

AUTOSTRADA (A14) BOLOGNA – BARI - TARANTO

TRATTO: BOLOGNA BORGO PANIGALE – BOLOGNA SAN LAZZARO


POTENZIAMENTO IN SEDE DEL SISTEMA AUTOSTRADALE E TANGENZIALE DI BOLOGNA INTERVENTI DI COMPLETAMENTO DELLA RETE VIARIA DI ADDUZIONE LUNGO SAVENA LOTTO 3

PROGETTO DEFINITIVO

VIABILITÀ LUNGO SAVENA
PARTE STRADALE Parte generale
Relazione tecnico stradale

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO Ing. Gianluca Salvatore Spinazzola Ord. Ingg. Milano n. A26796 Responsabile Strade	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Fabio Serrau Ord. Ingg. Bologna n. 6007/A	IL DIRETTORE TECNICO Ing. Gianluca Salvatore Spinazzola Ord. Ingg. Milano n. A26796 T. A. Strade
---	---	--

CODICE IDENTIFICATIVO											Ordinatore
RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog, Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	WBS	PARTE D'OPERA	Tipo	Disciplina	Progressivo	Rev.	--
111454	0000	PD	IN	PRS	GE000	00000	R	STD	0020	0	SCALA -

	PROJECT MANAGER:		SUPPORTO SPECIALISTICO:				REVISIONE	
	Ing. Fabio Serrau Ord. Ingg. Bologna n. 6007/A						n.	data
							0	MARZO 2022
	REDATTO:		VERIFICATO:					

VISTO DEL COMMITTENTE  IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. Fabio Visintin	VISTO DEL CONCEDENTE  Ministero delle Infrastrutture e della mobilità sostenibili <small>DIPARTIMENTO PER LA PROGRAMMAZIONE, LE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO A RETE E I SISTEMI INFORMATIVI</small>
--	--

Sommario

1	PREMESSA.....	3
2	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	5
3	INQUADRAMENTO NORMATIVO E CRITERI PROGETTUALI	8
3.1	CRITERI PER LE VERIFICHE DI RISPONDEZZA AL D.M. 05/11/2001	8
3.1.1	Verifica delle caratteristiche planimetriche.....	8
3.1.2	Verifica delle caratteristiche altimetriche	12
3.1.3	Verifiche di visibilità.....	14
4	ANALISI FUNZIONALI.....	16
4.1	INTRODUZIONE	16
4.2	CRITERI DI VERIFICA.....	16
4.3	METODOLOGIA DI VERIFICA.....	16
4.4	RISULTANZE	16
5	PROGETTO STRADALE	17
5.1	ASSE LUNGOSAVENA.....	17
5.1.1	Descrizione.....	17
5.1.2	Sezioni tipo.....	20
5.1.3	Andamento piano-altimetrico di progetto e verifiche di rispondenza ad DM 6792 del 05.11.2001 ed al D.M. 19/04/2006.....	22
5.1.4	Distanze di visibilità per l'arresto.....	25
5.1.5	Caratteristiche geometriche delle intersezioni a rotatoria.....	26
5.1.6	Analisi di visibilità delle intersezioni a rotatoria.....	28
	• ROTATORIA VIA DELL'INDUSTRIA	28
	• ADEGUAMENTO DELLA ROTATORIA GIOVANNI SABADINO DEGLI ARIENTI.....	29
5.2	VIABILITA' DI RICUCITURA.....	32
5.2.1	Descrizione.....	32
5.2.2	Sezioni tipiche.....	32
5.2.3	Andamento piano-altimetrico di progetto.....	33
5.2.4	Analisi di visibilità dell'intersezione a T tra il collegamento all'abitazione di Vicolo dei Prati e Via Properzia de' Rossi.....	36
5.2.5	Analisi di visibilità dell'intersezione a T tra la viabilità di ricucitura PL 13 e Via Pederzana.....	37
5.3	ITINERARIO CICLABILE	38

Indice delle Tabelle e delle Figure

FIGURA 1-1:	COROGRAFIA IN GIALLO, L'ASSE LUNGOSAVENA, IN ROSSO, IL TRATTO IN ESAME.	3
FIGURA 2-1:	PLANIMETRIA SCHEMATICA DELLA STRADA LUNGO SAVENA III LOTTO E DEGLI INTERVENTI CONNESSI	6
FIGURA 2-2:	PLANIMETRIA SCHEMATICA DELL'ITINERARIO CICLABILE.	7
FIGURA 3-1:	ABACO DI KOPPEL (DM 05/11/01).	9
TABELLA 3-1:	SVILUPPO MINIMO DEI RETTIFILI	10
TABELLA 3-2:	COEFFICIENTI DI ADERENZA LONGITUDINALE.....	14
FIGURA 3-2:	ABACO PER IL CALCOLO DELLE DISTANZE DI ARRESTO	15

TABELLA 3 – RISULTATI VERIFICHE FUNZIONALI	16
FIGURA 5-1: PLANIMETRIA SCHEMATICA DELLA STRADA LUNGO SAVENA III LOTTO.	17
FIGURA 5-2: TRATTO INIZIALE DELLA LUNGO SAVENA III LOTTO	18
FIGURA 5-3: ATTRAVERSAMENTO DI VIA MATTEI.....	19
FIGURA 5-4: TRATTO CONCLUSIVO CON IMMISSIONE NELLA ROTATORIA DI VIA DELL'INDUSTRIA.....	20
FIGURA 5-5: SEZIONE TIPICA ASSE PRINCIPALE IN TRINCEA.....	21
FIGURA 5-6: SEZIONE TIPICA ASSE PRINCIPALE IN RILEVATO.	21
FIGURA 5-7: SEZIONE TIPICA ASSE PRINCIPALE SU VIADOTTO.....	21
FIGURA 5-8: DIAGRAMMA DELLE VELOCITÀ E DELLE CURVATURE STRADA LUNGOSAVENA III LOTTO.	24
TABELLA 5-1: VERIFICA CARATTERISTICHE PLANIMETRICHE STRADA LUNGOSAVENA III LOTTO.	25
TABELLA 5-2: VERIFICA CARATTERISTICHE ALTIMETRICHE STRADA LUNGOSAVENA III LOTTO – VERTICI E LIVELLETTE.....	25
TABELLA 5-3: VERIFICA CARATTERISTICHE ALTIMETRICHE LUNGOSAVENA III LOTTO – RACCORDI VERTICALI.	25
FIGURA 5-9: ELEMENTI GEOMETRICI DELLE INTERSEZIONI A ROTATORIA.	27
TABELLA 5-4: RIEPILOGO DEGLI ELEMENTI GEOMETRICI DEI RAMI DI INTERSEZIONE A ROTATORIA IN PROGETTO.....	27
FIGURA 5-10: ANGOLI DI DEVIAZIONE ROTATORIA DI VIA DELL'INDUSTRIA.	28
FIGURA 5-14: SEZIONE TIPICA ADEGUAMENTO ROTATORIA GIOVANNI SABADINO DEGLI ARIENTI.....	31
FIGURA 5-11: SEZIONE TIPICA VIABILITÀ DI RICUCITURA	33
TABELLA 5-5: VERIFICA CARATTERISTICHE PLANIMETRICHE COLLEGAMENTO VICOLO DEI PRATI.	33
TABELLA 5-6: VERIFICA CARATTERISTICHE ALTIMETRICHE COLLEGAMENTO VICOLO DEI PRATI – VERTICI E LIVELLETTE.	33
TABELLA 5-7: VERIFICA CARATTERISTICHE PLANIMETRICHE VIABILITÀ VL002.	34
TABELLA 5-8: VERIFICA CARATTERISTICHE ALTIMETRICHE VIABILITÀ VL002	34
TABELLA 5-9: VERIFICA CARATTERISTICHE PLANIMETRICHE VIABILITÀ VL003.	35
TABELLA 5-10: VERIFICA CARATTERISTICHE ALTIMETRICHE VIABILITÀ VL003	35
TABELLA 5-11: VERIFICA CARATTERISTICHE PLANIMETRICHE COLLEGAMENTO ZONA S. CATERINA.....	35
TABELLA 5-12: VERIFICA CARATTERISTICHE ALTIMETRICHE COLLEGAMENTO ZONA S. CATERINA – VERTICI E LIVELLETTE.....	36
FIGURA 5-12: CAMPO DI VISIBILITÀ PER L'INTERSEZIONE TRA IL COLLEGAMENTO ALL'ABITAZIONE DI VICOLO DEI PRATI E VIA PROPERZIA DE' ROSSI.	36
FIGURA 5-13: CAMPO DI VISIBILITÀ PER L'INTERSEZIONE TRA LA VL003 E VIA PEDERZANA.	37

1 PREMESSA

Nell'ambito del più esteso intervento di potenziamento del sistema autostradale e tangenziale di Bologna sono previsti interventi di completamento della rete viaria di adduzione a scala urbana – metropolitana. In particolare, il presente progetto riguarda il cosiddetto III lotto dell'asse Lungo Savena.

Questo 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.

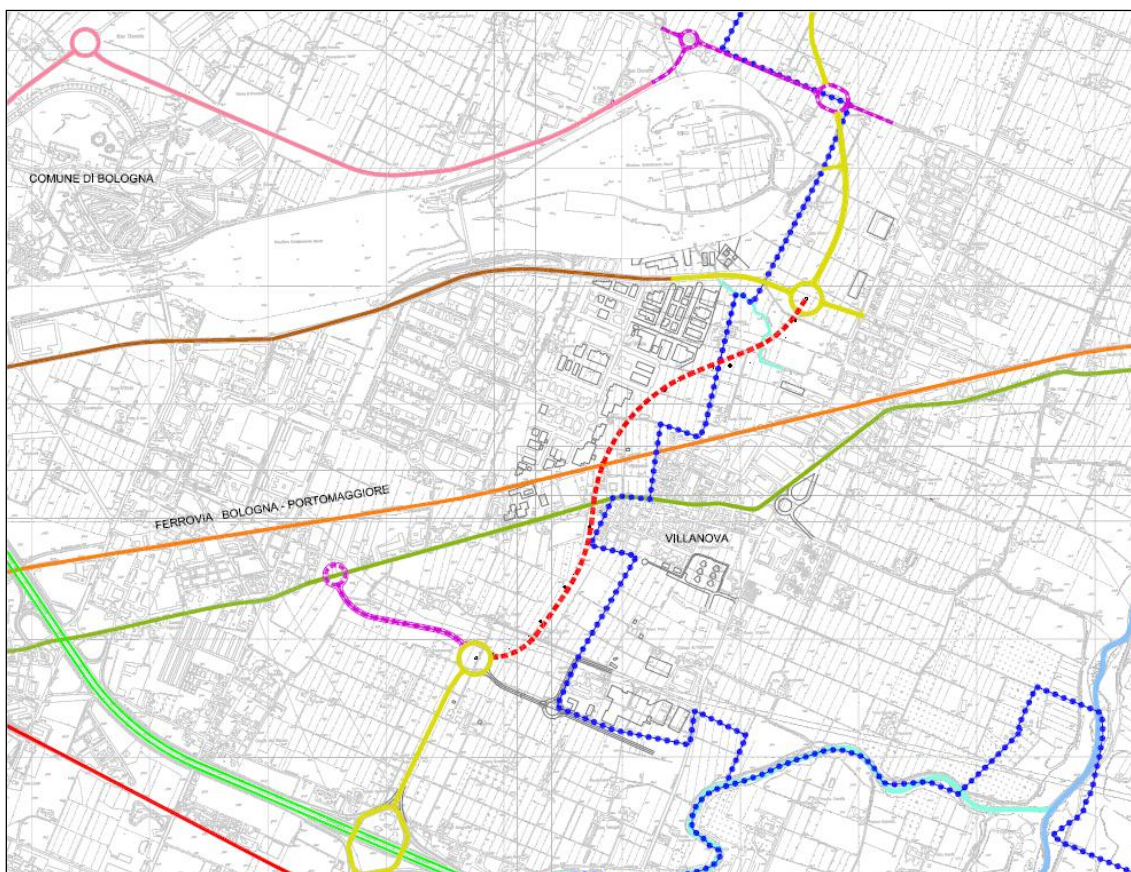


Figura 1-1: corografia in giallo, l'asse Lungosavena, in rosso, il tratto in esame.

La progettazione e la costruzione dell'Asse Lungo Savena fu suddivisa in 4 lotti funzionali:

- 1° LOTTO: Tratto dalla tangenziale di Bologna alla rotatoria Giovanni Sabadino degli Arienti: già realizzato dal Comune di Bologna con il contributo finanziario degli operatori commerciali
- 2° LOTTO: Tratto da via dell'Industria alla rotatoria Santilli (via del Bargello): è stato realizzato dal Comune di Bologna.
- 3° LOTTO: Tratto dalla rotatoria Giovanni Sabadino degli Arienti a via dell'Industria: è l'oggetto della presente progettazione;

4° LOTTO: dalla rotatoria Santilli alla SP3 trasversale di pianura.

Oltre all'asse principale, il progetto comprende, quale opera compensativa, anche la realizzazione di un itinerario ciclabile che partendo dalla rotatoria Giovanni Sabadino degli Arienti, in continuità con un percorso già esistente, raggiunge la rotatoria Santilli (Via del Bargello) con un tracciato prima parallelo alla nuova viabilità quindi lungo la direttrice Via Mattei – Via Tosarelli – Via Ca' dell'Orbo – Via del Bargello connettendo porzioni già realizzate ma a tutt'oggi isolate. Lungo Via del Bargello, la realizzazione dell'itinerario ciclabile comporterà la riorganizzazione della sede stradale con adeguamento della sezione allo standard tipo E del DM 05/11/2001.

2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il progetto, nel suo complesso, può considerarsi composto dai seguenti elementi funzionali:

- 1) **Asse stradale principale** ovvero il III lotto dell'asse Lungo Savena inquadrata come strada urbana di scorrimento (tipo D del DM 05/11/2001);
- 2) **Viabilità di ricucitura** inquadrate come strade a destinazione particolare:
 - o VL001 Collegamento all'abitazione di Vicolo dei Prati;
 - o VL002 Viabilità di ricucitura per soppressione passaggio a livello privato n°12 della ferrovia Bologna – Portomaggiore;
 - o VL003 Viabilità di ricucitura per soppressione passaggio a livello n°13 (Via Fratelli Bandiera) della ferrovia Bologna – Portomaggiore;
 - o VL004 Collegamento all'abitazioni di Via Santa Caterina.
- 3) **Adeguamento della rotatoria** Giovanni Sabadino degli Arienti.
- 4) **Itinerario ciclabile** dalla rotatoria Giovanni Sabadino degli Arienti alla rotatoria Santilli composto dai seguenti tratti:
 - o BK001 da rotatoria Giovanni Sabadino degli Arienti a Via Mattei: pista ciclabile in sede riservata di 2,50m di larghezza;
 - o BK002 da Via Mattei a via Ca' dell'Orbo: itinerario ciclabile su marciapiede destinato ad uso promiscuo pedonale ciclabile di larghezza generalmente pari a 2,5m realizzato in parte su marciapiedi di nuova costruzione, in parte ricavato su marciapiedi esistenti. Alcuni tratti sono stati già realizzati a cura del Comune di Castenaso;
 - o BK003 via del Bargello: itinerario ciclabile su marciapiede destinato ad uso promiscuo pedonale ciclabile di larghezza minima pari a 2,5m realizzato su marciapiedi di nuova costruzione con contestuale adeguamento del tracciato e della sezione di via del Bargello alla tipologia E del DM 05/11/2001.

Relativamente al punto 3 si precisa che la rotatoria Giovanni Sabadino degli Arienti, la cui realizzazione è di gran lunga antecedente all'emissione del D.M. 19/04/2006: "*Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali*" presenta caratteristiche geometriche tali (diametro sul ciglio 145m) da essere considerata uno svincolo a circolazione rotatoria e non una rotatoria ai sensi del suddetto DM. Partendo da questa constatazione, le modifiche introdotte in progetto hanno lo scopo di rendere l'opera funzionale ai nuovi flussi di traffico conseguenti all'apertura del tratto funzionale adottando le geometrie tipiche dei tronchi di scambio.

