

Variante S.S.1 Aurelia – Variante in Comune di Massa 1°Lotto (Canal Magro – Stazione).

PROGETTO DEFINITIVO

cod. F1397

PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:

RAGGRUPPAMENTO



MATILDI+PARTNERS

TEMPORANEO PROGETTISTI

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI
SPECIALISTICHE:

Ing. Andrea Renzo – TECHNITAL
Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A2413

IL PROGETTISTA:

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:
COORDINAMENTO PROGETTAZIONE, PROGETTAZIONE STRADALE,
GEOTECNICA ED OPERE STRUTTURALI:
Ing. Marcello Mancone – POLITECNICA
ordine ingegneri Provincia di Firenze n.5723

IL GEOLOGO:

Geol. Pietro Accolti Gil – POLITECNICA
Ordine Geologi Regione Toscana n° 728

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE:
Arch. Paola Gabrielli – POLITECNICA
ordine Architetti Provincia di Bologna n. 2921

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Ing. Marcello Mancone – POLITECNICA
ordine ingegneri Provincia di Firenze n.5723

CANTIERIZZAZIONE E FASI ESECUTIVE:
Ing. Alessio Gori – POLITECNICA
ordine ingegneri Provincia di Firenze n.5969

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO:

Ing. Raffaele Franco Carso

IDROLOGIA ED IDRAULICA:
Ing. Alessandro Cecchelli – POLITECNICA
ordine ingegneri Provincia di Grosseto n.760

PROTOCOLLO:

DATA:

COLLABORATORI DI PROGETTO:
Ing. Massimo Palermo – POLITECNICA
Ing. Mattia De Caro – POLITECNICA
Ing. Giulio Melosi – POLITECNICA
Geom. Franco Mariotti – POLITECNICA

04 – PROGETTO STRADALE

Relazione tecnica

CODICE PROGETTO			NOME FILE	PROGR. ELAB.	REV.	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	0401_T00PS00TRARE01B	0401		
D P F I 1 0	D	1 9 0 1	CODICE ELAB. T 0 0 P S 0 0 T R A R E 0 1		B	
D						
C						
B	REVISIONE A SEGUITO DI ISTRUTTORIA ANAS	11/2020	POLITECNICA	M DE CARO	M. MANCONE	A. RENZO
A	EMISSIONE	06/2020	POLITECNICA	M. DE CARO	M. MANCONE	A.RENZO
REV.	DESCRIZIONE	DATA	SOCIETA'	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

SOMMARIO

1	PREMESSA.....	1
1.1	INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO.....	1
1.2	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	2
1.3	INQUADRAMENTO NORMATIVO.....	4
2	CATEGORIA STRADALE	5
3	CRITERI PROGETTUALI.....	6
3.1	ASSI STRADALI	6
3.1.1	CARATTERISTICHE PLANIMETRICHE DELL'ASSE PRINCIPALE	6
3.1.2	CARATTERISTICHE ALTIMETRICHE DELL'ASSE PRINCIPALE	10
3.1.3	ANALISI DI VISIBILITÀ.....	12
3.1.4	NOTA SUI TRATTI IN AVVICINAMENTO ALLE INTERSEZIONI.....	13
3.2	INTERSEZIONI ROTATORIE	13
4	TRACCIATO STRADALE VIABILITA' PRINCIPALE	15
4.1	ANDAMENTO PLANIMETRICO.....	15
4.1.1	ASSE A.....	15
4.1.2	ASSE B.....	15
4.1.3	ASSE C.....	16
4.2	ANDAMENTO ALTIMETRICO	16
4.2.1	ASSE A.....	16
4.2.2	ASSE B.....	18
4.2.3	ASSE C.....	21
5	ANALISI DI CONGRUENZA CON LA NORMATIVA DI RIFERIMENTO DELLA VIABILITA' PRINCIPALE.....	24
5.1	VERIFICA DELL'ANDAMENTO PLANIMETRICO	24
5.1.1	ASSE A.....	24
5.1.2	ASSE B.....	25
5.1.3	ASSE C.....	26
5.2	VERIFICA DELL'ANDAMENTO ALTIMETRICO	27
5.2.1	ASSE A.....	27
5.2.2	ASSE B.....	28
5.2.3	ASSE C.....	29

5.3	VERIFICA DI VISIBILITA'	30
6	VIABILITA' SECONDARIE	31
6.1	VS01	31
6.1.1	VERIFICHE PLANIMETRICHE.....	32
6.1.2	VERIFICHE ALTIMETRICHE	35
6.2	VS02	36
6.3	VS03	36
6.4	VS04	36
7	INTERSEZIONI	37
7.1	ROTATORIA R01.....	37
7.2	ROTATORIA R02.....	39
7.3	ROTATORIA R03.....	42
7.4	ROTATORIA R04.....	44
7.5	RAMI DI SVINCOLO.....	47
7.6	VISIBILITA' INTERSEZIONI.....	48
7.6.1	ROTATORIE.....	48
7.6.2	ALTRE INTERSEZIONI	51
8	CORPO STRADALE.....	54
8.1	VIABILITA' PRINCIPALE	54
8.2	ROTATORIE.....	55
9	SOVRASTRUTTURA	58
9.1	VIABILITA' PRINCIPALE ED INTERSEZIONI	58
9.2	VIABILITA' SECONDARIE.....	64
10	SEGNALETICA STRADALE.....	65
10.1	SEGNALETICA VERTICALE.....	65
10.1.1	VISIBILITÀ E POSIZIONAMENTO	65
10.2	SEGNALETICA ORIZZONTALE.....	66
10.2.1	STRISCE LONGITUDINALI	67
11	BARRIERE DI SICUREZZA STRADALI	69
12	PISTA CICLABILE.....	70

1 PREMESSA

1.1 INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO

Il presente elaborato sviluppa la relazione tecnica stradale relativa agli interventi previsti dal Progetto Definitivo “Variante ss 1 Aurelia – Variante in Comune di Massa 1° Lotto (Canal Magro - Stazione)”, sviluppato sulla base del Progetto Preliminare redatto nel 2013 per conto del Comune di Massa nell’ambito della Convenzione stipulata con Anas SpA, Provincia di Massa – Carrara e Regione Toscana, denominata “Variante SS1 Aurelia Opere Infrastrutturali per il potenziamento ed il miglioramento funzionale degli accessi alla Città di Massa”. Come riportato nel Piano Urbano del Traffico e della Mobilità del Comune di Massa (anno 2010), la via Aurelia, che assolve la funzione originaria di strada di scorrimento a scala regionale e attraversa il centro cittadino, allo stato attuale risulta profondamente inadeguata a soddisfare la domanda di traffico alla quale è sottoposta. Le principali problematiche sono le seguenti:

- presenza di diversi accessi liberi, senza particolare differenziazione nelle intersezioni, tutte a raso e spesso prive di regolazione semaforica;
- la piattaforma stradale misura mediamente 7 m;
- il tracciato planimetrico è in alcuni tratti tortuoso e attraversa alcune zone altamente urbanizzate.

A questo si aggiungono i problemi di inquinamento atmosferico e acustico causati dalle frequenti code che si formano nel centro abitato, per cui è comprensibile come la realizzazione della variante SS. 1 sia quanto mai urgente e prioritaria. Il Progetto Definitivo si riferisce alla zona di accesso est della città, prevedendo un nuovo collegamento viario dalla stazione ferroviaria all’Ospedale Pediatrico (situato ad est del Canal Magro), col tracciato in variante a partire dall’intersezione via Pellegrini – via Del Papino (nei pressi della stazione ferroviaria). Tale sistema di collegamento viario viene denominato nella presente fase di progettazione definitiva Lotto 1, mentre era denominato Lotto 3 all’interno del Progetto Preliminare.



Figura 1 – Corografia area di intervento Progetto Preliminare (anno 2013)

1.2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'infrastruttura viaria principale progettata ha un'estensione lineare pari a circa 1500 metri: si sviluppa a partire dall'intersezione Via Pellegrini-Via del Papino in cui verrà realizzata la Rotatoria R01 (l'intersezione sarà in parte realizzata nella zona dell'attuale piazzale del distributore di carburante), prosegue brevemente in direzione sud-est per poi svilupparsi parallelamente alla linea ferroviaria Pisa-Genova prima di deviare in direzione nord-est, oltrepassa il Canal Magro ed infine giunge all'ingresso dell'Ospedale pediatrico in corrispondenza dell'attuale svincolo sulla Via Aurelia dove sarà realizzata la Rotatoria R04. Lungo il tratto in affiancamento alla ferrovia il progetto prevede la realizzazione di un muro antideragliamento (denominato OP.05) sul ciglio esterno della sede viaria; esternamente a tale muro sarà realizzata una pista di servizio FS di larghezza paria 6.00m, il binario più vicino si trova ad una distanza di altri 3.00m dalla pista.

