieste di risarcimento danni in fase di cantiere da parte dei frontisti (€ 3 000 000)

10 CONCLUSIONI

ALLEGATI:

- 1. Verifiche elementi planimetrici stradali**
- 2. Verifiche elementi altimetrici stradali**

**Studio di fattibilità del III° lotto della strada
Lungosavena a Bologna**

Cod.: S10011-SF-RG02-0

Data: 15/06/2010

ALLEGATO 1 - VERIFICHE ELEMENTI PLANIMETRICI STRADALI

CONTROLLO NORMATIVA							Pagina Nr.	1
Dati generali		Minimo	Massimo					
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia								
Asse: Alternativa A								
Tipo di strada: D - Urbana di scorcimento 2+2								
Larghezza semicarreggiata (m)		6.500						
Velocità progetto (Km/h)		50	80					
Rettilineo n°1 - Lunghezza (m):67.564		Lung. Min	Lung. Max				Parametri	
Progressiva							0.000	
Lunghezza minima (m)		90.000						
Lunghezza massima (m)			1760.000					
Valori minimi/massimi da normativa		90.000	1760.000					
Rettilineo fuori normativa		67.564						
Clotoido n°1 - Parametro A:140.000 - Lunghezza (m):78		A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri	
Progressiva							67.564	
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						1.000	80	
Fattore di forma								
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo		134.400						
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli		90.496						
Criterio ottico		83.333						
Criterio ottico			250.000					
Clotoido rettilineo-raccordo, $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in toller					1.000			
Valori minimi/massimi da normativa		134.400	250.000					
Clotoido in normativa		140.000		78.400		1.000		
Raccordo n°1 - Raggio (m):250.000 - Lunghezza (m):99		Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri	
Progressiva							145.964	
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)							80	
Raggio minimo in funzione della velocità		77.196						
Raggio minimo calcolato rispetto al rettilineo successivo		194.820						
Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione				55.556				
Valori minimi/massimi da normativa		194.820		55.556				
Raccordo in normativa		250.000		99.731				
Clotoido n°2 - Parametro A:140.000 - Lunghezza (m):78		A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri	
Progressiva							245.695	
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						1.000	80	
Fattore di forma								
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo		134.400						
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli		90.496						
Criterio ottico		83.333						
Criterio ottico			250.000					
Clotoido rettilineo-raccordo, $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in toller					1.000			
Valori minimi/massimi da normativa		134.400	250.000					
Clotoido in normativa		140.000		78.400		1.000		
Rettilineo n°2 - Lunghezza (m):194.820		Lung. Min	Lung. Max				Parametri	
Progressiva							324.095	
Lunghezza minima (m)		90.000						
Lunghezza massima (m)			1760.000					
Valori minimi/massimi da normativa		90.000	1760.000					
Rettilineo in normativa		194.820						

W:\S10011 - LUNGOSAVENA TERZO LOTTO(2) In corso\Modelli Prosti\LungoSavena_Alt A.pst

**Studio di fattibilità del III° lotto della strada
Lungosavena a Bologna**

Cod.: S10011-SF-RG02-0

Data: 15/06/2010

CONTROLLO NORMATIVA						Pagina Nr.	2
Clotoidi	Parametri	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
✓ Clotoidi n°3 - Parametro A:175.000 - Lunghezza (m):64							
Progressiva							518.914
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)							80
Fattore di forma						1.000	
↳ Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo		134.400					
↳ Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli		109.968					
↳ Criterio ottico		158.333					
↳ Criterio ottico			475.000				
↳ Clotoidi rettilino-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in toller					1.000		
Valori minimi/massimi da normativa		158.333	475.000				
Clotoidi in normativa		175.000		64.474		1.000	
✓ Raccordo n°2 - Raggio (m):475.000 - Lunghezza (m):167.796							
Progressiva							583.388
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)							80
↳ Raggio minimo in funzione della velocità		77.196					
↳ Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione				55.556			
Valori minimi/massimi da normativa		77.196		55.556			
Raccordo in normativa		475.000		167.796			
✓ Clotoidi n°4 - Parametro A:175.000 - Lunghezza (m):64							
Progressiva							751.184
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)							80
Fattore di forma						1.000	
↳ Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo		134.400					
↳ Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli		109.968					
↳ Criterio ottico		158.333					
↳ Criterio ottico			475.000				
↳ Clotoidi rettilino-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in toller					1.000		
Valori minimi/massimi da normativa		158.333	475.000				
Clotoidi in normativa		175.000		64.474		1.000	
✓ Rettilifili n°3 - Lunghezza (m):159.013							
Progressiva							815.657
↳ Lunghezza minima (m)		90.000					
↳ Lunghezza massima (m)			1760.000				
Valori minimi/massimi da normativa		90.000	1760.000				
Rettilifili in normativa		159.013					
✓ Clotoidi n°5 - Parametro A:170.000 - Lunghezza (m):72							
Progressiva							974.670
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)							80
Fattore di forma						1.000	
↳ Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo		134.400					
↳ Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli		104.171					
↳ Criterio ottico		133.333					
↳ Criterio ottico			400.000				
↳ Clotoidi rettilino-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in toller					1.000		
Valori minimi/massimi da normativa		134.400	400.000				
Clotoidi in normativa		170.000		72.250		1.000	
✓ Raccordo n°3 - Raggio (m):400.000 - Lunghezza (m):264							
Progressiva							1046.920
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)							80