Le due figure seguenti illustrano la planimetria schematica dei punti 1, 2 e 3, e, a seguire, dell'itinerario ciclabile distinguendo fra i tratti di progetto e quelli esistenti.

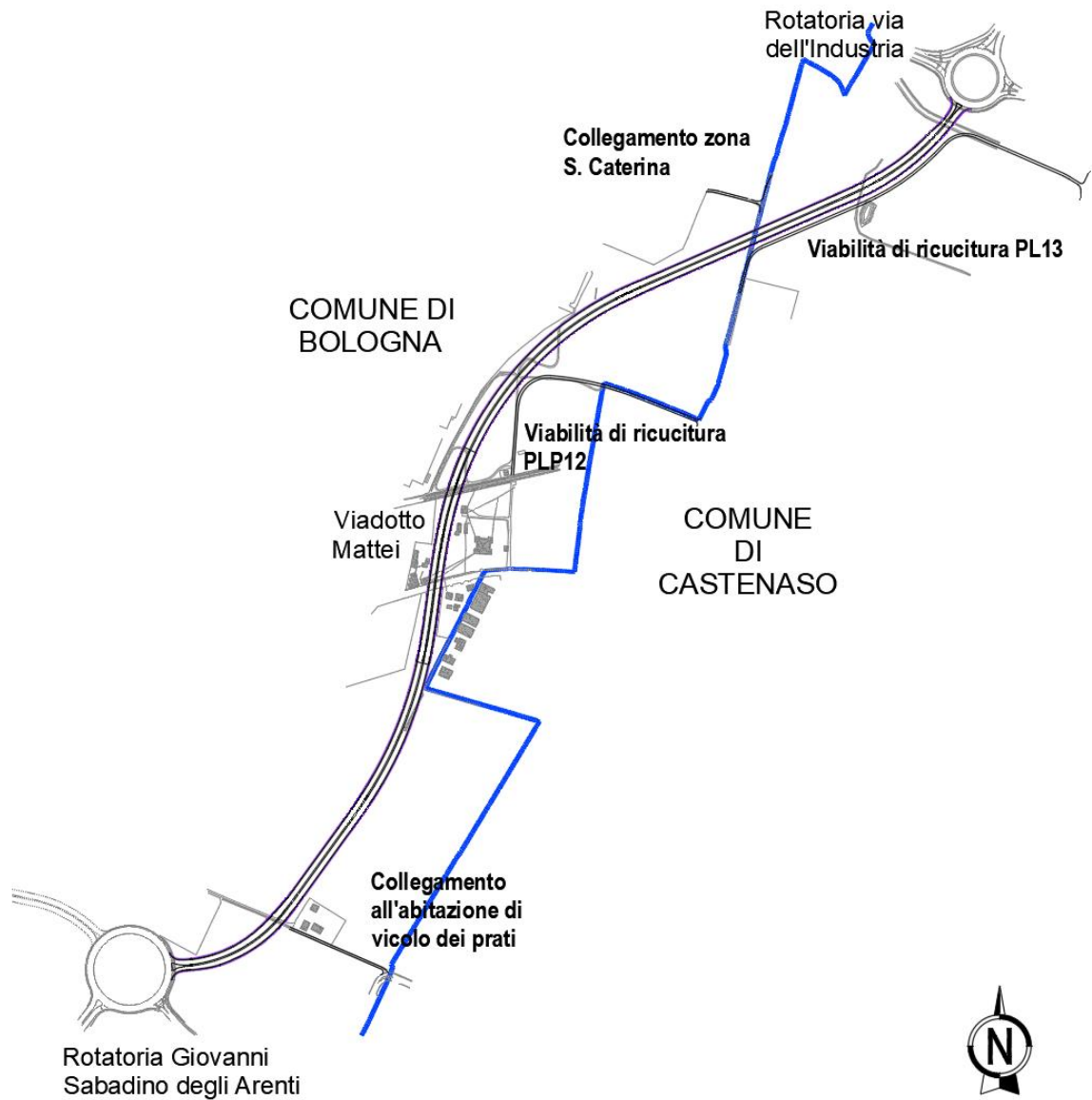


Figura 2-1: Planimetria schematica della strada Lungo Savena III lotto e degli interventi connessi

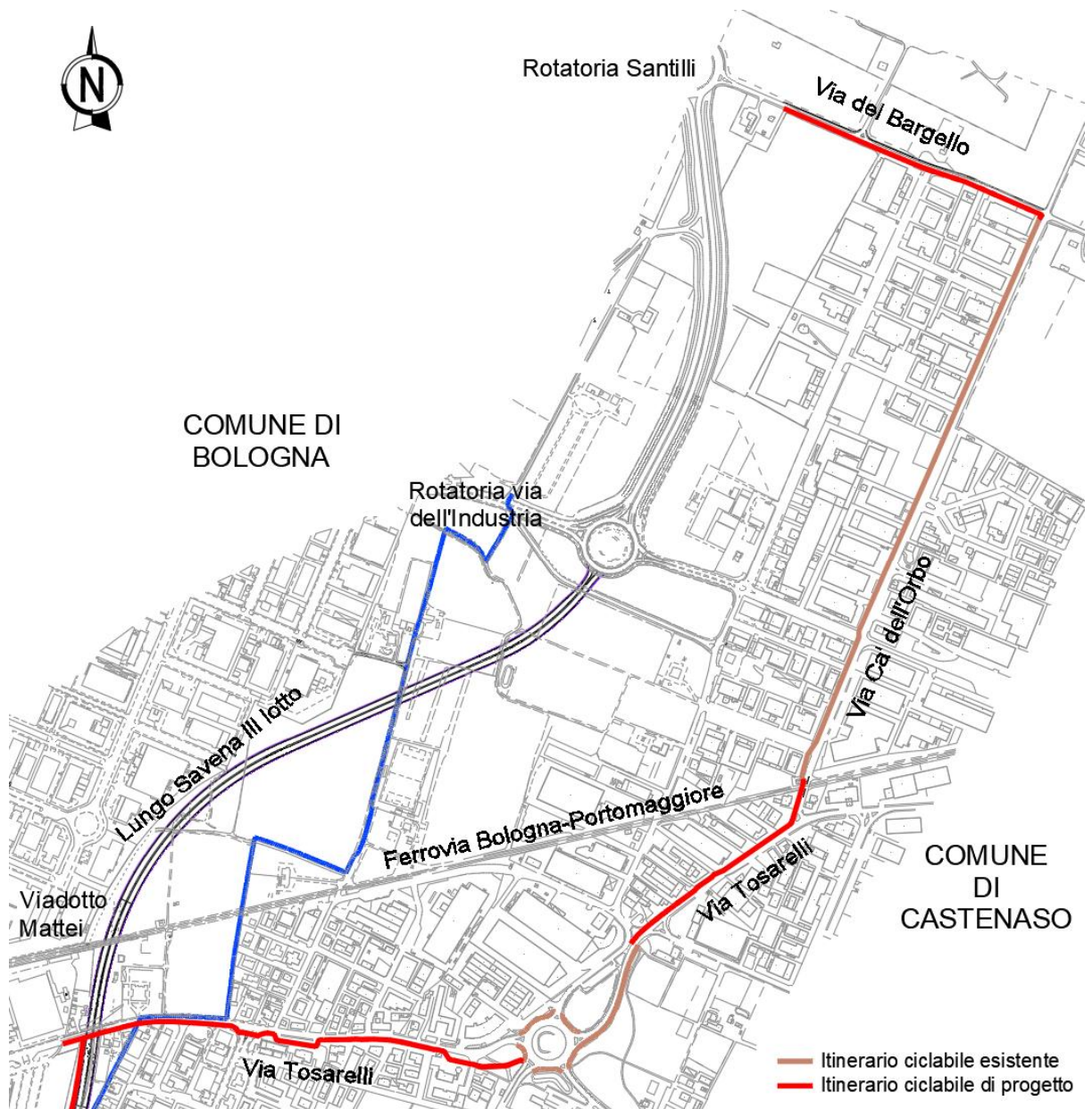


Figura 2-2: Planimetria schematica dell'itinerario ciclabile.

3 INQUADRAMENTO NORMATIVO E CRITERI PROGETTUALI

I principali riferimenti normativi relativamente agli aspetti stradali connessi con le infrastrutture in progetto sono:

- D.Lgs. 30/04/92, n. 285 e s.m.i.: “Nuovo Codice della Strada”;
- D.P.R. 16/12/1992 n. 495 e s.m.i.: “Regolamento di esecuzione e di attuazione del Codice della Strada”;
- D.M. 05/11/01, n. 6792 e s.m.i.: “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” (di solo riferimento nel caso di adeguamento di strade esistenti secondo il D.M. 22-04-04).
- D.M. 19/04/2006: “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali” (di solo riferimento nel caso di adeguamento di intersezioni esistenti).
- D.M. 18/02/92, n. 223: “Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza”, così come recentemente aggiornato dal D.M. 21/06/04: “Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza”;

Nel seguito sono descritte le caratteristiche stradali del progetto e illustrate le verifiche condotte per valutare la congruenza dei tracciati con le indicazioni contenute nelle “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” (Decreto Ministero del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 05/11/2001, prot. 6792) e nelle “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali” (Decreto Ministero del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 19/04/2006) per quanto riguarda le intersezioni stradali. Tali normative sono cogenti per tutte le opere di nuova realizzazione.

Con l’emanazione del DM n. 67/S del 22.04.2004 di modifica delle “Norme geometriche e funzionali per la costruzione delle strade” (DM 05/11/01, prot. 6792), in attesa dell’emanazione di uno specifico decreto, i progetti di adeguamento delle strade esistenti assumono come riferimento normativo non cogente il DM 05/11/01.

Relativamente DM 19-04-2006, “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali” risulta anch’esso di solo riferimento nel caso di adeguamento di intersezioni esistenti.

Pertanto, per l’asse stradale di Lungo Savena III lotto la normativa di riferimento (DM 05/11/01) assume valore di cogenza, quest’ultimo è stato inquadrato secondo la normativa di riferimento come “strada urbana di scorrimento – categoria D” con velocità di progetto pari a un min. di 50 Km/h a un max. 80 Km/h.

Per le viabilità di ricucitura, essendo queste individuate come strade a destinazione particolare, e per l’adeguamento di via del Bargello, il DM 05/11/01 assume valore di riferimento.

3.1 CRITERI PER LE VERIFICHE DI RISPONDEZA AL D.M. 05/11/2001

3.1.1 Verifica delle caratteristiche planimetriche

La verifica delle caratteristiche planimetriche è stata eseguita controllando le seguenti condizioni:

(a) Raggio minimo delle curve planimetriche:

Le curve circolari devono aver un raggio superiore al raggio minimo previsto dal DM2001 che risulta:

pari a 77 metri nel caso di strade urbane di scorrimento TIPO D

pari a 19 metri nel caso di strade locali urbane TIPO F

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

per $L < 300\text{ m}$ $R^3 \geq L$

per $L \geq 300\text{ m}$ $R^3 \geq 400\text{ m}$

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

La verifica è stata eseguita solo nel caso di passaggio da curve di raggio più grande a curve a curve di raggio più piccolo, facendo riferimento all'abaco estratto dalla norma, e solo per l'asse principale, di categoria D, in quanto la verifica non è prevista per strade locali urbane.

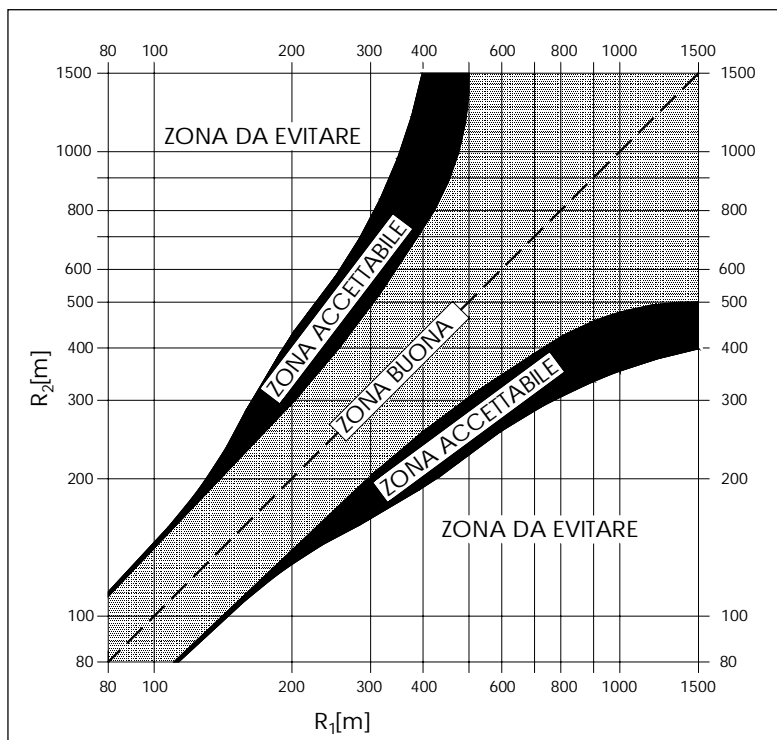


Figura 3-1: abaco di Koppel (DM 05/11/01).

(d) *Lunghezza massima dei rettili:*

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

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

(e) *Lunghezza minima dei rettili.*

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

V_p [km/h]	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
L_{min} [m]	30	40	50	65	90	115	150	190	250	300	360

Tabella 3-1: sviluppo minimo dei rettifili.

(f) Congruenza del diagramma delle velocità.

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

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

- La velocità è mantenuta costante lungo lo sviluppo delle curve con raggio inferiore a R2.5;
- la velocità varia crescendo verso la velocità massima dell'intervallo di progetto lungo i rettifili, le clotoidi e gli archi con raggio non inferiore a R2.5;
- Il valore di accelerazione e decelerazione è pari a 0,8 m/s². Tale valore è stato mantenuto invariato anche per i tratti in approccio alle intersezioni con schema a rotatoria.
- In corrispondenza delle rotatorie si è assunta una velocità di percorrenza pari a 30 km/h;
- La pendenza longitudinale non influenza la velocità di progetto.

(g) Lunghezza minima delle curve circolari.

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

$$L_{c,min} = 2.5 \times V_P$$

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

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

- Criterio 1 (Limitazione del contraccolpo)

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

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

dove:

c = contraccolpo;

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

q_i = pendenza trasversale nel punto iniziale della clotoide;

q_f = pendenza trasversale nel punto finale della clotoide;

g = accelerazione di gravità.

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

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

che, esprimendo la velocità in km/h diviene:

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

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

$$A_{\min} = \frac{V^2}{12,96\sqrt{14}} = 0.0206125 \times V^2 \text{ @ } 0.021 \times V^2$$

- Criterio 2 (Sovra pendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata)

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

$$A^3 A_{\min} = \sqrt{\frac{R}{D_{i_{\max}}} \cdot 100 \cdot B_i |q_i + q_f|}$$

dove:

- § B_i = distanza fra l'asse di rotazione ed il ciglio della carreggiata nella sezione iniziale della curva a raggio variabile;
- § $D_{i_{\max}}$ (%) = sovrapendenza longitudinale massima della linea costituita dai punti che distano B_i dall'asse di rotazione; in assenza di allargamento tale linea coincide con l'estremità della carreggiata;
- § $q_i = \frac{i_{ci}}{100}$ dove i_{ci} = pendenza trasversale iniziale
- § $q_f = \frac{i_{cf}}{100}$ con i_{cf} = pendenza trasversale finale
- § $|q_i + q_f|$ è il valore assoluto della somma delle pendenze trasversali

Nel caso di curve di continuità il medesimo criterio diventa:

$$A^3 A_{\min} = \sqrt{\frac{B_i \times (|q_f| - |q_i|)}{\frac{C}{R_i} - \frac{1}{R_f} \times \frac{D_{i_{\max}}}{100}}}$$

- Criterio 3 (Ottico)

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

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

che, nel caso di clotoidi di continuità, diventa:

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

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

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

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

3.1.2 Verifica delle caratteristiche altimetriche

La verifica delle caratteristiche altimetriche è stata eseguita controllando le seguenti condizioni:

- (i) Pendenze longitudinali massime

La pendenza massima delle livellette consentita dal DM2001 per strade di tipo D (strade urbane di scorrimento) è pari al 6% mentre le strade di tipo F URBANE (strade locali urbane) è pari al 10%.