Il progetto prevede inoltre la realizzazione di altre due intersezioni a rotatoria, denominate Rotatoria R02, e Rotatoria R03, e di una pista ciclabile che si sviluppa in affiancamento alla viabilità di progetto per uno sviluppo complessivo di 560 m. Lungo tale asse principale saranno realizzati i prolungamenti di progetto dei due sottopassi esistenti di Viale della Repubblica e di Via delle Gorine, ed il nuovo ponte di progetto per l'attraversamento del Canal Magro. L'asse principale viene denominato Asse A dalla R01 alla R02, Asse B dalla R02 alla R03 e Asse C dalla R03 alla R04. La distanza tra la R04 e R03 è pari a circa 170m, quindi molto breve lungo una viabilità di categoria C2; dai confronti con ANAS e con il Comune di Massa si è convenuto che non risulta possibile eliminare la R03 in quanto strategica per il raccordo con la zona del Mercato Ortofrutticolo.

Il sistema viario di progetto si completa con quattro assi di viabilità secondaria (denominati VS01,02,03 e 04) necessari per il collegamento di alcuni fondi che resterebbero interclusi a causa della realizzazione del nuovo rilevato dell'asse principale che "taglia" il sistema viario attuale da ovest ad est. La viabilità secondaria di maggiore importanza è la VS01 che si sviluppa per circa 210 m dal sottopasso ferroviario di Via Debbia Nuova per proseguire in direzione nord-ovest attraversando il Canal Magro con un nuovo ponte di progetto.

L'area di intervento è pianeggiante, caratterizzata da quote che variano da un minimo di 20 m s.l.m., nella zona dove finisce il parallelismo con la linea ferroviaria, ad un massimo di 46 m s.l.m. in corrispondenza della zona dell'Ospedale.

Nome Asse	Tipologia	Intervento
Asse A	Viabilità principale	Nuova realizzazione
Asse B	Viabilità principale	Nuova realizzazione
Asse C	Viabilità principale	Adeguamento esistente
R01	Intersezione rotatoria	Adeguamento esistente
R02	Intersezione rotatoria	Nuova realizzazione
R03	Intersezione rotatoria	Nuova realizzazione
R04	Intersezione rotatoria	Adeguamento esistente
VS01	Viabilità secondaria	Adeguamento esistente
VS02	Viabilità secondaria	Adeguamento esistente
VS03	Viabilità secondaria	Nuova realizzazione
VS04	Viabilità secondaria	Nuova realizzazione

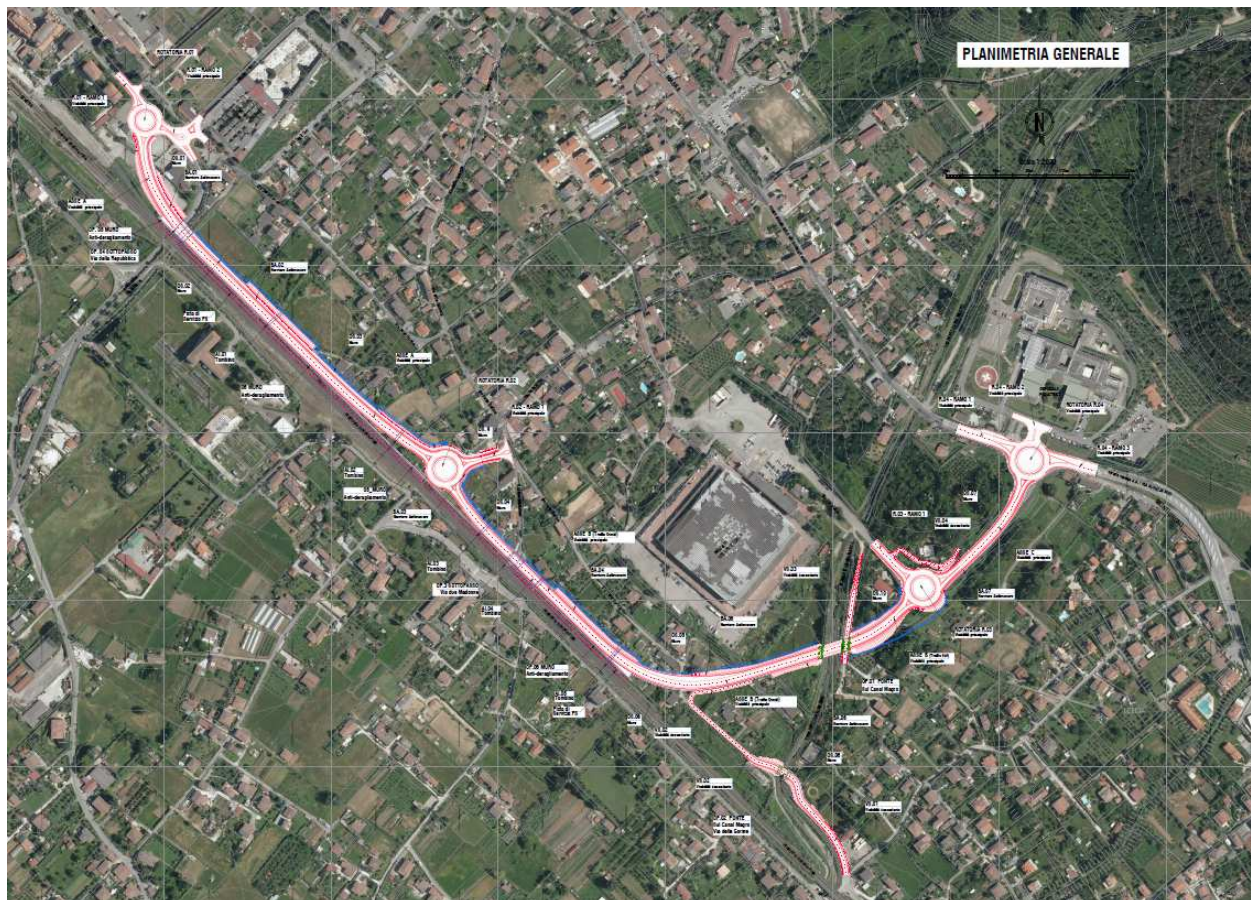


Figura 2 – Planimetria di Progetto Definitivo su orto foto

1.3 INQUADRAMENTO NORMATIVO

La progettazione è stata condotta in accordo alle normative stradali “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” (DM del 05/11/01) e “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali” (DM del 19/04/2006).

In merito alla composizione delle piattaforme stradali sono state applicate le più recenti geometrie previste dall’attuale normativa in vigore e conformati i bracci di ingresso/uscita alle sezioni tipo previste dalle viabilità connesse.

Per quanto riguarda il progetto delle barriere di sicurezza sono state seguite le "Istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza e prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell’omologazione" (D.M. n° 223 del 18/2/1992 e successive modificazioni ed integrazioni). La definizione delle classi minime di barriere da adottare in progetto è stata operata, secondo quanto previsto dal D.M. 21/06/2004, con riferimento alla classe funzionale a cui appartiene la strada, alla classe di traffico e alla destinazione delle protezioni.

Il progetto della segnaletica è stato condotto in accordo alle normative D.Lgs. 30 aprile 1992, n°285 “Nuovo codice della strada” – Testo aggiornato in base alla Legge 286/2006 del 29.11.2006 – Aggiornato al D.M. 17-12-2008; D.P.R. 16 Dicembre 1992 n°495 “Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada” – Aggiornato al D.P.R. 6 marzo 2006, n°153; D.M. 5 novembre 2001, n. 6792 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade e relativo decreto di modifica del 22 aprile 2004”; D.M. 31 marzo 1995, n°1584 “Approvazione del disciplinare tecnico sulle modalità di determinazione dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti impiegate per la costruzione dei segnali stradali”; D.M. 10 luglio 2002 “Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziati per categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo”; D.M. 21 giugno 2004 “Aggiornamento alle istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale”; D.M. 18 febbraio 1992, n. 223. “Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza”.