W:\S10011 - LUNGOSAVENA TERZO LOTTO(2) In corso\Modelli Prosti\LungoSavena_Alt A.pst

**Studio di fattibilità del III° lotto della strada
Lungosavena a Bologna**

Cod.: S10011-SF-RG02-0

Data: 15/06/2010

CONTROLLO NORMATIVA							Pagina Nr.	3
↓	Raggio minimo in funzione della velocità	77.196						
↓	Raggio minimo calcolato rispetto al rettilo precedente	159.013						
↓	Raggio minimo calcolato rispetto al rettilo successivo	91.932						
↓	Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione			55.556				
⚠	Valori minimi/massimi da normativa	159.013		55.556				
✓	Raccordo in normativa	400.000		264.255				
✓	Clotoide n°6 - Parametro A:170.000 - Lunghezza (m):72	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri	
⚙	Progressiva						1311.175	
⚙	Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						80	
⚙	Fattore di forma					1.000		
⚙	Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	134.400						
⚙	Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	104.171						
⚙	Criterio ottico	133.333						
⚙	Criterio ottico		400.000					
⚙	Clotoide rettilo-raccordo, $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in toller				1.000			
⚠	Valori minimi/massimi da normativa	134.400	400.000					
✓	Clotoide in normativa	170.000		72.250		1.000		
✓	Rettilo n°4 - Lunghezza (m):91.932	Lung. Min	Lung. Max				Parametri	
⚙	Progressiva						1383.425	
⚙	Lunghezza minima (m)	90.000						
⚙	Lunghezza massima (m)		1760.000					
⚠	Valori minimi/massimi da normativa	90.000	1760.000					
✓	Rettilo in normativa	91.932						
✓	Clotoide n°7 - Parametro A:180.000 - Lunghezza (m):76	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri	
⚙	Progressiva						1475.357	
⚙	Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						80	
⚙	Fattore di forma					1.000		
⚙	Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	134.400						
⚙	Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	106.163						
⚙	Criterio ottico	141.667						
⚙	Criterio ottico		425.000					
⚙	Clotoide rettilo-raccordo, $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in toller				1.000			
⚠	Valori minimi/massimi da normativa	141.667	425.000					
✓	Clotoide in normativa	180.000		76.235		1.000		
✓	Raccordo n°4 - Raggio (m):425.000 - Lunghezza (m):167.932	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri	
⚙	Progressiva						1551.593	
⚙	Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						80	
⚙	Raggio minimo in funzione della velocità	77.196						
⚙	Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione			55.556				
⚠	Valori minimi/massimi da normativa	77.196		55.556				
✓	Raccordo in normativa	425.000		167.932				
✓	Clotoide n°8 - Parametro A:180.000 - Lunghezza (m):76	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri	
⚙	Progressiva						1719.525	
⚙	Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						80	
⚙	Fattore di forma					1.000		
⚙	Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	134.400						
⚙	Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	106.163						
⚙	Criterio ottico	141.667						
⚙	Criterio ottico		425.000					

W:\S10011 - LUNGOSAVENA TERZO LOTTO(2) In corso\Modelli Prost\LungoSavena_Alt A.pst