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

- (j) Raccordi verticali convessi

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

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

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

- se invece D > L

$$R_v = \frac{2 \times 100}{D_i} \times \frac{D}{e} - 100 \times \frac{h_1 + h_2 + 2 \times \sqrt{h_1 \times h_2}}{D_i} \times \frac{D}{e}$$

dove:

R_v = raggio del raccordo verticale convesso [m]

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

D_i = variazione di pendenza delle due livellette, espressa in percento

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

h_2 = altezza dell'ostacolo [m]

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

(k) *Raccordi verticali concavi*

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

- se D è inferiore allo sviluppo del raccordo si ha

$$R_v = \frac{D^2}{2 \times (h + D \times \sin J)}$$

- se invece D > L

$$R_v = \frac{2 \times 100}{D_i} \times \frac{D}{e} - \frac{100}{D_i} \times (h + D \times \sin J) \times \frac{D}{e}$$

dove:

R_v = raggio del raccordo verticale concavo [m]

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

D_i = variazione di pendenza delle due livellette espressa in percento

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

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

Si pone di norma h = 0.5 m e J = 1°.

3.1.3 Verifiche di visibilità

La verifica di rispondenza al DM 5.11.01 ha considerato anche gli aspetti correlati alle prestazioni dell'infrastruttura. In particolare, è stata analizzata la visibilità per l'arresto. La verifica della distanza di visibilità per il sorpasso è stata considerata trascurabile dato il limitato sviluppo degli assi stradali oggetto del presente progetto.

Per distanza di visuale libera (DVL) si intende la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé senza considerare l'influenza del traffico, delle condizioni atmosferiche e di illuminazione della strada.

Secondo quanto prescritto dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (DM 05/11/2001, prot. N° 6792), lungo il tracciato stradale la distanza di visuale libera deve essere confrontata, nel caso di strade ad unica carreggiata, con la distanza di visibilità per l'arresto.

Quest'ultima è pari allo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto, viene calcolata in funzione del diagramma di velocità del tracciato ed del suo andamento altimetrico (variazione della pendenza longitudinale). Questo valore deve essere garantito lungo lo sviluppo del tracciato.

Nelle verifiche la posizione del conducente e dell'ostacolo è posta al centro della corsia con altezza rispettivamente di 1.10m e 0.10 m dal piano viabile.

Il valore di aderenza adottato nel calcolo delle distanze di arresto è quello proposto dal DM2001 per tutti i tipi di strade escluse le autostrade e riportato nella tabella seguente.

VELOCITÀ km/h	25	40	60	80	100	120	140
f _i Altre strade	0,45	0.43	0.35	0.30	0.25	0.21	-

Tabella 3-2: coefficienti di aderenza longitudinale.

Per il calcolo è stata utilizzata la formula riportata al paragrafo 5.1.2. del DM2001. Si è valutata la distanza di arresto punto per punto (passo 5 metri) in funzione della velocità di progetto (secondo quanto specificato in precedenza) e della pendenza longitudinale con la seguente espressione:

$$D_A = D_1 + D_2 = \frac{V_0}{3,6} \cdot t - \frac{1}{3,6^2} \int_{V_0}^{V_1} \frac{V}{v_0 g \left(\frac{i}{100} \pm f_l(V) + \frac{Ra(V)}{m} + r_0(V) \right)} dV \quad [m]$$

dove:

D1 = spazio percorso nel tempo t

D2 = spazio di frenatura

V0 = velocità del veicolo all'inizio della frenatura [km/h]

V1 = velocità finale del veicolo, in cui V1 = 0 in caso di arresto [km/h]

i = pendenza longitudinale del tracciato [%]

- t = tempo complessivo di reazione (percezione, riflessione, reazione e attuazione) [s]
- g = accelerazione di gravità [m/s²]
- R_a = resistenza aerodinamica [N]
- m = massa del veicolo [kg]
- f_l = quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile longitudinalmente per la frenatura
- r_0 = resistenza unitaria al rotolamento, trascurabile [N/kg]

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

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

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

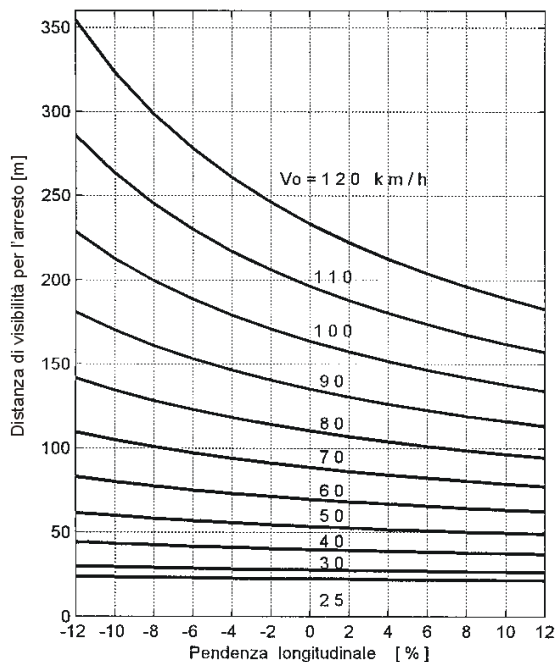


Figura 3-2: abaco per il calcolo delle distanze di arresto

4 ANALISI FUNZIONALI

4.1 INTRODUZIONE

Come da prassi consolidata – in assenza di riferimenti normativi - le verifiche funzionali del layout progettuale sono state effettuate con riferimento all'anno di entrata in esercizio dell'opera, ovvero il 2030.

La verifica ha riguardato l'ora di punta della mattina (08:00-09:00) del giorno feriale medio del periodo neutro (escluso agosto): si è proceduto, per completezza progettuale, anche alla verifica funzionale dell'ora di punta del pomeriggio stimando la domanda tramite trasposizione della matrice della punta mattutina.

4.2 CRITERI DI VERIFICA

La positività della verifica funzionale degli elementi di progetto è stata definita secondo i criteri proposti dalla normativa vigente e nello specifico:

- il DM 05-11-2001 n°6792 Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade;
- il DM 19-04-2006 Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali.

Per le intersezioni esistenti la normativa vigente non è cogente e quindi il Livello di Servizio proposto è solo di riferimento; trattandosi di intersezioni su strade urbane secondarie il LOS di riferimento è "il funzionamento a capacità".

4.3 METODOLOGIA DI VERIFICA

La verifica funzionale delle rotatorie è stata fatta secondo la metodologia empirica proposta dal CETUR (Centre d'Etudes sur les Reseaux des Transport, l'Urbanisme et les construction publiques) per le rotatorie in ambito urbano. Tale metodo fornisce l'indicazione circa il superamento o meno della capacità.

Per il nodo di via Marescotti, che presenta una configurazione ibrida tra una rotatoria di grande diametro ed una circolazione a rotatoria regolata tramite tronchi di scambio, la verifica funzionale, in assenza di adatti metodi empirici, è stata fatta implementando un modello di microsimulazione tramite il software Aimsun: tale modello restituisce i valori di domanda evasa per ogni attestamento nell'ora di simulazione.

4.4 RISULTANZE

I risultati delle verifiche funzionali sono riportati nella tabella seguente: come si può notare, hanno dato tutte esito positivo in quanto è presente una riserva di capacità su tutti i rami confluenti in entrambe le intersezioni a rotatoria analizzate.

Tabella 3 – Risultati verifiche funzionali

Tipo nodo Attuale Progettuale	Nodo nome	Normativa vigente (di riferimento / cogente)	LOS Da normativa	LOS PROGETTUALE	Verifica progettuale
Rotatoria Rotatoria	Rotatoria Industria	Di riferimento	Capacità	< Capacità	OK
Rotatoria Rotatoria ibrida	Rotatoria Marescotti	Di riferimento	Capacità	< Capacità	OK

Per le schede di calcolo si rimanda all'elaborato Studio di Traffico ATR0001.

5 PROGETTO STRADALE

5.1 ASSE LUNGOSAVENA

5.1.1 Descrizione

L'asse stradale principale costituisce il III lotto della strada Lungo Savena e rappresenta la parte preponderante del progetto. La strada è conforme a quanto previsto dal DM 5/11/2001 per le strade di categoria D e si sviluppa per una lunghezza di 2110m (si veda la figura seguente).

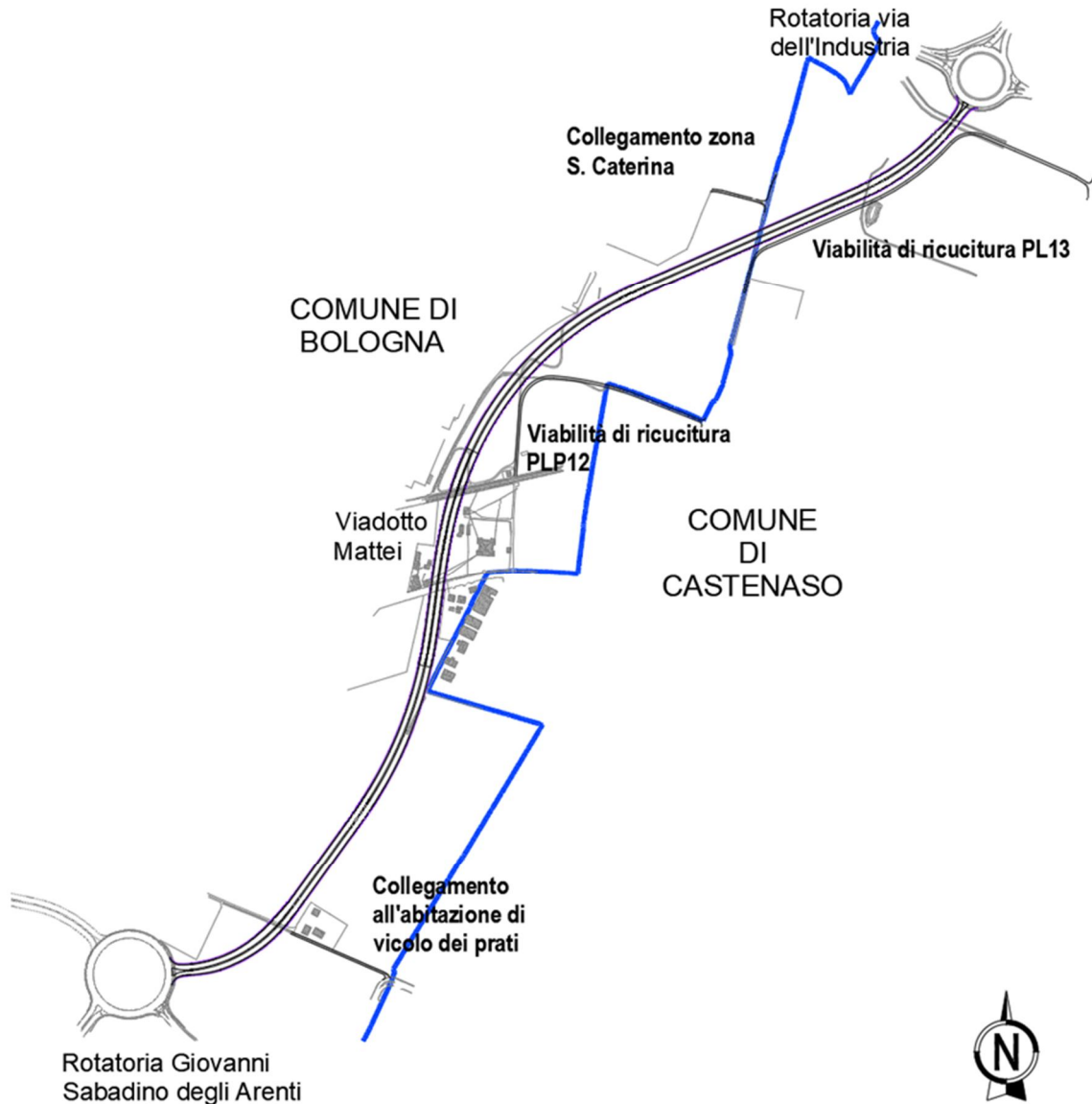


Figura 5-1: Planimetria schematica della strada Lungo Savena III lotto.

Come evidente nello stralcio planimetrico che segue, il tracciato ha inizio presso la rotatoria Giovanni Sabadino degli Arenti dove attualmente confluiscono via Giovanni II Bentivoglio e Via Marescotti; il nuovo ingresso/uscita alla rotatoria è posto sul lato Nord-Est. In questo modo, con una ampia curva sinistrorsa di raggio 230 m la nuova strada imbocca il corridoio delineato dai civici 1 e 3 di vicolo dei Prati attualmente destinato ad attività agricola senza intaccare le pertinenze delle abitazioni. È tuttavia

interrotto vicolo dei Prati, tanto che, per garantire l'accesso al civico 1, è previsto un nuovo collegamento viario.

Poiché la rotonda è impostata in trincea ad una profondità media dal piano campagna di 1,5m – 2m, con una lieve ascesa la strada si riporta al di sopra del piano di campagna su un rilevato di circa 1,25 m di altezza.

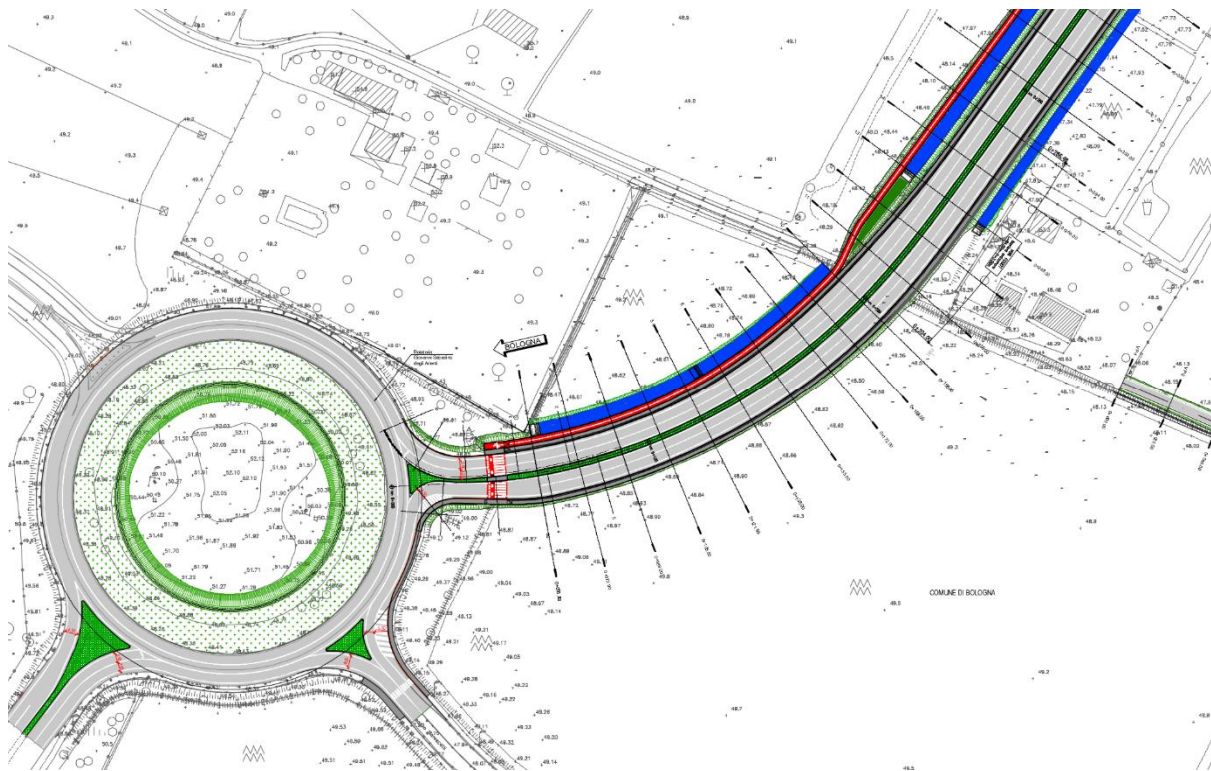


Figura 5-2: Tratto iniziale della Lungo Savena III lotto

Dopo aver attraversato terreni agricoli in rettilineo, con una nuova curva sinistrorsa, la Lungo Savena imbocca lo stretto corridoio fra il parcheggio della Poligrafici Editoriali e il complesso residenziale di Via Don Minzoni ricadente nel comune di Villanova di Castenaso così' come è possibile vedere dalla figura seguente. L'attraversamento di Via Mattei è gestito con un viadotto in acciaio-calcestruzzo, la cui spalla sud è prospiciente all'abitazione di Via Don Minzoni 6 cioè all'inizio dell'insediamento abitato appena ricordato. La strada prende quota con una livelletta del 3,6 % circa così da garantire un franco di circa 6,25 m su via Mattei, ampiamente superiore ai 5 m previsti dalla Normativa. Sempre su viadotto è percorso il tratto fra via Mattei e la ferrovia Bologna – Portomaggiore, qui la strada descrive due curve in successione verso destra per inserirsi al meglio nello stretto corridoio disponibile rendendo necessario il solo abbattimento del fabbricato di Via Mattei 114 già abbandonato e fatiscente e di proprietà del Comune di Bologna.