In merito alla progettazione della pista ciclabile sono state prese a riferimento le Istruzioni tecniche Per la progettazione delle reti ciclabili (Bozza n.3 17 Aprile 2014) e quanto previsto dal D.M. 30 novembre 1999 “Regolamento per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili”.

2 CATEGORIA STRADALE

La viabilità principale di progetto è conforme alla categoria C2 prevista nel D.M. 05/11/2001, caratterizzata da un intervallo della velocità di progetto compreso tra 60 e 100 km/h. La piattaforma risulta costituita da due corsie di marcia oltre alle banchine. Le due corsie hanno larghezza pari a 3.50 m con banchine di larghezza pari a 1.25 m, per una larghezza complessiva della piattaforma pari a 9.50 m, esclusi gli elementi marginali. La pendenza trasversale della piattaforma è pari a 2.50% verso l'esterno per ciascuna corsia nei tratti in rettilineo, mentre nei tratti in curva circolare è pari al 7% verso l'interno della curva per ambedue le corsie, come indicato dal D.M. 05/11/2001 per i valori di raggi di curvatura adottati nel caso in oggetto.

Si vuole evidenziare che, rispetto al Progetto Preliminare, la categoria stradale è stata modificata da C1 a C2 al fine di diminuire la larghezza trasversale della carreggiata di progetto trovandoci in un ambiente piuttosto urbanizzato con vincoli al contorno che restringono lo spazio disponibile per l'infrastruttura. Dall'analisi dei dati di traffico di progetto è stato comunque riscontrato che gli stessi risultano compatibili alla categoria C2, per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato *0402_TOOPS00TRARE02A Relazione Studio trasportistico* del presente progetto definitivo.

Oltre all'asse principale risultano oggetto del presente intervento anche le viabilità secondarie, precedentemente introdotte, ed infine i rami delle 3 rotatorie di progetto, ovvero gli assi di ricucitura con le viabilità esistenti confluenti nelle nuove intersezioni. Queste viabilità rappresentano interventi e nuovi collegamenti su viabilità locali esistenti e sono quindi caratterizzate dalle dimensioni geometriche in essere. Queste viabilità sono state classificate dal punto di vista normativo quali "strade locali a destinazione particolare".

3 CRITERI PROGETTUALI

3.1 ASSI STRADALI

3.1.1 CARATTERISTICHE PLANIMETRICHE DELL'ASSE PRINCIPALE

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

(a) *Raggio minimo delle curve planimetriche:*

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

- pari a 118 metri nel caso di strade extraurbane locali TIPO C

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

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

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

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

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

(d) *Lunghezza massima dei rettifili:*

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

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

(e) *Lunghezza minima dei rettifili.*

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

Sviluppo minimo dei rettifili

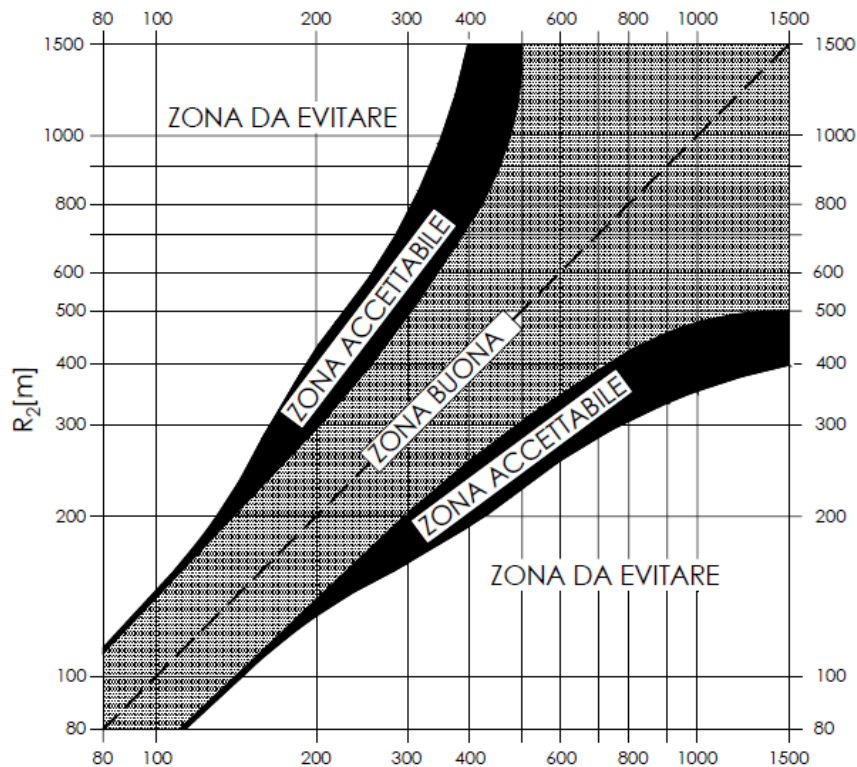


Figura 3 – Abaco di Koppel (DM 05/11/01)

(f) *Congruenza del diagramma delle velocità.*

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

- La velocità è mantenuta costante lungo lo sviluppo delle curve con raggio inferiore a $R_{2,5}$;
- la velocità varia crescendo verso la velocità massima dell'intervallo di progetto lungo i rettili, le clotoidi e gli archi con raggio non inferiore a $R_{2,5}$;
- Il valore di accelerazione e decelerazione è pari a $0,8 \text{ m/s}^2$,
- In corrispondenza delle rotatorie si è assunta una velocità di progetto pari a 30 km/h ;
- La pendenza longitudinale non influenza la velocità di progetto.

(g) *Lunghezza minima delle curve circolari.*

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

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

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:

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

dove:

- c = contraccolpo;
- v = massima velocità (m/s), desunta dal diagramma di velocità, per l'elemento di clotoide considerato;
- qi = pendenza trasversale nel punto iniziale della clotoide;
- qf = pendenza trasversale nel punto finale della clotoide;
- g = accelerazione di gravità.

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

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

che, esprimendo la velocità in km/h diviene:

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

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

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

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

Nelle sezioni di estremità di un arco di clotoide la carreggiata stradale presenta differenti pendenze trasversali, che vanno raccordate longitudinalmente, introducendo una sovrappendenza nelle linee di estremità della carreggiata

rispetto alla pendenza dell'asse di rotazione. Nel caso in cui il raggio iniziale sia di valore infinito (rettilineo o punto di flesso), il parametro deve verificare la seguente disuguaglianza:

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

dove:

- B_i = distanza fra l'asse di rotazione ed il ciglio della carreggiata nella sezione iniziale della curva a raggio variabile;
- i_{\max} (%) = sovrappendenza longitudinale massima della linea costituita dai punti che distano B_i dall'asse di rotazione; in assenza di allargamento tale linea coincide con l'estremità della carreggiata;

- $q_i = \frac{i_{ci}}{100}$ 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:

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

- Criterio 3 (Ottico)

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

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

che, nel caso di clotoidi di continuità, diventa:

$$R_2/3 \leq A \leq R_1$$

dove R_1 è il raggio minore ed R_2 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:

$$2/3 \leq A_E/A_U \leq 3/2 \quad 2/3 \leq A_1/A_2 \leq 3/2$$

(i) *Allargamento della carreggiata in curva*

Allo scopo di consentire la sicura iscrizione dei veicoli nei tratti curvilinei del tracciato, conservando i necessari franchi fra la sagoma limite dei veicoli ed i margini delle corsie, è necessario che nelle curve circolari ciascuna corsia sia allargata di una quantità E, data dalla relazione:

$$E = \frac{K}{R} \quad [\text{m}]$$

Dove K=45 e R è il raggio esterno della curva in m.

Dato che tutte le curve della viabilità principale presentano $R > 40$ m e siamo nel caso di strade ad unica carreggiata a due corsie, è stato assunto il valore del raggio uguale a quello dell'asse della carreggiata. L'allargamento così ottenuto della carreggiata è pari a quello delle due singole corsie, ed è stato riportato tutto sul lato interno delle curve. Le banchine conservano invece le larghezze che hanno in rettilifilo.

Gli allargamenti, così come descritti, sono stati applicati lungo tutta la viabilità principale

3.1.2 CARATTERISTICHE ALTIMETRICHE DELL'ASSE PRINCIPALE

La normativa di riferimento richiede il rispetto delle seguenti condizioni:

(j) *Pendenze longitudinali massime*

La pendenza massima delle livellette consentita dal DM2001 per strade di tipo C (strade extraurbane secondarie) è pari al 7%.