**Studio di fattibilità del III° lotto della strada
Lungosavena a Bologna**

Cod.: S10011-SF-RG02-0

Data: 15/06/2010

CONTROLLO NORMATIVA							Pagina Nr.	4
Clotoide rettilifo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in toller	141.667	425.000			1.000			
Valori minimi/massimi da normativa	180.000		76.235			1.000		
Clotoide in normativa								
Rettilifo n°5 - Lunghezza (m):3.143	Lung. Min	Lung. Max					Parametri	
Progressiva							1795.760	
Lunghezza massima (m)		26.400						
Valori minimi/massimi da normativa	0.000	26.400						
Rettilifo in normativa	3.143							
Clotoide n°9 - Parametro A:150.000 - Lunghezza (m):10	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri		
Progressiva							1798.903	
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						80		
Fattore di forma					1.000			
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	134.400							
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	85.635							
Criterio ottico	73.333							
Criterio ottico		220.000						
Clotoide rettilifo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in toller				1.000				
Valori minimi/massimi da normativa	134.400	220.000						
Clotoide in normativa	150.000		102.273		1.000			
Raccordo n°5 - Raggio (m):220.000 - Lunghezza (m):165	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri		
Progressiva							1901.176	
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						78		
Raggio minimo in funzione della velocità	77.196							
Raggio minimo calcolato rispetto al rettilifo successivo	3.143							
Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione			54.167					
Valori minimi/massimi da normativa	77.196		54.167					
Raccordo in normativa	220.000		165.562					
Clotoide n°10 - Parametro A:150.000 - Lunghezza (m):10	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri		
Progressiva							2066.738	
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						80		
Fattore di forma					1.000			
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	134.400							
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	85.635							
Criterio ottico	73.333							
Criterio ottico		220.000						
Clotoide rettilifo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in toller				1.000				
Valori minimi/massimi da normativa	134.400	220.000						
Clotoide in normativa	150.000		102.273		1.000			
Rettilifo n°6 - Lunghezza (m):101.301	Lung. Min	Lung. Max				Parametri		
Progressiva							2169.011	
Lunghezza minima (m)	90.000							
Lunghezza massima (m)		1760.000						
Valori minimi/massimi da normativa	90.000	1760.000						
Rettilifo in normativa	101.301							

W:\S10011 - LUNGOSAVENA TERZO LOTTO(2) In corso\Modelli Prost\LungoSavena_Alt A.pst

**Studio di fattibilità del III° lotto della strada
Lungosavena a Bologna**

Cod.: S10011-SF-RG02-0

Data: 15/06/2010

ALLEGATO 2 - VERIFICHE ELEMENTI ALTIMETRICI STRADALI

CONTROLLO NORMATIVA				Pagina Nr.	1
Dati generali		Minimo	Massimo		
Tipo di strada: D - Urbana di scorrimento 2+2					
Larghezza semicarreggiata (m)		6.500			
Velocità progetto (Km/h)		50	80		
✓ Livelletta n°1 - Pendenza (h/b):-0.303%		Pend. Max		Parametri	
Progressiva				0.000	
Pendenza massima (+/- h/b):		6.000%			
✓ Livelletta in normativa		-0.303%			
✓ Parabola n°1 - Raggio (m):20000.000 - Lunghezza (m):67.693 - K:200.000 (Convesso)		Raggio Min	Lung. Min	Parametri	
Progressiva				191.154	
Distanza utilizzata				112.115	
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)				80	
Raggio minimo (m)		0.000			
✓ Parabola in normativa		20000.000			
✓ Livelletta n°2 - Pendenza (h/b):-0.641%		Pend. Max		Parametri	
Progressiva				258.846	
Pendenza massima (+/- h/b):		6.000%			
✓ Livelletta in normativa		-0.641%			
✓ Parabola n°2 - Raggio (m):5000.000 - Lunghezza (m):143.106 - K:50.000 (Convesso)		Raggio Min	Lung. Min	Parametri	
Progressiva				393.147	
Distanza utilizzata				115.205	
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)				80	
Raggio minimo (m)		3561.413			
✓ Parabola in normativa		5000.000			
✓ Livelletta n°3 - Pendenza (h/b):-3.503%		Pend. Max		Parametri	
Progressiva				536.253	
Pendenza massima (+/- h/b):		6.000%			
✓ Livelletta in normativa		-3.503%			
✓ Parabola n°3 - Raggio (m):4000.000 - Lunghezza (m):125.639 - K:40.000 (Concavo)		Raggio Min	Lung. Min	Parametri	
Progressiva				599.400	
Distanza utilizzata				114.924	
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)				80	
Raggio minimo (m)		2635.502			
✓ Parabola in normativa		4000.000			
✓ Livelletta n°4 - Pendenza (h/b):-0.362%		Pend. Max		Parametri	
Progressiva				725.040	
Pendenza massima (+/- h/b):		6.000%			
✓ Livelletta in normativa		-0.362%			
✓ Parabola n°4 - Raggio (m):5000.000 - Lunghezza (m):193.123 - K:50.000 (Concavo)		Raggio Min	Lung. Min	Parametri	
Progressiva				1082.486	
Distanza utilizzata				108.551	
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)				80	
Raggio minimo (m)		2480.512			
✓ Parabola in normativa		5000.000			
✓ Livelletta n°5 - Pendenza (h/b):3.500%		Pend. Max		Parametri	
Progressiva				1275.610	
Pendenza massima (+/- h/b):		6.000%			
✓ Livelletta in normativa		3.500%			

W:\S10011 - LUNGOSAVENA TERZO LOTTO(2) In corso\Modelli Prosti\LungoSavena_Alt A.pst