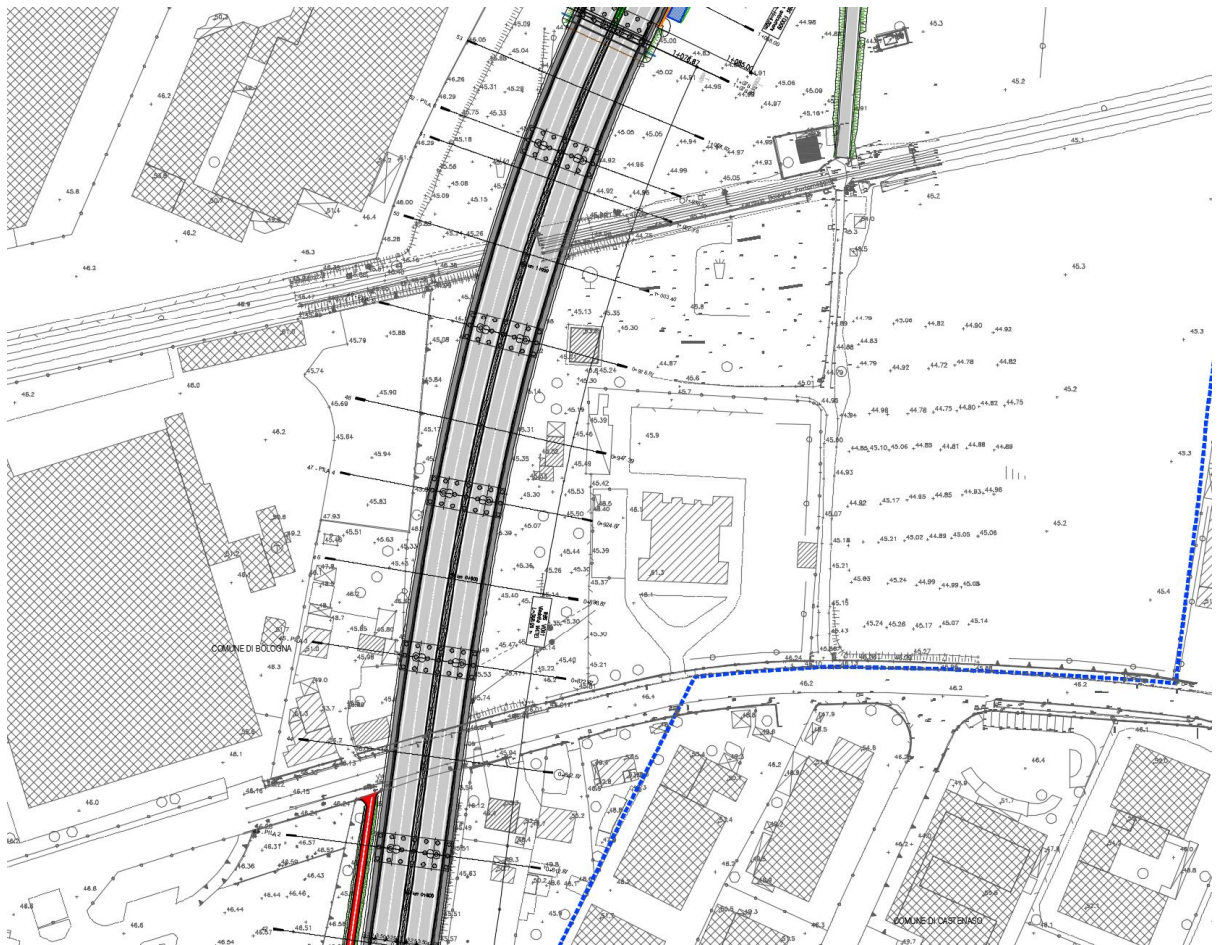


Figura 5-3: Attraversamento di Via Mattei

Superata la linea Bologna – Portomaggiore con un franco di oltre 7,50 m circa, la strada inizia a scendere con una livelletta del 3,9 % per riportarsi dolcemente ad una sezione in rilevato di altezza decimetrica. Il viadotto si conclude subito dopo lo scavalco della linea ferroviaria, per ridurre l'estensione planimetrica degli alti rilevati di approccio al viadotto sul lato settentrionale è prevista la realizzazione di due muri in terra armata.

La strada prosegue in terreni agricoli su rilevati di modestissima altezza fino a raggiungere, con una curva sinistrorsa la rotonda di via dell'Industria nel quale confluisce sul lato meridionale trovando così la continuità con il successivo lotto di strada Lungo Savena.

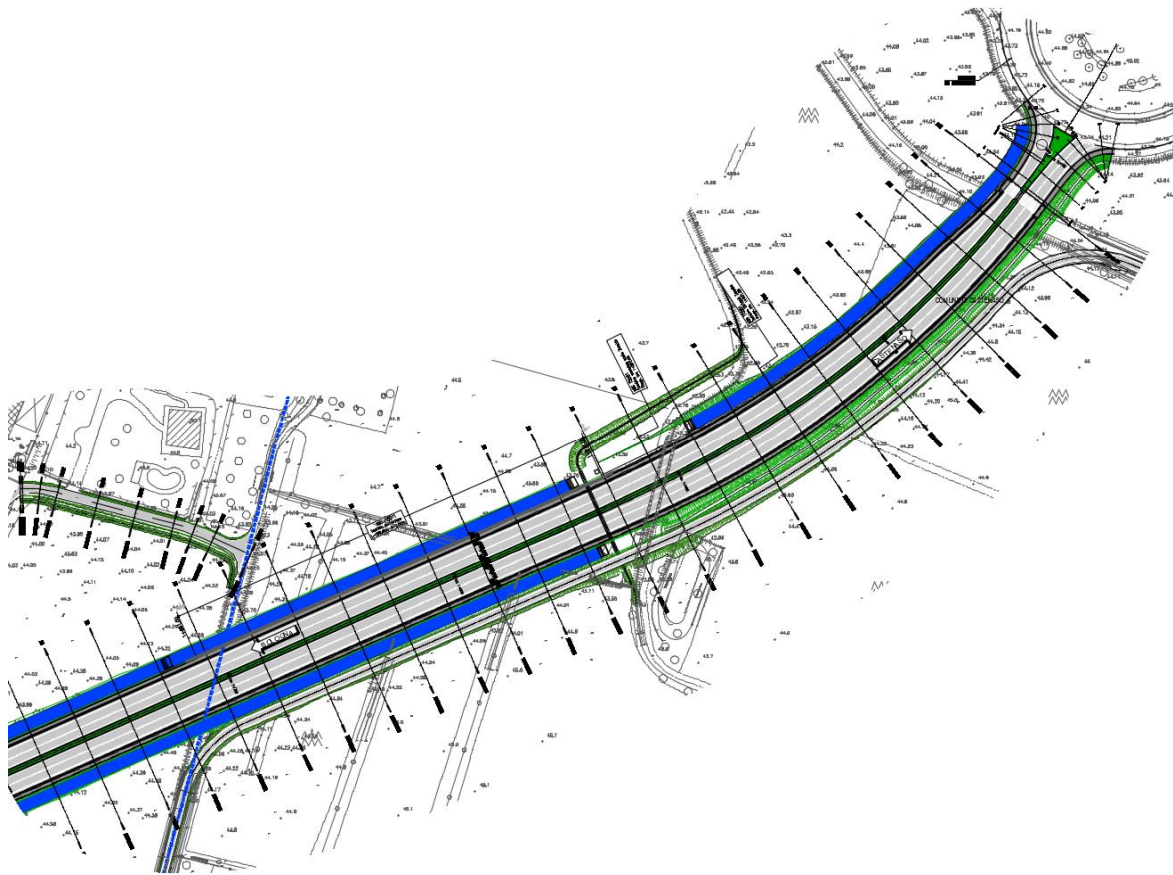


Figura 5-4: Tratto conclusivo con immissione nella rotonda di Via dell'Industria.

Le opere d'arte principali del progetto sono le seguenti:

- ü VIADOTTO SU VIA ENRICO MATTEI: l'opera, dello sviluppo complessivo di circa 368 m, permette lo scavalco di Via Enrico Mattei e della ferrovia suburbana Bologna-Portomaggiore.
- ü MURO DI SOSTEGNO tra le Pk 0+660 E 0+715 ca.: muro di sostegno necessario a causa della prossimità della viabilità in progetto ai confini di proprietà, in destra.
- ü MURI IN TERRE RINFORZATE fra le pk 1+085 e 1+300 ca.

Nel suo sviluppo, la viabilità principale attraversa 2 Comuni (partendo da sud verso nord):

- ü Comune di Bologna: include la maggior parte della strada, compresi il viadotto e le due viabilità secondarie.
- ü Comune di Castenaso: in questo Comune ricade la parte terminale dell'asse principale, compreso il tombamento dello scolo Zenetta di Quarto.

5.1.2 Sezioni tipo

La sezione tipica dell'asta principale è conforme a quanto previsto dal DM 5/11/2001 per le strade di categoria D. La pendenza trasversale della piattaforma è prevista pari al 2,5% in rettilineo e inferiore al 5,0% in curva. La piattaforma risulta costituita da due carreggiate, separate da spartitraffico della larghezza di 2,20 m, con corsia di marcia da 3,50 m (strada percorsa da autobus), corsia di sorpasso da 3,25 m e banchine pavimentate esterna da 1 m ed interna da 0,50 m. La larghezza totale, esclusi gli elementi marginali ed al netto degli allargamenti di visibilità localmente presenti, è pari a 18,70 m.

Il margine esterno, nelle sezioni in rilevato e trincea è costituito da uno spazio tecnico di 0,70m necessario per l'installazione delle barriere di sicurezza, un marciapiede di 1,5m e un arginello di larghezza pari a 0,50 m, di raccordo con le scarpate. Nel tratto compreso fra la rotonda Giovanni Sabadino degli Arenti e Via Mattei, una pista ciclabile di 2,50m di larghezza affianca il marciapiede (fino

alla pk 200 ca) e poi affianca il tracciato al piede della scarpata del rilevato oltre l'elemento idraulico. Su viadotto, il margine esterno ha invece la dimensione di 2,90m dovuto alla presenza delle barriere acustiche. Lungo tutta l'opera d'arte è previsto sempre il marciapiede e lo spazio tecnico di 0,70m per l'installazione delle barriere di sicurezza bordo ponte.

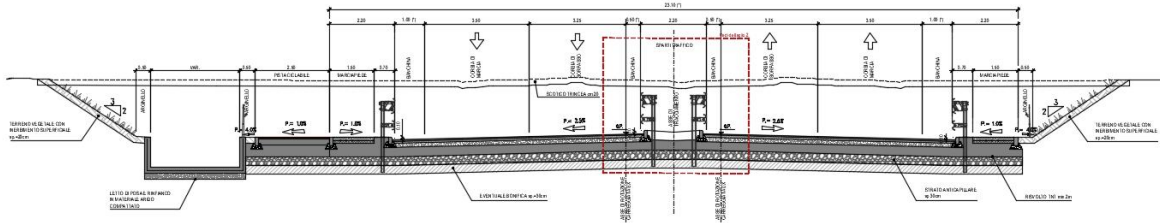


Figura 5-5: sezione tipica asse principale in trincea.

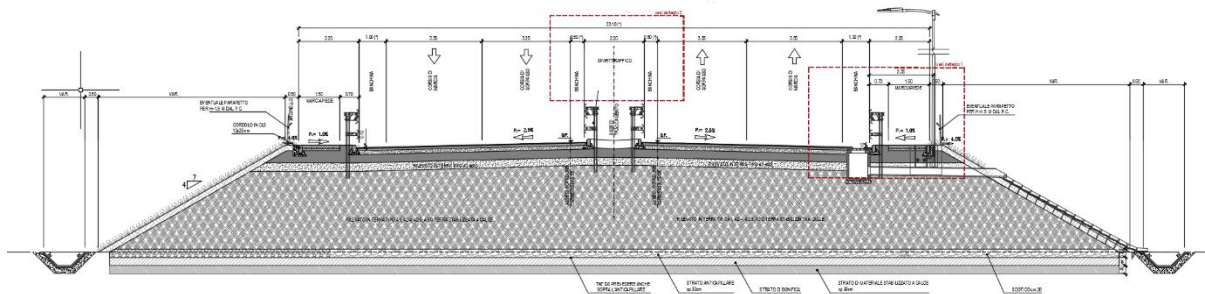


Figura 5-6: sezione tipica asse principale in rilevato.

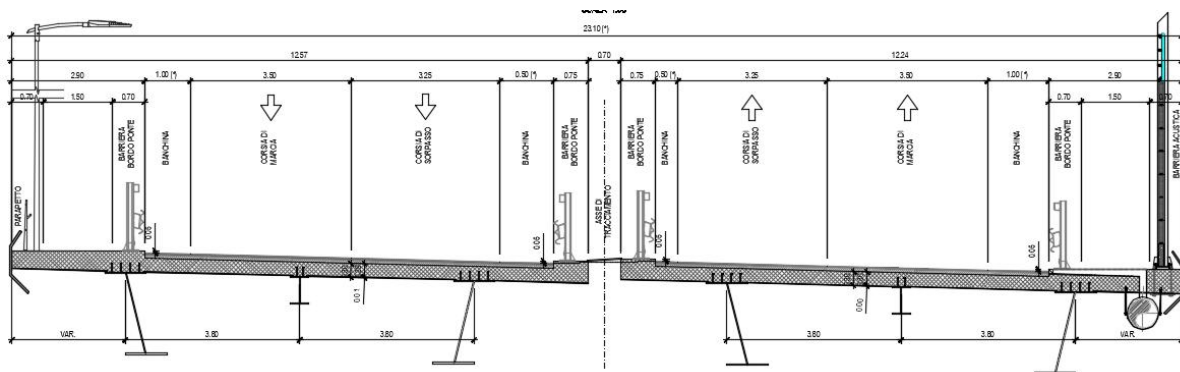


Figura 5-7: sezione tipica asse principale su viadotto.

Le scarpate sono correntemente previste con pendenza 4/7 in rilevato e 2/3 in trincea e rivestite con una coltre superficiale di terreno vegetale inerbito. Nei tratti in cui il rilevato presenta una altezza superiore ai 5m dal piano campagna è prevista l'introduzione di banca intermedia di 2m di larghezza.

Nel tratto compreso fra la spalla B del viadotto Mattei (pk 1+078) e 1+300 è previsto l'introduzione di un muro in terra rinforzata per contenere l'estensione del corpo del rilevato stradale da ambo i lati.