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.

(k) *Raccordi verticali convessi*

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

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

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

- se invece $D > L$

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

dove:

- R_v = raggio del raccordo verticale convesso [m]
- D = distanza di visibilità da realizzare per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso [m]
- Δi = 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.

(l) Raccordi verticali concavi

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

se D è inferiore allo sviluppo del raccordo si ha

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

se invece $D > L$

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

dove:

- R_v = raggio del raccordo verticale concavo [m]
- D = distanza di visibilità da realizzare per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso [m].
- Δi = variazione di pendenza delle due livellette espressa in percento
- h = altezza del centro dei fari del veicolo sul piano stradale
- ϑ = massima divergenza verso l'alto del fascio luminoso rispetto l'asse del veicolo.

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

3.1.3 ANALISI DI VISIBILITÀ

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 dal DM2001, 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**: essa è pari allo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto. Questo valore deve essere garantito lungo lo sviluppo del tracciato.

Per quanto riguarda la **verifica della distanza di visibilità per il sorpasso**, questa non è oggetto di verifica in quanto tutte le viabilità di progetto sono di lunghezza ridotta e, inoltre, essendo ubicate in prossimità di una intersezione, la manovra di sorpasso risulta non consentita.

La **verifica di visibilità per l'arresto** consiste nel confrontare le distanze di visuale libera lungo l'asse della corsia di marcia, adottando un'altezza dell'occhio del guidatore a 1.10 m dal piano viabile ed un'altezza dell'ostacolo fisso di 0.10 m, con le distanze per l'arresto calcolate in funzione del diagramma di velocità del tracciato ed del suo andamento altimetrico (variazione della pendenza longitudinale).

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.

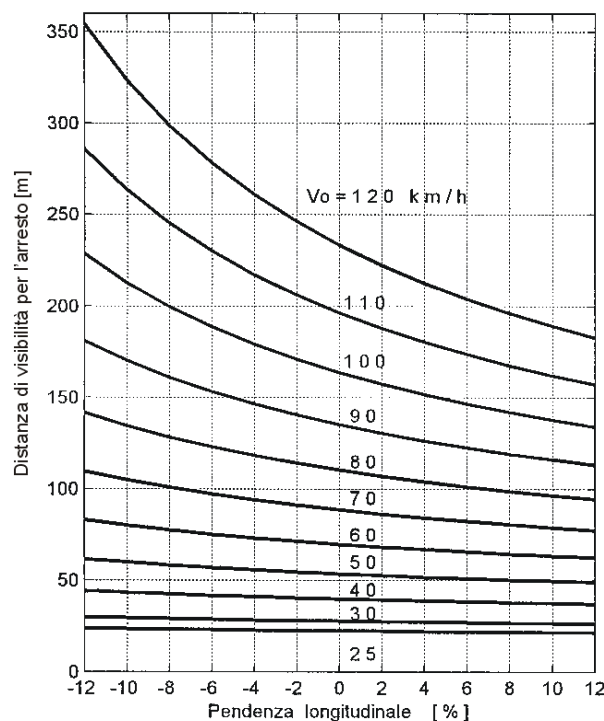


Figura 4 – Abaco per il calcolo delle distanze di arresto (DM 05/11/01)

3.1.4 NOTA SUI TRATTI IN AVVICINAMENTO ALLE INTERSEZIONI

Tutte le verifiche normative illustrate nei paragrafi precedenti sono state effettuate, e riportate nella presente relazione, anche per gli elementi geometrici in avvicinamento alle intersezioni di progetto; considerando per questi tratti le velocità di progetto riportate nel diagramma di velocità, il quale è stato costruito tenendo conto sia delle indicazioni normative vigenti e sia della presenza delle intersezioni. Infatti in corrispondenza degli ingressi/uscite dalle rotonde di progetto è stata imposta una velocità di progetto pari a 30 km/h per un tratto di sviluppo 15m lungo il ramo.

3.2 INTERSEZIONI ROTATORIE

Le principali caratteristiche geometriche necessarie al dimensionamento delle intersezioni a rotatoria sono le seguenti

- Raggi $Re1$ ed $Re2$ dei rami in ingresso;
- Raggi $Ra1$ e $Ra2$ dei rami in uscita;
- Angoli di deviazione β per la manovra di attraversamento.

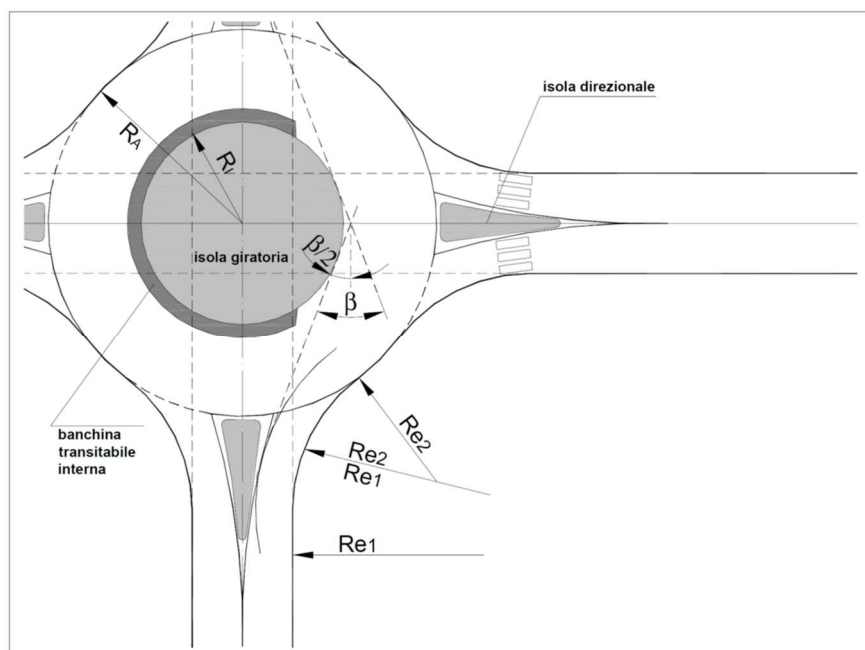


Figura 5 – Schema elementi di progetto rotonda

Per il dimensionamento delle principali caratteristiche geometriche delle rotonde, sono stati utilizzati i seguenti valori, ricavati direttamente dalla norma (vedi par.4.5 del DM2006) o riferiti a criteri di buona progettazione ad integrazione di quanto non espressamente riportato nel riferimento normativo:

Relativamente alla corsia nella corona giratoria e ai bracci di ingresso e uscita, si è considerato quanto riportato nella Tabella 6 contenuta nel DM2006 e qui di seguito riportata:

ELEMENTO MODULARE	DIAMETRO ESTERNO DELLA	LARGHEZZA CORSIE (m)
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi ad una corsia	≥ 40	6.00
	Compreso tra 25 e 40	7.00
	Compreso tra 14 e 25	7.00 – 8.00
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi a più corsie	≥ 40	9.00
	< 40	8.50 – 9.00
Bracci di ingresso (**)		3.50 per una corsia
Bracci di uscita (*)	< 25	4.00
	≥ 25	4.50

(*) : deve essere organizzata sempre su una sola corsia.

(**) : organizzati al massimo con due corsie.

Inoltre è stato preso in considerazione quanto prescritto nel DM2006 sulle visibilità (triangoli di visibilità) per le intersezioni a rotatoria: i conducenti in fase di approccio all'intersezione devono poter vedere i veicoli in transito sull'anello centrale al fine di dare la precedenza ed eventualmente arrestarsi.

4 TRACCIATO STRADALE VIABILITA' PRINCIPALE

4.1 ANDAMENTO PLANIMETRICO

Per un maggior dettaglio del tracciato planimetrico e di tracciamento della viabilità principale si rimanda ai seguenti elaborati grafici del presente Progetto Definitivo:

0403_P00PS00TRAPP01B	Planimetria di progetto - tav. 1/2
0404_P00PS00TRAPP02B	Planimetria di progetto - tav. 2/2
0405_P00PS00TRAPT01B	Planimetria di tracciamento - tav. 1/2
0406_P00PS00TRAPT02B	Planimetria di tracciamento - tav. 2/2

4.1.1 ASSE A

Il tracciato del tratto dell'asse principale denominato Asse A ha origine dalla Rotatoria R01, si sviluppa verso la direzione sud-est con una curva antioraria di raggio 150m prima di proseguire, dopo il tratto di clotoide, in parallelismo alla linea ferroviaria Genova-Pisa con tracciamento di rettilineo di sviluppo 144.17 m.