**Studio di fattibilità del III° lotto della strada
Lungosavena a Bologna**

Cod.: S10011-SF-RG02-0

Data: 15/06/2010

CONTROLLO NORMATIVA			Pagina Nr.	2
✓	Parabola n°5 - Raggio (m):4000.000 - Lunghezza (m):149.697 - K:40.000 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
✓	Progressiva			1334.537
ⓘ	Distanza utilizzata			108.452
ⓘ	Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			80
ⓘ	Raggio minimo (m)	3156.119		
✓	Parabola in normativa	4000.000		
✓	Livelletta n°6 - Pendenza (h/b):-0.242%	Pend. Max		Parametri
✓	Progressiva			1484.234
ⓘ	Pendenza massima (+/- h/b):	6.000%		
✓	Livelletta in normativa	-0.242%		
✓	Parabola n°6 - Raggio (m):25000.000 - Lunghezza (m):61.074 - K:250.000 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
✓	Progressiva			1894.468
ⓘ	Distanza utilizzata			109.360
ⓘ	Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			79
ⓘ	Raggio minimo (m)	0.000		
✓	Parabola in normativa	25000.000		
✓	Livelletta n°7 - Pendenza (h/b):-0.487%	Pend. Max		Parametri
✓	Progressiva			1955.542
ⓘ	Pendenza massima (+/- h/b):	6.000%		
✓	Livelletta in normativa	-0.487%		

W:\S10011 - LUNGOSAVENA TERZO LOTTO(2) In corso\Modelli Prosti\LungoSavena_Alt A.pst

**Studio di fattibilità del III° lotto della strada
Lungosavena a Bologna**

INDICE

1	PREMESSA.....	1
1.1	PIANIFICAZIONE REGIONALE	2
1.2	PIANIFICAZIONE PROVINCIALE E COMUNALE.....	5
1.3	ASSE LUNGOSAVENA – LOTTI FUNZIONALI E STATO DELL'ARTE.....	7
1.4	AFFIDAMENTO DELL'INCARICO PER LO STUDIO DI FATTIBILITÀ: ANTEFATTI.	8
1.5	TAVOLO TECNICO INTER-ISTITUZIONALE.	9
2	OBBIETTIVI DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ'	10
3	DATI DI BASE E STUDI PROPEDEUTICI	11
3.1	SOPRALLUOGHI	11
3.2	GEOLOGIA E GEOTECNICA.....	12
3.3	VERIFICA PRELIMINARE DELL'INTERESSE ARCHEOLOGICO	13
3.4	TOPOGRAFIA	15
3.5	INDIVIDUAZIONE DELLE INTERFERENZE	15
4	STUDIO DEL TRACCIATO STRADALE	16
4.1	CLASSIFICAZIONE DELLA STRADA AI SENSI DEL DM 5-11-2001.....	16
4.2	LOCALIZZAZIONE DEL CORRIDOIO UTILIZZABILE	17
4.2.1	Vincoli territoriali.....	18
4.3	ALTERNATIVE DI TRACCIATO	22
4.4	LA SOLUZIONE OTTIMALE: ALTERNATIVA A	23
4.4.1	Descrizione generale del tracciato	23
4.4.2	Verifiche stradali.....	24
4.4.3	La pista ciclabile.....	25
4.5	LA PROBLEMATICA DELLA CONNESSIONE CON VIA E. MATTEI	25
4.5.1	Aspetti generali.....	25
4.5.2	Modifiche all'asse principale: l'alternativa Abis	28
4.5.3	Svincoli completi.....	29

4.5.4	Svincoli parziali	31
5	STUDIO DELLE OPERE D'ARTE.....	32
5.1	GENERALITÀ.....	32
5.2	GALLERIA.....	33
5.3	MURI AD U.....	34
5.4	MONOLITE	35
5.5	VIADOTTO.....	36
5.5.1	Generalità	36
5.5.2	Impalcato	36
6	STUDIO DEI MOVIMENTI DI MATERIA	38
7	STUDIO DELLE PROBLEMATICHE IDRAULICHE – ACQUE SUPERFICIALI.....	41
7.1	STATO DI FATTO.....	41
7.2	CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA	42
7.3	DRENAGGIO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA E DELLE PERTINENZE STRADALI	43
7.3.1	Analisi idraulica della soluzione A.....	43
7.3.2	Analisi idraulica della soluzione B.....	44
7.4	LAMINAZIONE.....	44
7.5	TRATTAMENTO ACQUE DI PRIMA PIOGGIA E PROTEZIONE DA SVERSAMENTI ACCIDENTALI.....	45
8	STUDIO DELLE PROBLEMATICHE IDRAULICHE – ACQUE SOTTERRANEE	46
8.1	FALDA SUPERFICIALE	46
8.2	FALDA INTERMEDIA.....	46
9	STIMA DEI COSTI	47
10	CONCLUSIONI.....	47