5.1.3 Andamento plano-altimetrico di progetto e verifiche di rispondenza ad DM 6792 del 05.11.2001 ed al D.M. 19/04/2006

Nei seguenti paragrafi sono riportate tabelle in cui sono sintetizzate le caratteristiche geometriche dei tracciati di progetto in termini di elementi planimetrici, vertici altimetrici, livellette e raccordi altimetrici. Per essi sono anche riportati gli esiti delle relative analisi di congruenza rispetto ai criteri indicati nella normativa DM del 05/11/2001. Ogni colonna delle tabelle è identificata da un numero che ne identifica il contenuto in riferimento all'elenco seguente:

- (1) numerazione progressiva elemento planimetrico;
- (2) progressiva iniziale dell'elemento;
- (3) progressiva finale dell'elemento;
- (4) lunghezza dell'elemento in asse;
- (5) tipo di elemento, RETTIFILO, ARCO di curva, arco di CLOTOIDE tra rettilo e curva, CLOTOIDE DI FLESSO o CLOTOIDE DI CONTINUITÀ;
- (6) parametro di scala, per gli archi di clotoide;
- (7) raggio iniziale degli elementi curvilinei;
- (8) raggio finale degli elementi curvilinei;
- (9) verso di percorrenza delle curve circolari nella direzione delle progressive crescenti (Dx = curva destrorsa, Sx = curva sinistrorsa);
- (10) pendenza trasversale della semicarreggiata destra;
- (11) pendenza trasversale della semicarreggiata sinistra;
- (12) velocità di progetto dell'elemento planimetrico, desunta dal diagramma di velocità di progetto;
- (13) risultati delle analisi di congruenza del progetto stradale rispetto ai criteri indicati nella normativa DM del 05/11/2001, presa a riferimento per la realizzazione del progetto. Le verifiche eseguite e condensate nell'esito positivo o negativo sono le seguenti:
 - raggio minimo delle curve planimetriche;
 - relazione raggio della curva (R)/lunghezza del rettilo (L) che la precede;
 - compatibilità tra i raggi di due curve successive;
 - lunghezza massima dei rettili;
 - lunghezza minima dei rettili;
 - congruenza del diagramma delle velocità nel passaggio da tratti con $V_{p,max}$ a curve a $V_p < V_{p,max}$;
 - congruenza del diagramma delle velocità nel passaggio fra due curve successive ($V_{p1} > V_{p2}$);
 - lunghezza minima delle curve circolari;
- (14) eventuali note relative all'elemento planimetrico;
- (15) numerazione progressiva del vertice altimetrico;
- (16) progressiva del vertice altimetrico;
- (17) quota del vertice altimetrico;
- (18) differenza tra la progressiva del vertice i e quella del vertice i-1, coincidente con la lunghezza sul piano orizzontale della livelletta, al lordo della parte occupata dai raccordi verticali.

- (19) differenza tra le progressive iniziali e finali della livelletta a monte del vertice, coincidente con la lunghezza sul piano orizzontale della livelletta al netto della parte occupata dai raccordi verticali.
- (20) pendenza della livelletta a monte del vertice;
- (21) differenza di quota tra il vertice i ed il vertice i-1;
- (22) lunghezza inclinata della livelletta a monte del vertice, al lordo della parte occupata dai raccordi verticali;
- (23) lunghezza inclinata della livelletta a monte del vertice, al netto della parte occupata dai raccordi verticali;
- (24) risultati delle analisi di congruenza della livelletta a monte del vertice rispetto ai criteri indicati nella normativa DM del 05/11/2001;
- (25) eventuali note relative a vertici altimetrici e livellette;
- (26) numerazione progressiva del raccordo altimetrico;
- (27) tipo di raccordo altimetrico, che può essere PARABOLICO o CIRCOLARE, CONCAVO (sacca) o CONVESSO (dosso).
- (28) raggio del cerchio osculatore nel vertice della parabola, nel caso di raccordo parabolico, o del cerchio in caso di raccordo circolare.
- (29) differenza tra la pendenza della livelletta successiva e quella della livelletta precedente;
- (30) sviluppo effettivo del raccordo;
- (31) progressiva iniziale del racordo;
- (32) progressiva finale del raccordo;
- (33) lunghezza del raccordo in asse strada sul piano orizzontale;
- (34) Velocità di progetto dell'elemento altimetrico, desunta dal diagramma di velocità di progetto;
- (35) Raggio minimo per la limitazione dell'accelerazione verticale a $0,6 \text{ m/s}^2$, calcolato in funzione della velocità di progetto.
- (36) risultati delle analisi di congruenza della livelletta a monte del vertice rispetto ai criteri indicati nella normativa DM del 05/11/2001;
- (37) eventuali note relative ai raccordi altimetrici.

L'asse rientra nella categoria di strada di tipo "D" con V_p compresa nell'intervallo 50-80 km/h. Le velocità iniziale e finale risultano vincolate dalle rotatorie di estremità. In particolare, da progressiva 0+0.000 a 0+10.200 e da 2+111.300 a fine asse, la velocità è assunta pari a 30 km/h.

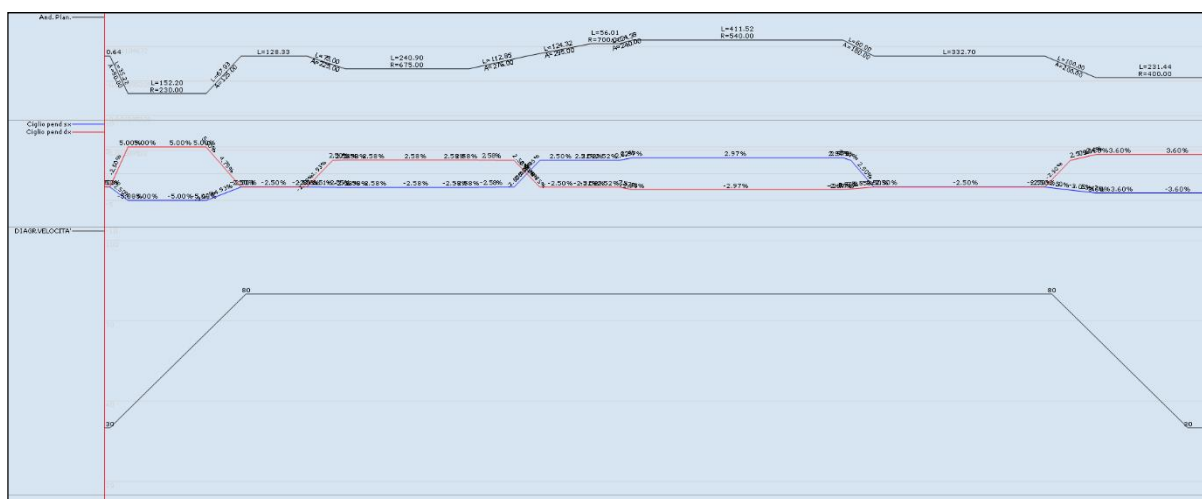


Figura 5-8: diagramma delle velocità e delle curvature strada Lungosavena III lotto.

Nella seguente tabella vengono sintetizzati gli elementi planimetrici che compongono l'asse di progetto.

Elem.	Progr. iniz. [m]	Progr. fin. [m]	Lungh. [m]	Tipo elem.	Parametro	Raggio iniz. [m]	Raggio fin. [m]	Vs	Pt dx [%]	Pt sx [%]	Vp	Ver.	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	0.000	10.643	10.643	RETTIFILO	-	-	-		-2.500	-2.500	30.084	NO	Elemento di raccordo alla rotatoria di estremità.
2	10.643	45.861	35.217	CLOTOIDE	90.000	∞	230.000	Sx	0.000	0.000	36.722	SÌ	
3	45.861	198.061	152.200	ARCO	-	230.000	230.000	Sx	5.000	-5.000	78.770	SÌ	
4	198.061	265.996	67.935	CLOTOIDE	125.000	230.000	∞	Sx	0.000	0.000	78.220	SÌ	
5	265.996	394.321	128.326	RETTIFILO	-	-	-		-2.500	-2.500	80.000	SÌ	
6	394.321	469.321	75.000	CLOTOIDE	225.000	∞	675.000	Sx	0.000	0.000	80.000	SÌ	
7	469.321	710.218	240.897	ARCO	-	675.000	675.000	Sx	2.575	-2.575	80.000	SÌ	
8	710.218	823.071	112.853	CLOT. FLESSO E	276.000	675.000	∞	Sx	0.000	0.000	80.000	SÌ	
9	823.071	947.393	124.321	CLOT. FLESSO U	295.000	∞	700.000	Dx	0.000	0.000	80.000	SÌ	
10	947.393	1003.404	56.011	ARCO	0.000	700.000	700.000	Dx	-2.516	2.516	80.000	SÌ	
11	1003.404	1027.785	24.381	CLOTOIDE CONT.	240.000	700.000	540.000	Dx	0.000	0.000	80.000	SÌ	
12	1027.785	1439.302	411.518	ARCO	-	540.000	540.000	Dx	-2.972	2.972	80.000	SÌ	
13	1439.302	1499.302	60.000	CLOTOIDE	180.000	540.000	∞	Dx	0.000	0.000	80.000	SÌ	
14	1499.302	1832.007	332.705	RETTIFILO	-	-	-		-2.500	-2.500	80.000	SÌ	
15	1832.007	1932.004	99.997	CLOTOIDE	199.997	∞	400.000	Sx	0.000	0.000	80.000	SÌ	
16	1932.004	2163.440	231.436	ARCO	-	400.000	400.000	Sx	3.602	-3.602	80.000	SÌ	

Tabella 5-1: verifica caratteristiche planimetriche strada Lungosavena III lotto.

Nelle tabelle seguenti sono invece riportati gli andamenti altimetrici e i relativi risultati delle verifiche di rispondenza ai criteri indicati nella normativa DM del 05/11/2001. La prima tabella si riferisce a vertici altimetrici e livellette, mentre la seconda riguarda i raccordi altimetrici.

N.	Progr. [m]	Quota [m]	Δ Pk [m]	Δ Pk netta [m]	i [%]	Dislivello [m]	Lungh. inclinata [m]	Lungh. inclinata netta [m]	Verifica	Note
(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)
1	0.000	47.450	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
2	191.570	49.046	191.570	73.151	0.833	1.596	191.576	73.154	SI	
3	588.328	47.654	396.759	218.645	-0.351	-1.392	396.761	218.646	SI	
4	957.193	61.040	368.865	79.538	3.629	13.386	369.108	79.590	SI	
5	1362.915	45.217	405.722	102.090	-3.900	-15.823	406.030	102.168	SI	
6	1892.000	44.159	529.09	433.459	-0.200	-1.060	529.085	433.545	SI	
7	2163.440	44.203	271.44	249.814	0.020	0.04	271.440	249.814	SI	

Tabella 5-2: verifica caratteristiche altimetriche strada Lungosavena III lotto – vertici e livellette.

N.	Tipo	Raggio osculat. [m]	Δ i [%]	Sviluppo [m]	Progr. Iniziale [m]	Progr. finale [m]	Δ Pk raccordo [m]	Vp km/h]	Raggio minimo [m]	Verifica	Note
(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)
1	PARABOLICO CONVESSO	20000.000	-1.184	236.839	73.151	309.988	236.837	80.000	823.045	SI	
2	PARABOLICO CONCAVO	3000.000	3.980	119.415	528.633	648.024	119.391	80.000	2601.392	SI	
3	PARABOLICO CONVESSO	6100.000	-7.529	459.372	727.562	1186.825	459.263	80.000	3349.840	SI	
4	PARABOLICO CONCAVO	4000.000	3.700	148.040	1288.915	1436.915	148.000	80.000	2564.857	SI	
5	PARABOLICO CONCAVO	20000.000	0.216	43.252	1870.374	1913.626	43.252	38.920	194.798	SI	

Tabella 5-3: verifica caratteristiche altimetriche Lungosavena III lotto – raccordi verticali.

5.1.4 Distanze di visibilità per l'arresto

La verifica di rispondenza alla norma DM 5.11.01 ha considerato anche gli aspetti correlati alle prestazioni dell'infrastruttura. In particolare, è stata analizzata la visibilità per l'arresto connessa all'andamento piano-altimetrico del tracciato stradale e agli allargamenti progettuali previsti.

Per gli assi in oggetto la distanza di visibilità per l'arresto risulta sempre garantita grazie all'inserimento dei seguenti allargamenti:

- Allargamento massimo della banchina esterna pari a 2,30 m dalla progressiva 0+105 alla progressiva 0+270 (Carreggiata Sud).

- Allargamento massimo della banchina interna pari a 1,20 m dalla progressiva 0+930 alla progressiva 1+535 (Carreggiata Sud).
- Allargamento massimo della banchina interna pari a 0,40 m dalla progressiva 0+105 alla progressiva 0+270 (Carreggiata Nord).
- Allargamento massimo della banchina interna pari a 0,50 m dalla progressiva 0+400 alla progressiva 0+665 (Carreggiata Nord).
- Allargamento massimo della banchina esterna pari a 0,80 m dalla progressiva 0+930 alla progressiva 1+535 (Carreggiata Nord).
- Allargamento massimo della banchina interna pari a 1,40 m dalla progressiva 1+820 alla progressiva 2+020 (Carreggiata Nord).

Per le verifiche di visibilità dell'asse principale si rimanda agli specifici elaborati grafici denominati "diagramma di velocità e visibilità".

5.1.5 Caratteristiche geometriche delle intersezioni a rotatoria

L'asse stradale in progetto ha inizio e conclusione su due rotatorie esistenti, a sud la rotatoria Giovanni Sabadino degli Arienti e a nord la rotatoria di via dell'industria. Entrambe le rotatorie presentano un diametro maggiore di 50m. Per esigenze funzionali, sulla prima rotatoria, secondo quanto indicato nel DM2006 per rotatorie con diametro maggiore a 50m, è prevista una sistemazione con il principio dei tronchi di scambio. Per la seconda rotatoria, ad eccezione del nuovo ramo di innesto, non sono previsti interventi.

Nella tabella seguente si riportano i parametri geometrici maggiormente significativi per la progettazione delle intersezioni a rotatoria, ovvero:

- Raggi Re_1 ed Re_2 dei rami in ingresso; i valori si riferiscono ai cigli che delimitano la corsia, tra parentesi sono indicati i raggi del ciglio pavimentato.
- Raggi Ra_1 e Ra_2 dei rami in uscita; i valori si riferiscono ai cigli che delimitano la corsia, tra parentesi sono indicati i raggi del ciglio pavimentato.
- Angoli di deviazione β per la manovra di attraversamento.

Gli angoli di deviazione β per la manovra di attraversamento del nodo risultano sempre superiori al valore minimo raccomandato indicato dalla normativa, pari a 45° . Per la determinazione di tale parametro sono state considerate le traiettorie che percorrono bracci non consecutivi formanti tra di loro un angolo non inferiore a 180° .

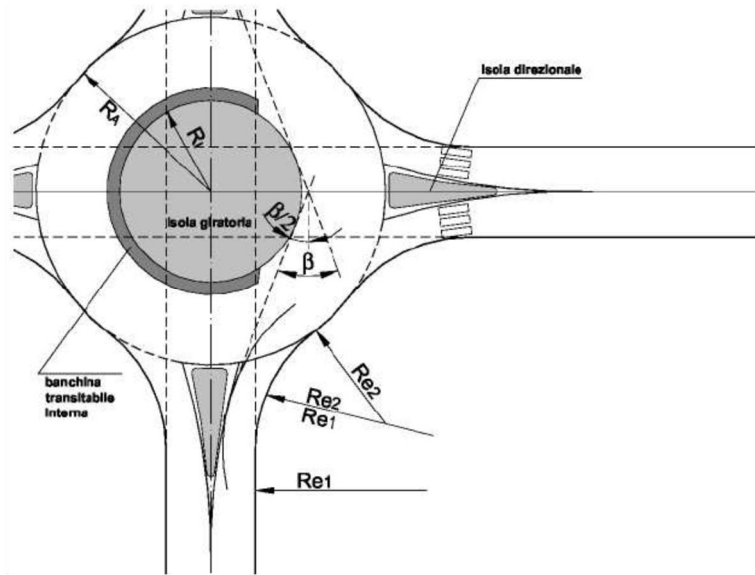


Figura 5-9: elementi geometrici delle intersezioni a rotatoria.