L'asse si innesta sulla Rotatoria R02 tramite raccordo circolare di raggio 490m preceduto dalla clotoide di collegamento con il rettilineo precedente.

Si riporta a seguire il dettaglio tabellare degli elementi planimetrici del tratto in esame:

ELEMENTI PLANIMETRICI							Pagina:	1 / 1
N.	Elemento	Progressiva	Sviluppo	Raggio	Angolo iniziale	Angolo finale	Parametro A	
1	Raccordo	0,000	53,385	150,000	200,8347	178,1776		
2	Clotoide	53,385	136,009		178,1776	149,3156	142,833	
3	Rettifilo	189,393	144,170					
4	Clotoide	333,563	160,000		149,3156	138,9218	280,000	
5	Raccordo	493,563	41,944	490,000	138,9218	133,4724		

4.1.2 ASSE B

Il tracciato del tratto dell'asse principale denominato Asse B ha origine dalla Rotatoria R02, si sviluppa verso est con una curva antioraria di raggio 300m, e relativa clotoide, prima di tornare in perfetto parallelismo alla linea ferroviaria Genova-Pisa con tracciamento di rettilineo di sviluppo 124.39 m.

Successivamente il tracciato devia in direzione nord-est con raccordo circolare antiorario di raggio 130m, con clotoidi a monte e valle, per proseguire con rettilineo di sviluppo 94.27m attraversando il Canal Magro.

Immediatamente dopo il nuovo ponte l'asse si innesta sulla Rotatoria R03 tramite un breve rettilineo preceduto da raccordo circolare di raggio 125m con clotoide di inizio e fine curva.

Si riporta a seguire il dettaglio tabellare degli elementi planimetrici del tratto in esame:

ELEMENTI PLANIMETRICI							Pagina:	1 / 1
N.	Elemento	Progressiva	Sviluppo	Raggio	Angolo iniziale	Angolo finale	Parametro A	
1	Raccordo	573,507	54,180	300,000	166,5758	155,0785		
2	Clotoide	627,687	54,188		155,0785	149,3290	127,500	
3	Rettifilo	681,874	124,392					
4	Clotoide	806,266	103,508		149,3290	123,9848	116,000	
5	Raccordo	909,774	43,486	130,000	123,9848	102,6892		
6	Clotoide	953,260	88,069		102,6892	81,1251	107,000	
7	Rettifilo	1041,329	94,276					
8	Clotoide	1135,606	45,000		81,1251	69,6659	75,000	
9	Raccordo	1180,606	30,077	125,000	69,6659	54,3480		
10	Clotoide	1210,682	20,000		54,3480	49,2550	50,000	
11	Rettifilo	1230,682	17,209					

4.1.3 ASSE C

Il tracciato del tratto dell'asse principale denominato Asse C ha origine dalla Rotatoria R03, si sviluppa verso la direzione nord-est con un rettilineo di sviluppo 45.85m prima di proseguire, dopo il tratto di clotoide, con un raccordo circolare di raggio 156m che si innesta sulla Rotatoria R04 in prossimità della zona Ospedale.

Si riporta a seguire il dettaglio tabellare degli elementi planimetrici del tratto in esame:

ELEMENTI PLANIMETRICI							Pagina:	1 / 1
N.	Elemento	Progressiva	Sviluppo	Raggio	Angolo iniziale	Angolo finale	Parametro A	
1	Rettifilo	1285,891	45,849					
2	Clotoide	1331,740	77,564		51,6143	35,7878	110,000	
3	Raccordo	1409,304	45,580	156,000	35,7878	17,1869		

4.2 ANDAMENTO ALTIMETRICO

Per un maggior dettaglio del tracciato planimetrico e di tracciamento della viabilità principale si rimanda ai seguenti elaborati grafici del presente Progetto Definitivo:

0407_P00PS00TRAFP01B	Profilo longitudinale - Diagramma velocità - Diagramma visuali libere
----------------------	---

4.2.1 ASSE A

Partendo dalla R01 il tratto Asse A si sviluppa a partire da quota 28.45m slm (coincidente con la quota altimetrica attuale rilevata nella zona dove sorgerà l'intersezione) si alza con una pendenza morbida pari a al valore 0.006 per circa 98.50m di sviluppo in modo da avere la quota adatta al prolungamento di progetto del sottopasso di Viale

della Repubblica (28.70m slm); successivamente la livelletta scende costantemente con due tratti di pendenza pari a -0.011 e -0.006 fino all'arrivo sulla R02. In corrispondenza degli innesti sulle rotatorie è presente un breve tratto con pendenza paria alla pendenza trasversale della corona giratoria, ovvero 0.02, in modo da favorire l'intersezione altimetrica.

A seguire viene riportato il dettaglio degli elementi altimetrici del tratto in esame:

ELEMENTI ALTIMETRICI				Pagina: 1 / 2	
1 Livelletta					
P1:	0,000	Pv1:			
Q1:	28,437	Qv1:			
P2:	3,013	Pv2:	5,008		
Q2:	28,375	Qv2:	28,335		
Progressiva:	0,000	Differenza di quota:	-0,061		
Sviluppo:	3,013	Pendenza:	-0,020		
2 Parabola altimetrica - N. 1					
P1:	3,013	Pv:	5,008		
Q1:	28,375	Qv:	28,335		
P2:	7,004				
Q2:	28,347	Raggio:	150,000		
Progressiva:	3,013	Pendenza iniziale:	-0,020		
Sviluppo:	3,991	Pendenza finale:	0,008		
3 Livelletta					
P1:	7,004	Pv1:	5,008		
Q1:	28,347	Qv1:	28,335		
P2:	60,792	Pv2:	103,514		
Q2:	28,683	Qv2:	28,950		
Progressiva:	7,004	Differenza di quota:	0,336		
Sviluppo:	53,790	Pendenza:	0,008		
4 Parabola altimetrica - N. 2					
P1:	60,792	Pv:	103,514		
Q1:	28,683	Qv:	28,950		
P2:	146,235				
Q2:	28,487	Raggio:	5000,000		
Progressiva:	60,792	Pendenza iniziale:	0,008		
Sviluppo:	85,444	Pendenza finale:	-0,011		
5 Livelletta					
P1:	146,235	Pv1:	103,514		
Q1:	28,487	Qv1:	28,950		
P2:	316,224	Pv2:	327,783		
Q2:	26,644	Qv2:	26,519		
Progressiva:	146,235	Differenza di quota:	-1,843		
Sviluppo:	169,999	Pendenza:	-0,011		

ELEMENTI ALTIMETRICI				Pagina: 2 / 2	
6 Parabola altimetrica - N. 3					
P1:	316,224	Pv:	327,783		
Q1:	26,644	Qv:	26,519		
P2:	339,342				
Q2:	26,447	Raggio:	5000,000		
Progressiva:	316,224	Pendenza iniziale:	-0,011		
Sviluppo:	23,119	Pendenza finale:	-0,008		
7 Livelletta					
P1:	339,342	Pv1:	327,783		
Q1:	26,447	Qv1:	26,519		
P2:	524,091	Pv2:	528,023		
Q2:	25,298	Qv2:	25,274		
Progressiva:	339,342	Differenza di quota:	-1,149		
Sviluppo:	184,753	Pendenza:	-0,008		
8 Parabola altimetrica - N. 4					
P1:	524,091	Pv:	528,023		
Q1:	25,298	Qv:	25,274		
P2:	531,956				
Q2:	25,353	Raggio:	300,000		
Progressiva:	524,091	Pendenza iniziale:	-0,008		
Sviluppo:	7,865	Pendenza finale:	0,020		
9 Livelletta					
P1:	531,956	Pv1:	528,023		
Q1:	25,353	Qv1:	25,274		
P2:	539,269	Pv2:			
Q2:	25,499	Qv2:			
Progressiva:	531,956	Differenza di quota:	0,148		
Sviluppo:	7,315	Pendenza:	0,020		

4.2.2 ASSE B

Partendo dalla R02 il tratto Asse B si sviluppa a partire da quota 25.42m slm e si alza con una pendenza pari a circa il valore 0.015 in modo da avere la quota adatta al prolungamento di progetto del sottopasso di Via delle Gorine (26.48m slm); successivamente il profilo scende costantemente con pendenza -0.04 fino alla fine del tratto in affiancamento alla ferrovia seguendo l'andamento del terreno in modo da contenere l'altezza del rilevato. Dalla quota minima pari a 23.58m slm il profilo sale con pendenza costante pari al valore 0.04 fino ad innestarsi alla quota della R03.

In corrispondenza degli innesti sulle rotatorie è presente un breve tratto con pendenza paria alla pendenza trasversale della corona giratoria, ovvero 0.02, in modo da favorire l'intersezione altimetrica.

A seguire viene riportato il dettaglio degli elementi altimetrici del tratto in esame:

ELEMENTI ALTIMETRICI				Pagina:	1/3
1 Livellotta					
P1:	573,507	Pv1:			
Q1:	25,420	Qv1:			
P2:	576,954	Pv2:	580,047		
Q2:	25,352	Qv2:	25,290		
Progressiva:	573,507	Differenza di quota:	-0,068		
Sviluppo:	3,448	Pendenza:	-0,020		
2 Parabola altimetrica - N. 1					
P1:	576,954	Pv:	580,047		
Q1:	25,352	Qv:	25,290		
P2:	583,140				
Q2:	25,325	Raggio:	200,000		
Progressiva:	576,954	Pendenza iniziale:	-0,020		
Sviluppo:	6,186	Pendenza finale:	0,011		
3 Livellotta					
P1:	583,140	Pv1:	580,047		
Q1:	25,325	Qv1:	25,290		
P2:	610,423	Pv2:	613,337		
Q2:	25,628	Qv2:	25,660		
Progressiva:	583,140	Differenza di quota:	0,303		
Sviluppo:	27,285	Pendenza:	0,011		
4 Parabola altimetrica - N. 2					
P1:	610,423	Pv:	613,337		
Q1:	25,628	Qv:	25,660		
P2:	616,251				
Q2:	25,704	Raggio:	1500,000		
Progressiva:	610,423	Pendenza iniziale:	0,011		
Sviluppo:	5,828	Pendenza finale:	0,015		
5 Livellotta					
P1:	616,251	Pv1:	613,337		
Q1:	25,704	Qv1:	25,660		
P2:	667,323	Pv2:	697,198		
Q2:	26,320	Qv2:	26,918		
Progressiva:	616,251	Differenza di quota:	0,616		
Sviluppo:	41,078	Pendenza:	0,015		

ELEMENTI ALTIMETRICI				Pagina: 2 / 3	
6 Parabola altimetrica - N. 3					
P1:	657,323	Pv:	697,198		
Q1:	26,320	Qv:	26,918		
P2:	737,073				
Q2:	25,323	Raggio:	1450,000		
Progressiva:	657,323	Pendenza iniziale:	0,015		
Sviluppo:	79,766	Pendenza finale:	-0,040		
7 Livelletta					
P1:	737,073	Pv1:	697,198		
Q1:	25,323	Qv1:	26,918		
P2:	738,874	Pv2:	772,721		
Q2:	25,251	Qv2:	23,897		
Progressiva:	737,073	Differenza di quota:	-0,072		
Sviluppo:	1,802	Pendenza:	-0,040		
8 Parabola altimetrica - N. 4					
P1:	738,874	Pv:	772,721		
Q1:	25,251	Qv:	23,897		
P2:	806,568				
Q2:	23,710	Raggio:	1965,000		
Progressiva:	738,874	Pendenza iniziale:	-0,040		
Sviluppo:	67,715	Pendenza finale:	-0,006		
9 Livelletta					
P1:	806,568	Pv1:	772,721		
Q1:	23,710	Qv1:	23,897		
P2:	820,633	Pv2:	886,532		
Q2:	23,632	Qv2:	23,266		
Progressiva:	806,568	Differenza di quota:	-0,078		
Sviluppo:	14,065	Pendenza:	-0,006		
10 Parabola altimetrica - N. 5					
P1:	820,633	Pv:	886,532		
Q1:	23,632	Qv:	23,266		
P2:	952,432				
Q2:	25,968	Raggio:	2831,339		
Progressiva:	820,633	Pendenza iniziale:	-0,006		
Sviluppo:	131,831	Pendenza finale:	0,041		

ELEMENTI ALTIMETRICI				Pagina: 3 / 3	
11 Livelletta					
P1:	952,432	Pv1:	886,532		
Q1:	25,968	Qv1:	23,268		
P2:	1178,746	Pv2:	1199,765		
Q2:	35,247	Qv2:	36,108		
Progressiva:	952,432	Differenza di quota:	9,279		
Sviluppo:	226,504	Pendenza:	0,041		
12 Parabola altimetrica - N. 6					
P1:	1178,746	Pv:	1199,765		
Q1:	35,247	Qv:	36,108		
P2:	1220,784				
Q2:	36,528	Raggio:	2000,000		
Progressiva:	1178,746	Pendenza iniziale:	0,041		
Sviluppo:	42,058	Pendenza finale:	0,020		
13 Livelletta					
P1:	1220,784	Pv1:	1199,765		
Q1:	36,528	Qv1:	36,108		
P2:	1247,891	Pv2:			
Q2:	37,070	Qv2:			
Progressiva:	1220,784	Differenza di quota:	0,542		
Sviluppo:	27,113	Pendenza:	0,020		

4.2.3 ASSE C

Partendo dalla R03 il tratto Asse C si sviluppa a partire da quota 37.07m slm e si alza costantemente con due livellette di pendenza pari rispettivamente ai valori 0.055 e 0.064; in generale il profilo ricalca il profilo della strada esistente di cui l'Asse C rappresenta l'adeguamento di progetto. Il tratto Asse C si innesta sulla R04 alla quota di 45.90m slm.

In corrispondenza degli innesti sulle rotatorie è presente un breve tratto con pendenza paria alla pendenza trasversale della corona giratoria, ovvero 0.02, in modo da favorire l'intersezione altimetrica.

A seguire viene riportato il dettaglio degli elementi altimetrici del tratto in esame:

ELEMENTI ALTIMETRICI				Pagina:	1/2
1 Livelletta					
P1:	1285,891	Pv1:			
Q1:	37,070	Qv1:			
P2:	1287,155	Pv2:	1292,745		
Q2:	37,045	Qv2:	36,933		
Progressiva:	1285,891	Differenza di quota:	-0,025		
Sviluppo:	1,264	Pendenza:	-0,020		
2 Parabola altimetrica - N. 1					
P1:	1287,155	Pv:	1292,745		
Q1:	37,045	Qv:	36,933		
P2:	1298,335				
Q2:	37,238	Raggio:	150,000		
Progressiva:	1287,155	Pendenza iniziale:	-0,020		
Sviluppo:	11,185	Pendenza finale:	0,055		
3 Livelletta					
P1:	1298,335	Pv1:	1292,745		
Q1:	37,238	Qv1:	36,933		
P2:	1347,645	Pv2:	1352,476		
Q2:	39,927	Qv2:	40,190		
Progressiva:	1298,335	Differenza di quota:	2,689		
Sviluppo:	49,383	Pendenza:	0,055		
4 Parabola altimetrica - N. 2					
P1:	1347,645	Pv:	1352,476		
Q1:	39,927	Qv:	40,190		
P2:	1357,307				
Q2:	40,501	Raggio:	1000,000		
Progressiva:	1347,645	Pendenza iniziale:	0,055		
Sviluppo:	9,679	Pendenza finale:	0,064		
5 Livelletta					
P1:	1357,307	Pv1:	1352,476		
Q1:	40,501	Qv1:	40,190		
P2:	1419,103	Pv2:	1435,677		
Q2:	44,468	Qv2:	45,532		
Progressiva:	1357,307	Differenza di quota:	3,967		
Sviluppo:	61,923	Pendenza:	0,064		

ELEMENTI ALTIMETRICI				Pagina: 2 / 2	
6 Parabola altimetrica - N. 3					
P1:	1419,103	Pv:	1435,677		
Q1:	44,468	Qv:	45,532		
P2:	1452,252				
Q2:	45,863	Raggio:	750,000		
Progressiva:	1419,103	Pendenza iniziale:	0,064		
Sviluppo:	33,181	Pendenza finale:	0,020		
7 Livelletta					
P1:	1452,252	Pv1:	1435,677		
Q1:	45,863	Qv1:	45,532		
P2:	1454,884	Pv2:			
Q2:	45,916	Qv2:			
Progressiva:	1452,252	Differenza di quota:	0,053		
Sviluppo:	2,633	Pendenza:	0,020		