Rotatoria	Diametro e bracci		Angoli di deviazione		Raggi di entrata		Raggi di uscita	
	Diametro esterno [m]	Asse	Manovra di attraversamento	Angolo di deviazione β [°]	Re1(m)	Re2(m)	Ra1(m)	Ra2(m)
Rotatoria Via dell'Industria	104	1: Lungosavena III lotto	1 -> 3	74.3	96 (95)	14,75 (19)	17,71 (19)	77 (76)
		2: Via del Lavoro (esistente)	2 -> 4	Esist.	Esist.	Esist.	Esist.	Esist.
		3: Lungosavena II lotto (esistente)	3 -> 1	74	Esist.	Esist.	Esist.	Esist.
		4: Via dell'Industria (esistente)	4 -> 2	Esist.	Esist.	Esist.	Esist.	Esist.

Tabella 5-4: riepilogo degli elementi geometrici dei rami di intersezione a rotatoria in progetto.

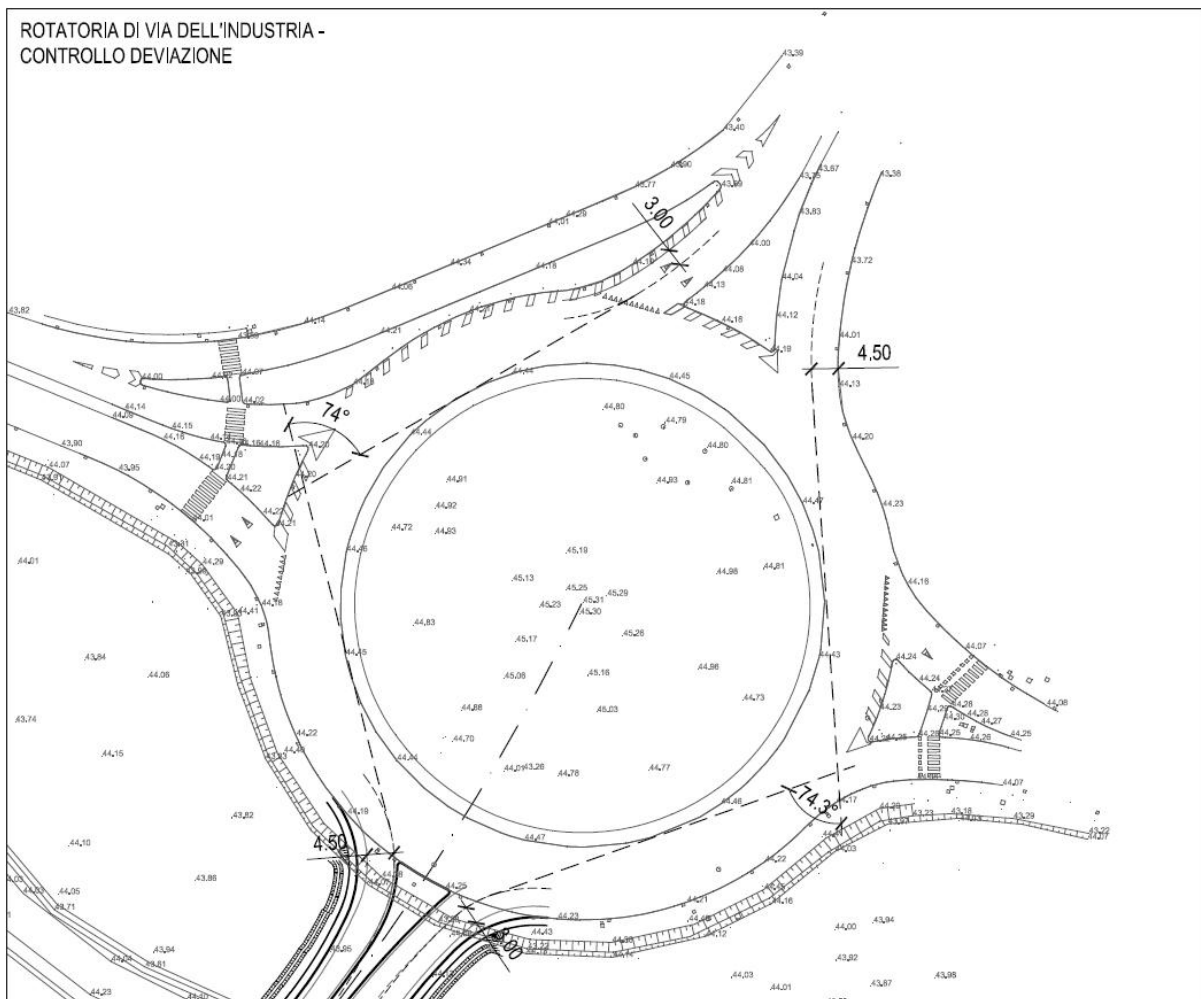


Figura 5-10: angoli di deviazione rotatoria di Via dell'Industria.

5.1.6 Analisi di visibilità delle intersezioni a rotatoria

• Rotatoria via dell'Industria

L'analisi della visibilità relativa agli accessi alla rotatoria è stata sviluppata per fornire indicazioni progettuali sulle aree da mantenere libere da ostacoli al margine della rotatoria stessa o nelle isole centrali. Detta verifica è stata effettuata secondo il criterio progettuale di garantire visibilità in sinistra, per un veicolo in ingresso alla rotatoria (alla distanza di 15 m dalla linea di arresto), di una porzione di corona giratoria pari ad un quarto dell'intero sviluppo del raccordo a rotatoria.

Nella corona giratoria è stato comunque previsto di lasciare libera da ostacoli una fascia di larghezza pari a 2.50 m.

Il risultato è rappresentato nella figura riportate di seguito in cui sono rappresentate le superfici nelle quali non devono essere previsti ostacoli di altezza superiore ad 1,0 m e larghezza superiore a 0.8 m.

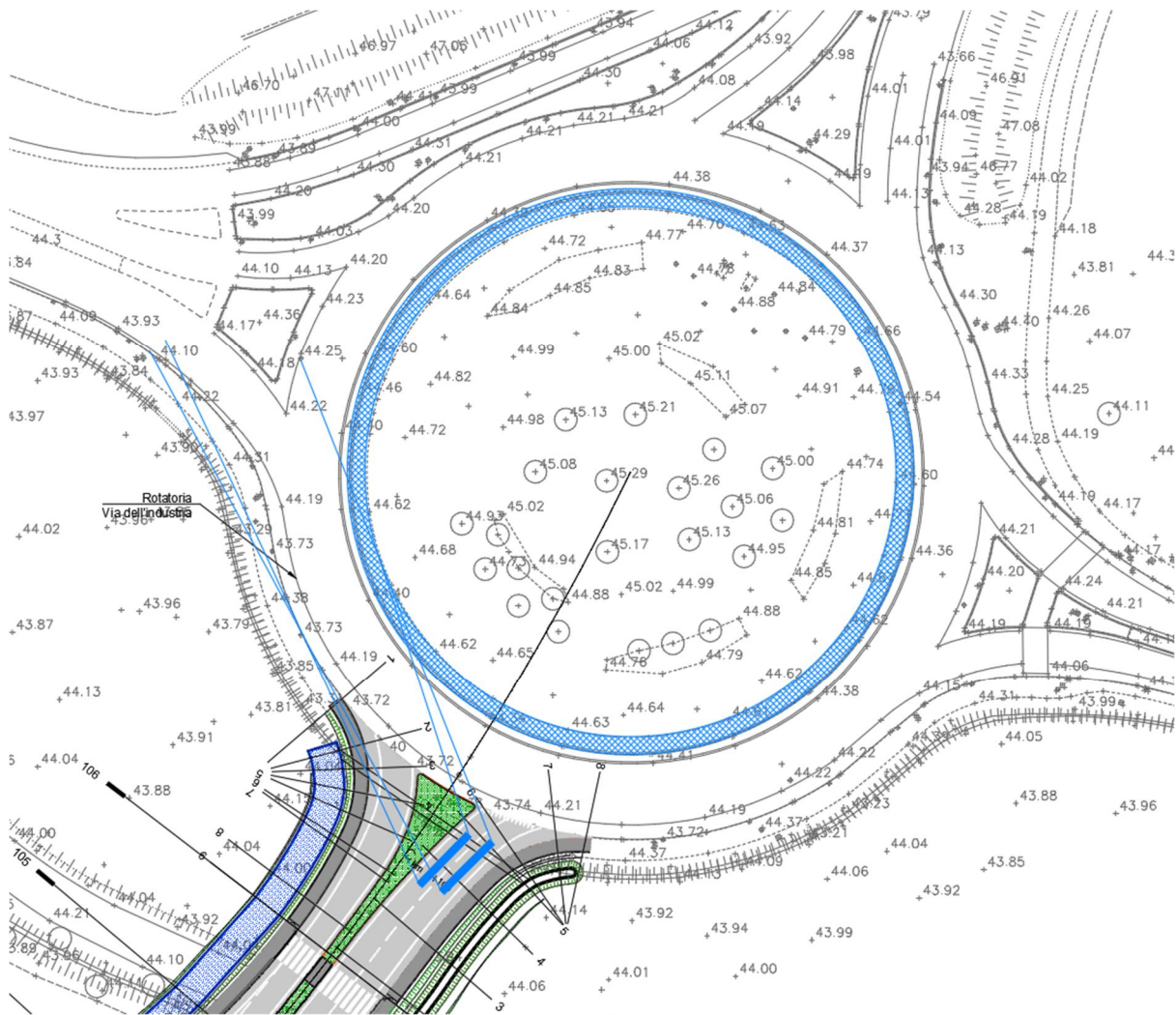


Figura 5-11: angoli di visibilità rotatoria di Via dell'Industria.

• **Adeguamento della rotatoria Giovanni Sabadino degli Arienti**

La rotatoria Giovanni Sabadino degli Arienti, che rappresenta il punto di inizio del nuovo asse stradale e la cui realizzazione è di gran lunga antecedente all'emissione del D.M. 19/04/2006: "*Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali*" presenta caratteristiche geometriche tali (diametro sul ciglio 145m) da essere considerata uno svincolo a circolazione rotatoria a tronchi di scambio e non una rotatoria ai sensi del suddetto DM.

Partendo da questa constatazione, le modifiche introdotte in progetto hanno lo scopo di rendere l'opera funzionale ai nuovi flussi di traffico conseguenti all'apertura del tratto funzionale adottando le geometrie tipiche dei tronchi di scambio.

Dal punto di vista progettuale sono stati verificati gli ingombri di svolta dei veicoli rispetto alla nuova configurazione delle isole di traffico così come rappresentato nell'immagine seguente.

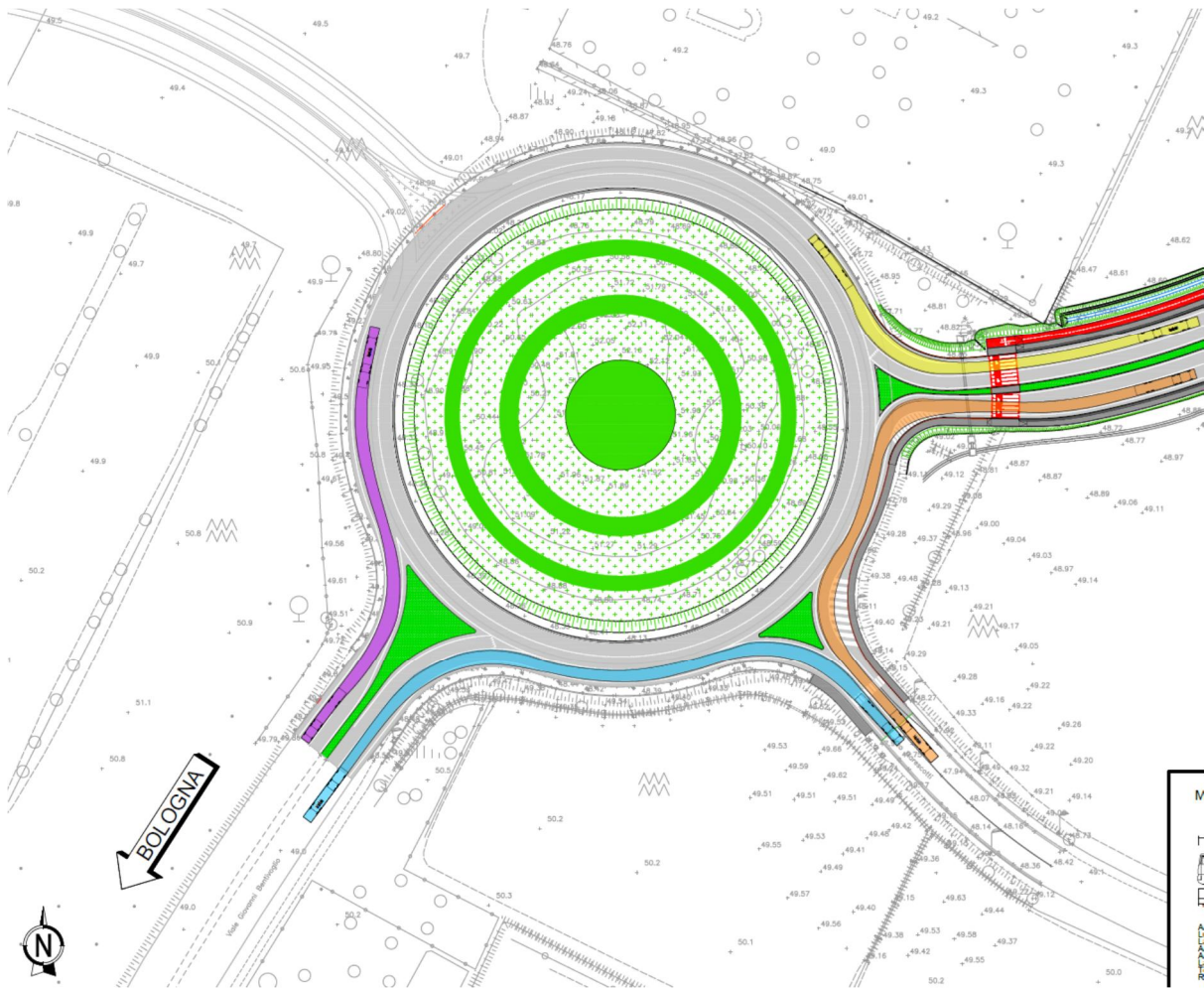
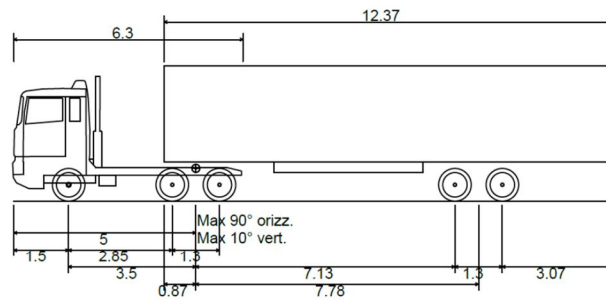


Figura 5-12: Rotatoria Giovanni Sabadino degli Arienti – Verifica ingombri di svolta



Autoarticolato	
Lunghezza complessiva	16.500m
Larghezza complessiva	2.550m
Altezza complessiva scocca	3.713m
Altezza minima da terra scocca	0.341m
Larghezza traccia	2.550m
Tempo sterzata completa	4.00 s
Raggio di sterzata da muro a muro	12.500m

Figura 5-13: Rotatoria Giovanni Sabadino degli Arienti – Dettaglio del mezzo utilizzato per le simulazioni di svolta

Inoltre, al fine di garantire la visibilità nell'anello della rotatoria riferite alla manovra di scambio di corsia, il progetto prevede la riprofilatura dell'isola centrale così come da sezione tipica sotto riportata.