5 ANALISI DI CONGRUENZA CON LA NORMATIVA DI RIFERIMENTO DELLA VIABILITA' PRINCIPALE

5.1 VERIFICA DELL'ANDAMENTO PLANIMETRICO

5.1.1 ASSE A

Dati generali asse	
Tipo piattaforma:	Carreggiata singola
Posizione asse:	Centro
Tipo normativa:	ITA - Normativa stradale 2002 - Italia
Tipo strada:	C2 - Extraurbana secondaria
Velocità minima:	60,00
Velocità massima:	100,00

✓ 1 Raccordo - N. 1	Raggio: 150,000 Lunghezza: 53,385	Elemento	Riferimento	Velocità
● Raggio minimo in funzione della velocità		150,000	118,110	60,00
● Lunghezza minima per una corretta percezione		53,385	25,553	36,80
● Raggio minimo dal rettillo successivo		150,000	144,170	

✓ 2 Clotoide - N. 1	Parametro A: 142,833 Lunghezza: 136,009	Elemento	Riferimento	Velocità
● Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula approssimata		142,833	83,131	62,92
● Parametro A minimo da limitazione della pendenza longitudinale dei cigli		142,833	70,576	62,92
● Parametro A minimo da criterio ottico		142,833	50,000	
● Parametro A massimo da criterio ottico		142,833	150,000	
● Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula esatta		142,833	72,246	62,92

✓ 3 Rettillo - N. 1	Lunghezza: 144,170	Elemento	Riferimento	Velocità
● Lunghezza minima		144,170	84,918	77,97
● Lunghezza massima		144,170	1715,280	77,97

✓ 4 Clotoide - N. 2	Parametro A: 280,000 Lunghezza: 160,000	Elemento	Riferimento	Velocità
● Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula approssimata		280,000	89,622	65,33
● Parametro A minimo da limitazione della pendenza longitudinale dei cigli		280,000	126,582	65,33
● Parametro A minimo da criterio ottico		280,000	163,333	
● Parametro A massimo da criterio ottico		280,000	490,000	
● Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula esatta		280,000	56,673	65,33

✓ 5 Raccordo - N. 2	Raggio: 490,000 Lunghezza: 41,944	Elemento	Riferimento	Velocità
● Raggio minimo in funzione della velocità		490,000	118,110	60,00
● Lunghezza minima per una corretta percezione		41,944	24,027	34,60

5.1.2 ASSE B

Dati generali asse					
Tipo piattaforma:	Carreggiata singola				
Posizione asse:	Centro				
Tipo normativa:	ITA - Normativa stradale 2002 - Italia				
Tipo strada:	C2 - Extraurbana secondaria				
Velocità minima:	60,00				
Velocità massima:	100,00				

✓ 1	Raccordo - N. 1	Raggio: 300,000	Lunghezza: 54,180	Elemento	Riferimento	Velocità
✓	Raggio minimo in funzione della velocità	300,000	118,110	60,00		
✓	Lunghezza minima per una corretta percezione	54,180	26,175	37,69		

✓ 2	Clotoidi - N. 1	Parametro A: 127,500	Lunghezza: 54,188	Elemento	Riferimento	Velocità
✓	Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula approssimata	127,500	49,053	48,33		
✓	Parametro A minimo da limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	127,500	87,478	48,33		
✓	Parametro A minimo da criterio ottico	127,500	100,000			
✓	Parametro A massimo da criterio ottico	127,500	300,000			
✓	Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula esatta	127,500	24,807	48,33		

✓ 3	Rettili - N. 1	Lunghezza: 124,392	Elemento	Riferimento	Velocità
✓	Lunghezza minima	124,392	71,880	72,75	
✓	Lunghezza massima	124,392	1600,543	72,75	

✓ 4	Clotoidi - N. 2	Parametro A: 116,000	Lunghezza: 103,508	Elemento	Riferimento	Velocità
✓	Parametro A minimo da limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	116,000	72,030	75,62		
✓	Parametro A minimo da criterio ottico	116,000	43,333			
✓	Parametro A massimo da criterio ottico	116,000	130,000			
✓	Rapporto parametri A da criterio ottico	1,084	0,867			
✓	Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula esatta	116,000	109,988	75,62		

✓ 5	Raccordo - N. 2	Raggio: 130,000	Lunghezza: 43,486	Elemento	Riferimento	Velocità
✓	Raggio minimo in funzione della velocità	130,000	118,110	60,00		
✓	Lunghezza minima per una corretta percezione	43,486	43,228	62,25		
✓	Raggio minimo dal rettilo precedente	130,000	124,392			

✓ 6	Clotoidi - N. 3	Parametro A: 107,000	Lunghezza: 88,069	Elemento	Riferimento	Velocità
✓	Parametro A minimo da limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	107,000	70,550	72,54		
✓	Parametro A minimo da criterio ottico	107,000	43,333			
✓	Parametro A massimo da criterio ottico	107,000	130,000			
✓	Rapporto parametri A da criterio ottico	0,822	0,867			
✓	Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula esatta	107,000	100,566	72,54		

✓ 7	Rettili - N. 2	Lunghezza: 94,276	Elemento	Riferimento	Velocità
✓	Lunghezza minima	94,276	62,403	68,27	
✓	Lunghezza massima	94,276	1501,917	68,27	

8 Clotoide - N. 4		Parametro A: 75,000	Lunghezza: 45,000	Elemento	Riferimento	Velocità
✓	Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula approssimata	75,000		75,000	50,844	49,20
✓	Parametro A minimo da limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	75,000		75,000	56,975	49,20
✓	Parametro A minimo da criterio ottico	75,000		75,000	41,667	
✓	Parametro A massimo da criterio ottico	75,000		75,000	125,000	
✓	Rapporto parametri A da criterio ottico	1,500		1,500	0,667	
✓	Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula esatta	75,000		75,000	41,911	49,20

9 Raccordo - N. 3		Raggio: 125,000	Lunghezza: 30,077	Elemento	Riferimento	Velocità
✓	Raggio minimo in funzione della velocità	125,000		125,000	118,110	60,00
✓	Lunghezza minima per una corretta percezione	30,077		30,077	27,851	40,11
✓	Raggio minimo dal rettifilo precedente	125,000		125,000	94,276	
✓	Raggio minimo dal rettifilo successivo	125,000		125,000	17,209	

10 Clotoide - N. 5		Parametro A: 50,000	Lunghezza: 20,000	Elemento	Riferimento	Velocità
✓	Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula approssimata	50,000		50,000	24,309	34,02
✓	Parametro A minimo da limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	50,000		50,000	47,377	34,02
✓	Parametro A minimo da criterio ottico	50,000		50,000	41,667	
✓	Parametro A massimo da criterio ottico	50,000		50,000	125,000	
✓	Rapporto parametri A da criterio ottico	0,667		0,667	0,667	
✓	Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula esatta	50,000		50,000	14,758	34,02

11 Rettifilo - N. 3		Lunghezza: 17,209	Elemento	Riferimento	Velocità
⚠	Lunghezza minima	17,209	17,209	30,000	30,79
✓	Lunghezza massima	17,209	17,209	677,357	30,79

5.1.3 ASSE C

Dati generali asse	
Tipo piattaforma:	Carreggiata singola
Posizione asse:	Centro
Tipo normativa:	ITA - Normativa stradale 2002 - Italia
Tipo strada:	C2 - Extraurbana secondaria
Velocità minima:	60,00
Velocità massima:	100,00

1 Rettifilo - N. 1		Lunghezza: 45,849	Elemento	Riferimento	Velocità
✓	Lunghezza minima	45,849	45,849	30,000	37,44
✓	Lunghezza massima	45,849	45,849	823,653	37,44

2 Clotoide - N. 1		Parametro A: 110,000	Lunghezza: 77,564	Elemento	Riferimento	Velocità
✓	Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula approssimata	110,000		110,000	47,640	47,63
✓	Parametro A minimo da limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	110,000		110,000	62,622	47,63
✓	Parametro A minimo da criterio ottico	110,000		110,000	52,000	
✓	Parametro A massimo da criterio ottico	110,000		110,000	156,000	
✓	Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula esatta	110,000		110,000	36,436	47,63