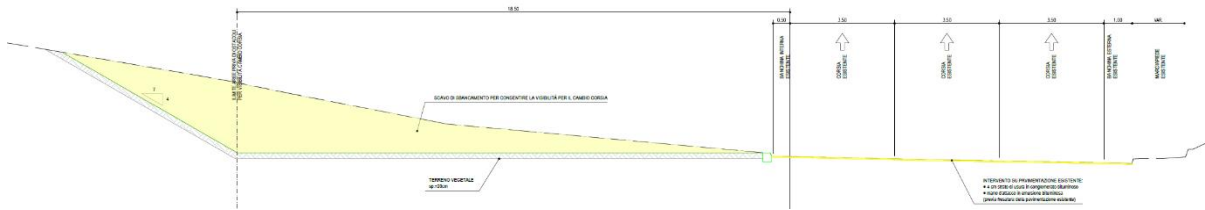


Figura 5-14: sezione tipica adeguamento rotonda Giovanni Sabadino degli Arienti

Le verifiche di visibilità riferite all'anello della rotonda riferite alla manovra di scambio di corsia nella nuova configurazione sono riportate nell'immagine sottostante.

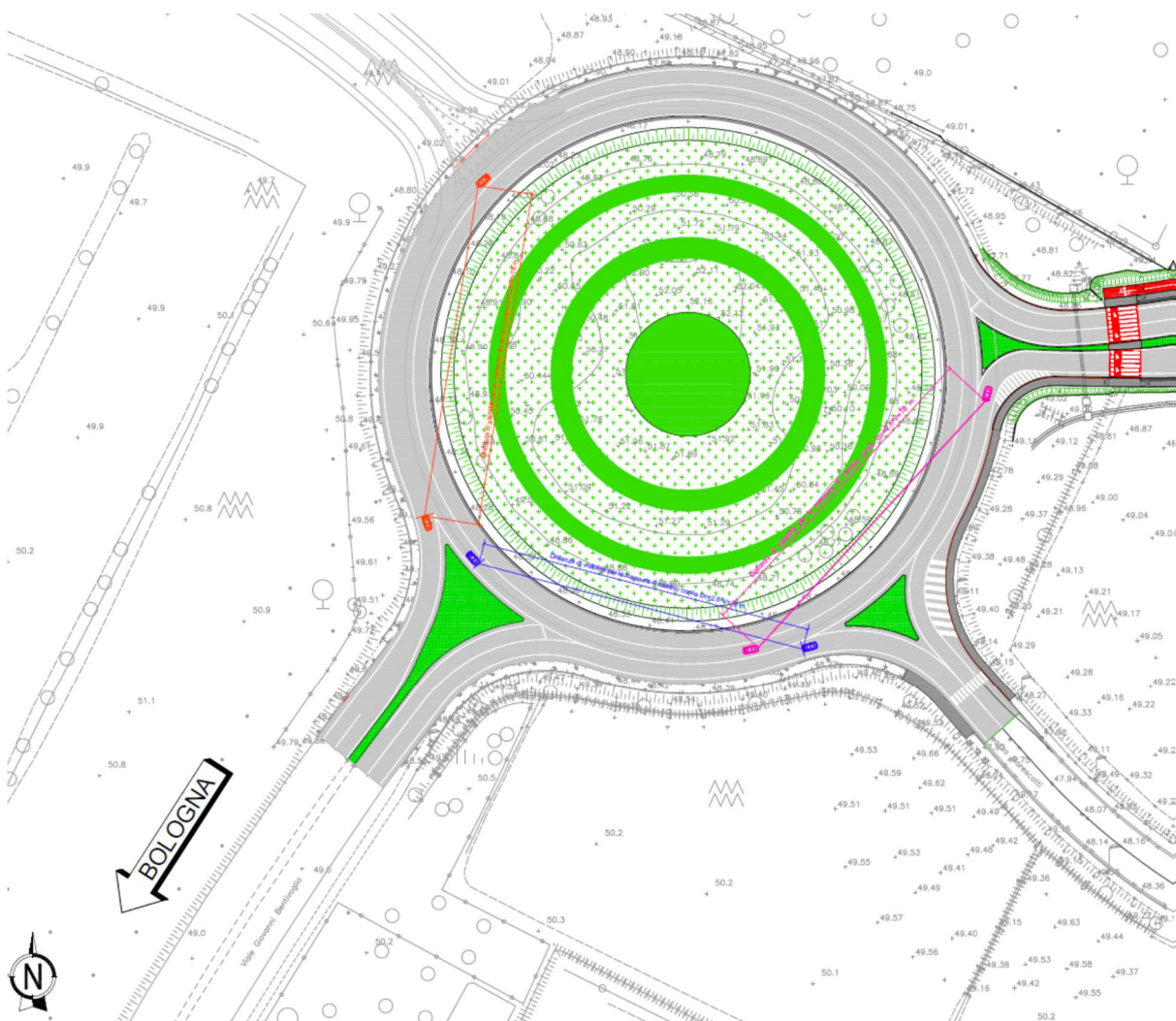


Figura 5-15: Verifiche di visibilità per il cambio di corsia rotonda Giovanni Sabadino degli Arienti

In accordo a quanto previsto nel D.M. 5 novembre 2001 - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" all'interno del capitolo 5.1.4, la distanza di visibilità per la manovra di cambiamento di corsia è stata valutata con la seguente espressione:

$$Dc = 2.6 V$$

considerando una velocità di percorrenza della rotatoria pari a 30 km/h ottenendo una distanza di visibilità pari a 78 m.

5.2 VIABILITA' DI RICUCITURA

5.2.1 Descrizione

Il progetto prevede la realizzazione di 4 viabilità di ricucitura come da elenco seguente:

- 1) VL001 Collegamento all'abitazione di Vicolo dei Prati;
- 2) VL002 Viabilità di ricucitura per soppressione passaggio a livello privato n°12 della ferrovia Bologna – Portomaggiore;
- 3) VL003 Viabilità di ricucitura per soppressione passaggio a livello n°13 (Via Fratelli Bandiera) della ferrovia Bologna – Portomaggiore;
- 4) VL004 Collegamento all'abitazioni di Via Santa Caterina.

Tutte inquadrate come strade a destinazione particolare non ricadenti nell'applicabilità del DM05/11/2001 in quanto percorse da soli veicoli accedenti alle proprietà private o ai terreni agricoli.

La viabilità VL0001 trova origine nel fatto che l'asse principale interrompe vicolo dei Prati lasciando isolato il civico 1. Per ripristinare l'accesso è prevista la realizzazione di un nuovo accesso da Via Properia de' Rossi, ad est della nuova viabilità.

La viabilità VL002 è conseguente alla richiesta di FER Ferrovie Emilia-Romagna di procedere alla soppressione del PLP n° 12 che tramite una strada privata partente da via Mattei dava accesso ad un ex casello ferroviario e ad una antenna per telecomunicazioni. Il nuovo tracciato, partendo da Via Fratelli Bandiera ricalca il percorso di alcune carraie così da non interrompere la continuità degli attuali campi agricoli.

La viabilità VL003 è conseguente alla richiesta di FER Ferrovie Emilia-Romagna di procedere alla soppressione del PL n° 13 di via Fratelli Bandiera. Il nuovo tracciato, partendo da Via Perderzana ricalca la sede dismessa di via Alberoni per poi affiancarsi alla Lungo Savena III lotto fino a raggiungere via Fratelli Bandiera. Il progetto comprende anche la pavimentazione di via Fratelli Bandiera fino all'innesto con la VL002.

La viabilità VL004 ricollega il piccolo nucleo abitativo (indicato come S. Caterina) attualmente accessibile da sud per mezzo di via Fratelli Bandiera. Tale viabilità locale sarà interrotta dalla infrastruttura in progetto, si prevede quindi l'adeguamento, tramite risezionamento e pavimentazione, di un accesso secondario attualmente esistente su Via Seragnoli, ad ovest.

5.2.2 Sezioni tipiche

Le sezioni tipiche delle viabilità di ricucitura prevedono una piattaforma di 4m di larghezza complessiva. Il margine esterno è costituito da un arginello di larghezza pari a 0,50 m, raccordato alla scarpata con un arco di cerchio di tangente 0,50 m. A margine viabilità è prevista l'installazione di un cordolo con mostra 15 cm.

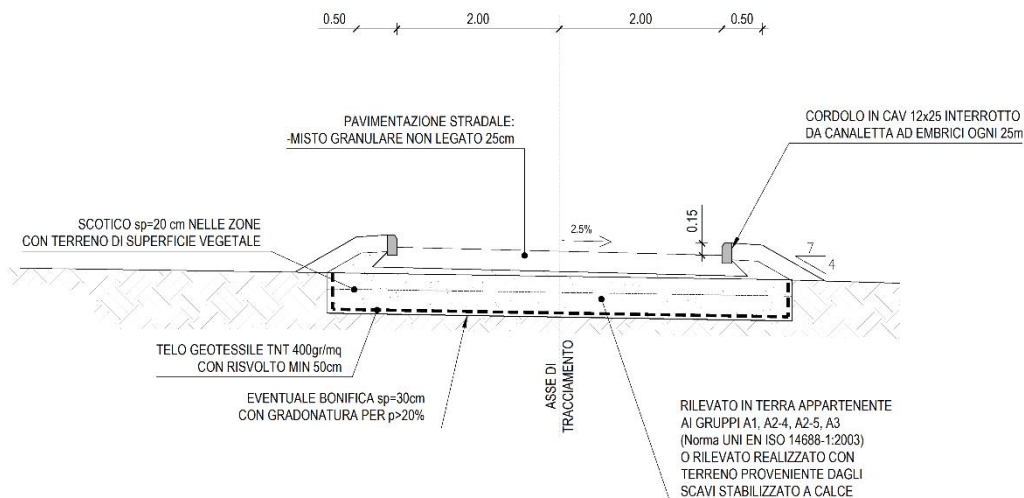


Figura 5-16: sezione tipica viabilità di ricucitura

5.2.3 Andamento plano-altimetrico di progetto

La viabilità di ricucitura si configurano come strada a destinazione particolare e per essa il D.M. 05/11/2001 è assunto come riferimento normativo non cogente. Di seguito si riportano le caratteristiche di tracciato di ciascuna viabilità.

Nelle tabelle seguenti sono sintetizzati gli elementi planimetrici ed altimetrici che compongono l'asse di progetto VL001 "Collegamento vicolo dei Prati".

Elem.	Progr. iniz. [m]	Progr. fin. [m]	Lungh. [m]	Tipo elem.	Parametro	Raggio iniz. [m]	Raggio fin. [m]	Vs	Pt dx [%]	Pt sx [%]	Vp	Ver.	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	0,000	62,499	62,499	RETTIFILO	0,000	0,000	0,000		- 2,500	- 2,500	32,390	NO	
2	62,499	98,780	36,281	ARCO	0,000	50,000	50,000	Dx	- 2,500	- 2,500	41,220	NO	
3	98,780	101,186	2,406	RETTIFILO	0,000	0,000	0,000		- 2,500	- 2,500	1,540	NO	

Tabella 5-5: verifica caratteristiche planimetriche collegamento vicolo dei Prati.

N.	Progr. [m]	Quota [m]	Δ Pk [m]	Δ Pk netta [m]	i [%]	Dislivello [m]	Lungh. inclinata [m]	Lungh. inclinata netta [m]	Verifica	Note
(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)
0	0,000	48,124	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	
1	101,186	48,012	101,186	101,186	-0,111	-0,112	101,186	101,186	SI	

Tabella 5-6: verifica caratteristiche altimetriche collegamento vicolo dei Prati – vertici e livellette.

Nelle tabelle seguenti sono sintetizzati gli elementi planimetrici ed altimetrici che compongono l'asse di progetto VL002 Viabilità di ricucitura per soppressione passaggio a livello privato n°12 della ferrovia Bologna – Portomaggiore "".

Elem.	Progr. iniz. [m]	Progr. fin. [m]	Lungh. [m]	Tipo elem.	Parametro	Raggio iniz. [m]	Raggio fin. [m]	Vs	Pt dx [%]	Pt sx [%]	Vp	Ver.	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	0,000	111,030	111,030	RETTIFILO	-	0,000	0,000		-2,500	2,500	30,000	OK	
2	111,030	262,531	151,501	ARCO	-	502,000	502,000	Sx	-2,500	2,500	30,000	NO	
3	262,531	344,573	82,042	ARCO	-	52,000	52,000	Sx	-2,500	2,500	30,000	NO	
4	344,573	461,442	116,869	RETTIFILO	-	0,000	0,000		-2,500	2,500	30,000	NO	

Tabella 5-7: verifica caratteristiche planimetriche viabilità VL002.

N.	Progr. [m]	Quota [m]	Δ Pk [m]	Δ Pk netta [m]	i [%]	Dislivello [m]	Lungh. inclinata [m]	Lungh. inclinata netta [m]	Verifica	Note
(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)
1	0,000	45,096	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	OK	
2	7,210	44,920	7,210	2,400	-2,433	-0,175	7,212	2,401	OK	
3	123,150	44,330	115,940	105,730	-0,509	-0,590	115,941	105,732	OK	
4	416,174	44,947	293,024	282,734	0,211	0,617	293,025	282,735	OK	
5	461,440	45,633	45,266	40,375	1,515	0,686	45,271	40,380	OK	

Tabella 5-8: verifica caratteristiche altimetriche viabilità VL002

Nelle tabelle seguenti sono sintetizzati gli elementi planimetrici ed altimetrici che compongono l'asse di progetto VL003 - Viabilità di ricucitura per soppressione passaggio a livello n°13 (Via Fratelli Bandiera) della ferrovia Bologna – Portomaggiore".

Elem.	Progr. iniz. [m]	Progr. fin. [m]	Lungh. [m]	Tipo elem.	Parametro	Raggio iniz. [m]	Raggio fin. [m]	Vs	Pt dx [%]	Pt sx [%]	Vp	Ver.	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	0,000	206,018	206,018	RETTIFILO	-	0,000	0,000		-2,500	2,500	30,000	NO	
2	206,018	262,874	56,856	ARCO	-	45,000	45,000	Sx	-2,500	2,500	30,000	NO	
3	262,874	438,719	175,846	ARCO	-	402,500	402,500	Dx	-2,500	2,500	30,000	NO	
4	438,719	621,283	182,564	RETTIFILO	-	0,000	0,000		-2,500	2,500	30,000	NO	
5	621,283	662,251	40,968	ARCO	-	45,000	45,000	Sx	-2,500	2,500	30,000	NO	
6	662,251	802,006	139,755	RETTIFILO	-	0,000	0,000		-2,500	2,500	30,000	NO	
7	802,006	803,879	1,873	ARCO	-	150,000	150,000	Sx	-2,500	2,500	30,000	NO	
8	803,879	864,862	60,983	RETTIFILO	-	0,000	0,000		-2,500	2,500	30,000	OK	
9	864,862	876,100	11,238	ARCO	-	77,000	77,000	Dx	-2,500	2,500	30,000	NO	
10	876,100	902,318	26,217	RETTIFILO	-	0,000	0,000		-2,500	2,500	30,000	NO	
11	902,318	906,945	4,627	ARCO	-	77,000	77,000	Dx	-2,500	2,500	30,000	NO	

12	906,945	958,868	51,923	RETTIFILO	-	0,000	0,000		-2,500	2,500	30,000	OK	
----	---------	---------	--------	-----------	---	-------	-------	--	--------	-------	--------	----	--

Tabella 5-9: verifica caratteristiche planimetriche viabilità VL003.

N.	Progr. [m]	Quota [m]	Δ Pk [m]	Δ Pk netta [m]	i [%]	Dislivello [m]	Lungh. inclinata [m]	Lungh. inclinata netta [m]	Verifica	Note
(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)
1	0,000	44,621	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	OK	
2	6,203	44,668	6,203	1,404	0,753	0,047	6,203	1,404	OK	
3	27,950	44,414	21,747	10,949	-1,166	-0,254	21,749	10,950	OK	
4	101,795	44,143	73,845	62,000	-0,367	-0,271	73,846	62,000	OK	
5	244,997	44,288	143,202	132,249	0,101	0,145	143,202	132,249	OK	
6	393,022	43,833	148,025	140,484	-0,307	-0,455	148,026	140,485	OK	
7	438,523	43,605	45,501	37,090	-0,502	-0,228	45,502	37,091	OK	
8	470,035	44,200	31,511	21,095	1,888	0,595	31,517	21,098	OK	
9	666,697	44,420	196,663	188,764	0,112	0,220	196,663	188,764	OK	
10	921,716	44,940	255,018	247,815	0,204	0,520	255,019	247,816	OK	
11	958,868	45,294	37,153	33,408	0,953	0,354	37,154	33,410	OK	

Tabella 5-10: verifica caratteristiche altimetriche viabilità VL003

Nelle tabelle seguenti sono sintetizzati gli elementi planimetrici ed altimetrici che compongono l'asse di progetto VL004 "Collegamento S. Caterina".

Elem.	Progr. iniz. [m]	Progr. fin. [m]	Lungh. [m]	Tipo elem.	Parametro	Raggio iniz. [m]	Raggio fin. [m]	Vs	Pt dx [%]	Pt sx [%]	Vp	Ver.	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	0,000	0,965	0,965	RETTIFILO	-	-	-		-2,500	2,500	30,293	NO	
2	0,965	15,334	14,369	ARCO	-	50,000	50,000	Dx	-2,500	2,500	41,220	NO	
3	15,334	64,140	48,806	RETTIFILO	-	-	-		-2,500	2,500	38,247	SI	
4	64,140	81,282	17,142	ARCO	-	100,000	100,000	Dx	-2,500	2,500	55,170	NO	
5	81,282	97,686	16,404	RETTIFILO	-	-	-		-2,500	2,500	8,893	NO	

Tabella 5-11: verifica caratteristiche planimetriche collegamento zona S. Caterina.

N.	Progr. [m]	Quota [m]	Δ Pk [m]	Δ Pk netta [m]	i [%]	Dislivello [m]	Lungh. inclinata [m]	Lungh. inclinata netta [m]	Verifica	Note
(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)

0	0,000	44,215	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	
1	97,686	44,278	97,686	97,686	0,064	0,062	97,686	97,686	Si	

Tabella 5-12: verifica caratteristiche altimetriche collegamento zona S. Caterina – vertici e livellette.

5.2.4 Analisi di visibilità dell'intersezione a T tra il collegamento all'abitazione di Vicolo dei Prati e Via Properzia de' Rossi

Le verifiche dei campi di visibilità in corrispondenza dell'intersezione a T tra il collegamento all'abitazione di Vicolo dei Prati e Via Properzia de' Rossi sono condotte in accordo con le indicazioni di cui al § 4.6 del DM 19/04/2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali".

Essendo consentita dalla strada in progetto la sola svolta a destra, l'unico campo di visibilità da verificare è quello in direzione est, rappresentato in figura seguente. Il lato maggiore del triangolo di visibilità è commisurato alla velocità di progetto sull'asse principale nella zona di intersezione, assunta convenzionalmente pari a 50 km/h e ad un tempo di manovra pari a 6 s, essendo l'intersezione regolata da stop:

$$D = v \times t = \frac{50}{3,6} \text{ m/s} \times 6 \text{ s} = 83,33 \text{ m}$$

Il lato minore del triangolo di visibilità è invece pari a 3 m.

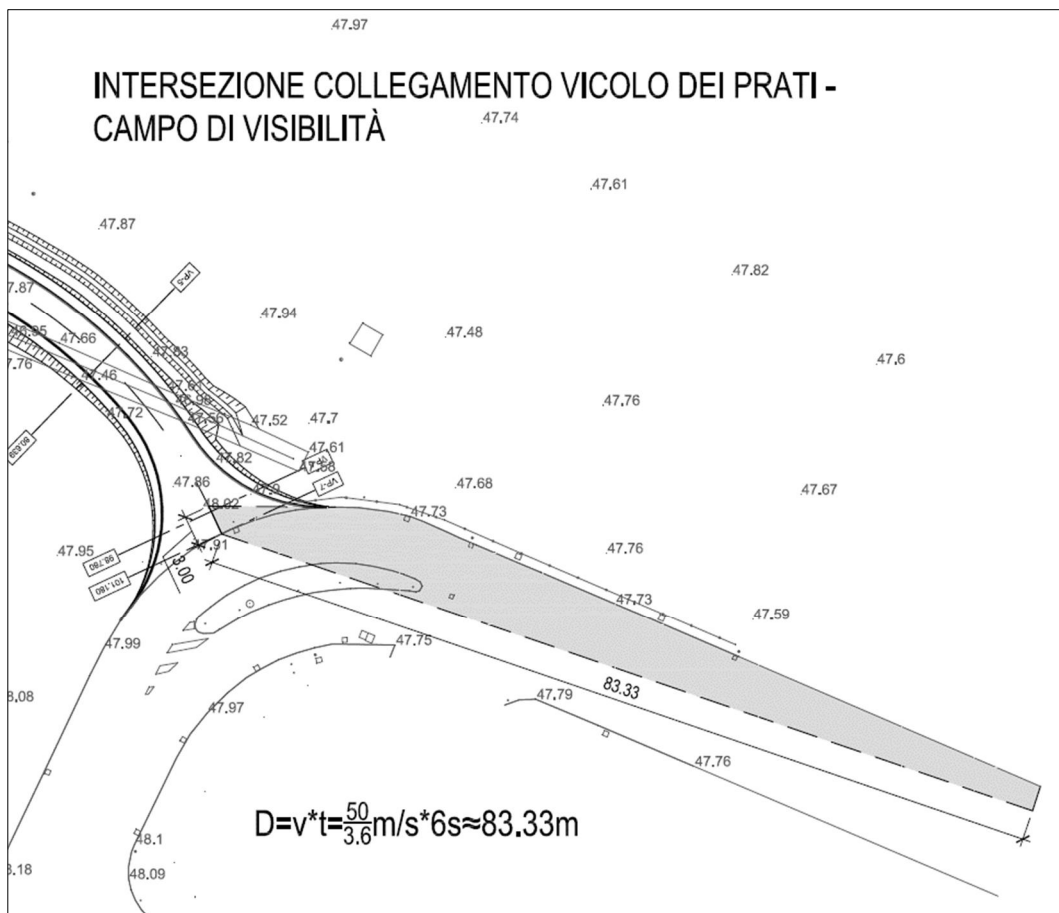


Figura 5-17: campo di visibilità per l'intersezione tra il collegamento all'abitazione di Vicolo dei Prati e Via Properzia de' Rossi.

L'area così determinata risulta effettivamente libera da ostacoli aventi massima dimensione planimetrica superiore a 0,80 m.

5.2.5 Analisi di visibilità dell'intersezione a T tra la viabilità di ricucitura PL 13 e Via Pederzana

Le verifiche dei campi di visibilità in corrispondenza dell'intersezione a T tra la viabilità di ricucitura PL 13 e Via Pederzana sono condotte in accordo con le indicazioni di cui al § 4.6 del DM 19/04/2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali".

Essendo consentita la svolta su via Pederzana in entrambe le direzioni, sono stati disegnati i triangoli di visibilità in entrambe le direzioni così come rappresentato in figura seguente. Il lato maggiore del triangolo di visibilità è commisurato alla velocità di progetto sull'asse principale nella zona di intersezione, assunta convenzionalmente pari a 50 km/h e ad un tempo di manovra pari a 6 s, essendo l'intersezione regolata da stop:

$$D = v \times t = \frac{50}{3,6} m/s \times 6s = 83,33m$$

Il lato minore del triangolo di visibilità è invece pari a 3 m.



Figura 5-18: campo di visibilità per l'intersezione tra la VL003 e via Pederzana.

L'area così determinata risulta effettivamente libera da ostacoli aventi massima dimensione planimetrica superiore a 0,80 m.

5.3 ITINERARIO CICLABILE

5.3.1 Tratto lungo Via del Bargello – Adeguamento Via del Bargello

5.3.1.1 Descrizione

5.3.1.2 Sezioni tipo

Per l'intera estensione del tratto di via del Bargello oggetto di adeguamento, si prevede la sezione rappresentata in figura seguente. La carreggiata stradale è ampliata alla sagoma propria della categoria E (urbana di quartiere), con banchine da 0,5 m e corsie ampliate a 3,5 m per poter essere percorse da autobus e mezzi pesanti. Sul lato sud, a sinistra nel senso delle progressive crescenti, è ricavata una pista ciclopedonale in sede propria, separata dalla carreggiata per mezzo di spartitraffico invalicabile da 0,7 m. Nel tratto iniziale, la pista ha larghezza variabile da un minimo di 2,5 m ad un massimo di 4,9 m, poiché si sviluppa tra il limite dell'asse stradale di progetto ed i limiti di proprietà, andando in battuta contro le recinzioni esistenti. Nel tratto finale, si prevede invece un esproprio lato sud e la pista ha larghezza costante di 2,5 m ed è delimitata esternamente da un cordolo.

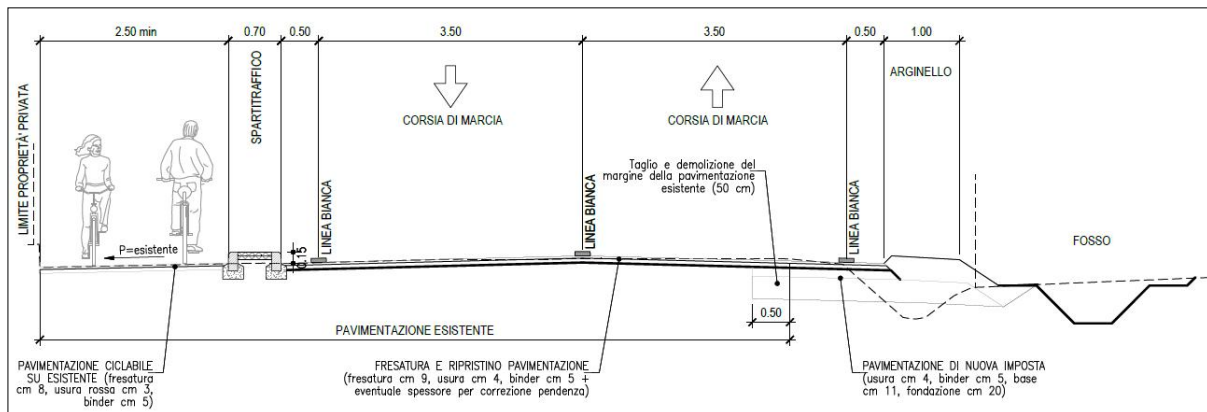


Figura 5-19: sezione tipica dell'adeguamento di via del Bargello.

In corrispondenza della pavimentazione esistente, sono previsti la fresatura di 9 cm ed il successivo ripristino di binder (5 cm) ed usura (4 cm) con correzione della pendenza trasversale. Nel tratto in ampliamento si prevede invece l'intero pacchetto di pavimentazione, costituito da 4 cm di usura, 5 di binder, 11 di base e 20 di fondazione in stabilizzato granulometrico. Per la pista ciclabile si prevede la fresatura di 8 cm ed il successivo ripristino con binder (5 cm) ed usura rossa (3 cm), mentre nei tratti in ampliamento lato sud si prevede l'intero pacchetto, che oltre ai suddetti strati superficiali prevede anche una fondazione da 20 cm in stabilizzato granulometrico.

5.3.1.3 Andamento plano-altimetrico di progetto e verifiche di rispondenza ad DM 6792 del 05.11.2001 ed al D.M. 19/04/2006

La sistemazione di Via del Bargello conseguente all'inserimento della pista ciclabile si configura come l'adeguamento di una strada esistente e per essa il D.M. 05/11/2001 è assunto come riferimento normativo non cogente. Di seguito si riportano le caratteristiche del tracciato.

Nella tabella seguente sono sintetizzati gli elementi planimetrici che compongono l'asse di progetto "Via del Bargello".

Elem.	Progr. iniz. [m]	Progr. fin. [m]	Lungh. [m]	Tipo elem.	Parametro	Raggio iniz. [m]	Raggio fin. [m]	Vs	Pt dx [%]	Pt sx [%]	Vp	Ver.	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	0,000	103,962	103,962	RETTIFILO	0,000	0,000	0,000		-2,50	-2,50	60,000	OK	

2	103,962	202,885	98,924	ARCO	0,000	1150,000	1150,000	Sx	-2,50	-2,50	60,000	OK	
3	202,885	282,111	79,226	ARCO	0,000	1150,000	1150,000	Dx	-2,50	-2,50	60,000	OK	
4	282,111	391,024	108,913	RETTIFILO	0,000	0,000	0,000		-2,50	-2,50	60,000	OK	
5	391,024	457,033	66,009	ARCO	0,000	6000,000	6000,000	Dx	-2,50	-2,50	60,000	OK	
6	457,033	492,594	35,561	RETTIFILO	0,000	0,000	0,000		-2,50	-2,50	60,000	NO	

Tabella 5-13: verifica caratteristiche planimetriche Via del Bargo.

Come si può evincere dalla tabella, l'unico elemento del tracciato planimetrico a non verificare le prescrizioni normative è il rettillo finale. Si tratta, però, di un elemento fittizio di raccordo con la viabilità esistente.

Per quanto riguarda le curve, si è adottato un raggio di curvatura di ampiezza tale da consentire il mantenimento della conformazione della carreggiata a due falde con pendenza del 2.5 %, in accordo alle prescrizioni del D.M. 05/11/2001. Considerando che si tratta dell'adeguamento di un'infrastruttura esistente ed in forza dell'ampiezza dei raggi di curvatura, che rendono le curve assimilabili a rettili, sono omesse le curve di transizione.

Nella tabella seguente sono sintetizzati gli elementi del tracciato altimetrico.

N.	Progr. [m]	Quota [m]	Δ Pk [m]	Δ Pk netta [m]	i [%]	Dislivello [m]	Lungh. inclinata [m]	Lungh. inclinata netta [m]	Verifica	Note
(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)
0	0,000	42,837	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	
1	10,815	42,982	10,815	7,313	1,338	0,145	10,816	7,314	SI	
2	94,188	42,929	83,372	78,669	-0,063	-0,052	83,372	78,669	SI	
3	146,041	42,834	51,853	48,241	-0,183	-0,095	51,853	48,241	SI	
4	207,979	42,870	61,939	54,102	0,058	0,036	61,939	54,102	SI	
5	295,876	42,444	87,897	78,812	-0,485	-0,426	87,898	78,813	SI	
6	343,574	42,387	47,698	41,640	-0,119	-0,057	47,698	41,640	SI	
7	405,897	42,164	62,322	44,601	-0,359	-0,224	62,323	44,601	SI	
8	477,622	42,053	71,726	55,467	-0,154	-0,111	71,726	55,467	SI	
9	492,594	42,016	14,972	14,036	-0,248	-0,037	14,972	14,036	SI	

Tabella 5-14: verifica caratteristiche altimetriche Via del Bargo.

5.3.1.4 Distanze di visibilità per l'arresto

Grazie all'andamento planimetrico pseudo-rettilineo, la distanza di visuale libera è in ogni punto del tracciato superiore alla distanza di visibilità per l'arresto alla velocità di progetto di 60 km/h.

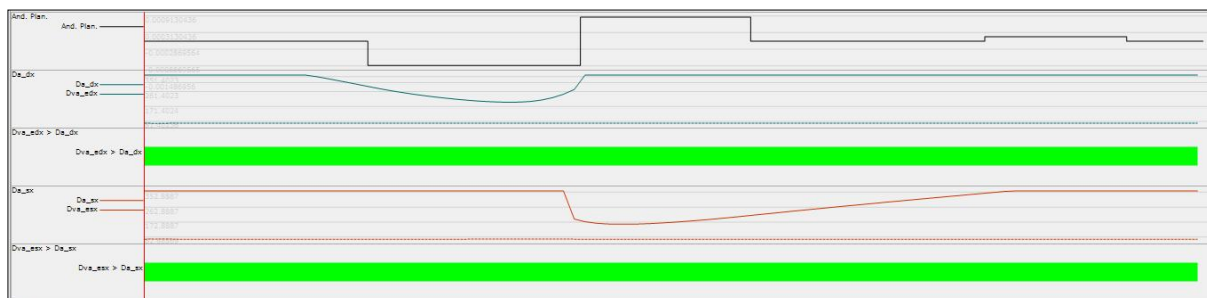


Figura 5-20: diagramma di visibilità.