3 Raccordo - N. 1		Raggio: 156,000	Lunghezza: 45,580	Elemento	Riferimento	Velocità
✓	Raggio minimo in funzione della velocità	156,000		156,000	118,110	60,00
✓	Lunghezza minima per una corretta percezione	45,580		45,580	25,765	37,10
✓	Raggio minimo dal rettifilo precedente	156,000		156,000	45,849	

5.2 VERIFICA DELL'ANDAMENTO ALTIMETRICO

5.2.1 ASSE A

Dati generali profilo				
Tipo piattaforma:	Carreggiata singola			
Posizione asse:	Centro			
Tipo normativa:	ITA - Normativa stradale 2002 - Italia			
Tipo strada:	C2 - Extraurbana secondaria			
Velocità minima:	60,00 km/h			
Velocità massima:	100,00 km/h			

✓ 1 Livellotta - N. 1	Pendenza: -0,020 v/h	Elemento	Riferimento	Velocità
● Pendenza massima		0,020 v/h	0,070 v/h	

✓ 2 Parabola - N. 1	Raggio: 150,000 m Lunghezza: 3,991 m	Elemento	Riferimento	Velocità
● Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		150,000 m	40,000 m	
● Raggio minimo comfort accelerazione verticale		150,000 m	115,741 m	30,00 km/h
● Raggio minimo da visibilità (con Distanza di arresto)		150,000 m	0,000 m	30,00 km/h

✓ 3 Livellotta - N. 2	Pendenza: 0,006 v/h	Elemento	Riferimento	Velocità
● Pendenza massima		0,006 v/h	0,070 v/h	

✓ 4 Parabola - N. 2	Raggio: 5000,000 m Lunghezza: 85,444 m	Elemento	Riferimento	Velocità
● Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		5000,000 m	20,000 m	
● Raggio minimo comfort accelerazione verticale		5000,000 m	383,782 m	54,63 km/h
● Raggio minimo da visibilità (con Distanza di arresto)		5000,000 m	1038,811 m	54,63 km/h

✓ 5 Livellotta - N. 3	Pendenza: -0,011 v/h	Elemento	Riferimento	Velocità
● Pendenza massima		0,011 v/h	0,070 v/h	

✓ 6 Parabola - N. 3	Raggio: 5000,000 m Lunghezza: 23,119 m	Elemento	Riferimento	Velocità
● Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		5000,000 m	40,000 m	
● Raggio minimo comfort accelerazione verticale		5000,000 m	606,217 m	68,66 km/h
● Raggio minimo da visibilità (con Distanza di arresto)		5000,000 m	0,000 m	68,66 km/h

✓ 7 Livellotta - N. 4	Pendenza: -0,006 v/h	Elemento	Riferimento	Velocità
● Pendenza massima		0,006 v/h	0,070 v/h	

✓ 8 Parabola - N. 4	Raggio: 300,000 m Lunghezza: 7,865 m	Elemento	Riferimento	Velocità
● Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		300,000 m	40,000 m	
● Raggio minimo comfort accelerazione verticale		300,000 m	115,741 m	30,00 km/h
● Raggio minimo da visibilità (con Distanza di arresto)		300,000 m	0,000 m	30,00 km/h

✓ 9 Livellotta - N. 5	Pendenza: 0,020 v/h	Elemento	Riferimento	Velocità
● Pendenza massima		0,020 v/h	0,070 v/h	

5.2.2 ASSE B

Dati generali profilo				
Tipo piattaforma:	Carreggiata singola			
Posizione asse:	Centro			
Tipo normativa:	ITA - Normativa stradale 2002 - Italia			
Tipo strada:	C2 - Extraurbana secondaria			
Velocità minima:	60,00 km/h			
Velocità massima:	100,00 km/h			
<hr/>				
✓ 1 Livelletta - N. 1	Pendenza: -0,020 v/h	Elemento	Riferimento	Velocità
● Pendenza massima		0,020 v/h	0,070 v/h	
<hr/>				
✓ 2 Parabola - N. 1	Raggio: 200,000 m Lunghezza: 6,186 m	Elemento	Riferimento	Velocità
● Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		200,000 m	40,000 m	
● Raggio minimo comfort accelerazione verticale		200,000 m	115,741 m	30,00 km/h
● Raggio minimo da visibilità (con Distanza di arresto)		200,000 m	0,000 m	30,00 km/h
<hr/>				
✓ 3 Livelletta - N. 2	Pendenza: 0,011 v/h	Elemento	Riferimento	Velocità
● Pendenza massima		0,011 v/h	0,070 v/h	
<hr/>				
✓ 4 Parabola - N. 2	Raggio: 1500,000 m Lunghezza: 5,828 m	Elemento	Riferimento	Velocità
● Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		1500,000 m	40,000 m	
● Raggio minimo comfort accelerazione verticale		1500,000 m	161,584 m	35,45 km/h
● Raggio minimo da visibilità (con Distanza di arresto)		1500,000 m	0,000 m	35,45 km/h
<hr/>				
✓ 5 Livelletta - N. 3	Pendenza: 0,015 v/h	Elemento	Riferimento	Velocità
● Pendenza massima		0,015 v/h	0,070 v/h	
<hr/>				
✓ 6 Parabola - N. 3	Raggio: 1450,000 m Lunghezza: 79,766 m	Elemento	Riferimento	Velocità
● Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		1450,000 m	20,000 m	
● Raggio minimo comfort accelerazione verticale		1450,000 m	450,208 m	59,17 km/h
● Raggio minimo da visibilità (con Distanza di arresto)		1450,000 m	1378,815 m	59,17 km/h
<hr/>				
✓ 7 Livelletta - N. 4	Pendenza: -0,040 v/h	Elemento	Riferimento	Velocità
● Pendenza massima		0,040 v/h	0,070 v/h	
<hr/>				
✓ 8 Parabola - N. 4	Raggio: 1965,000 m Lunghezza: 67,715 m	Elemento	Riferimento	Velocità
● Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		1965,000 m	40,000 m	
● Raggio minimo comfort accelerazione verticale		1965,000 m	681,774 m	72,81 km/h
● Raggio minimo da visibilità (con Distanza di arresto)		1965,000 m	1960,573 m	72,81 km/h
<hr/>				
✓ 9 Livelletta - N. 5	Pendenza: -0,006 v/h	Elemento	Riferimento	Velocità
● Pendenza massima		0,006 v/h	0,070 v/h	
<hr/>				
✓ 10 Parabola - N. 5	Raggio: 2831,339 m Lunghezza: 131,831 m	Elemento	Riferimento	Velocità
● Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		2831,000 m	40,000 m	

✓ Raggio minimo comfort accelerazione verticale	2831,000 m	735,382 m	75,62 km/h
✓ Raggio minimo da visibilità (con Distanza di arresto)	2831,000 m	2367,955 m	75,62 km/h

✓ 11 Livelletta - N. 6	Pendenza: 0,041 v/h	Elemento	Riferimento	Velocità
✓ Pendenza massima		0,041 v/h	0,070 v/h	

✓ 12 Parabola - N. 6	Raggio: 2000,000 m Lunghezza: 42,058 m	Elemento	Riferimento	Velocità
✓ Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		2000,000 m	20,000 m	
✓ Raggio minimo comfort accelerazione verticale		2000,000 m	210,743 m	40,48 km/h
✓ Raggio minimo da visibilità (con Distanza di arresto)		2000,000 m	466,323 m	40,48 km/h
✓ Raggio minimo da visibilità (con Distanza di Sorpasso e di Cambio corsia)		2000,000 m	1480,779 m	40,48 km/h

✓ 13 Livelletta - N. 7	Pendenza: 0,020 v/h	Elemento	Riferimento	Velocità
✓ Pendenza massima		0,020 v/h	0,070 v/h	

5.2.3 ASSE C

Dati generali profilo	
Tipo piattaforma:	Carreggiata singola
Posizione asse:	Centro
Tipo normativa:	ITA - Normativa stradale 2002 - Italia
Tipo strada:	C2 - Extraurbana secondaria
Velocità minima:	60,00 km/h
Velocità massima:	100,00 km/h

✓ 1 Livelletta - N. 1	Pendenza: -0,020 v/h	Elemento	Riferimento	Velocità
✓ Pendenza massima		0,020 v/h	0,070 v/h	

⚠ 2 Parabola - N. 1	Raggio: 150,000 m Lunghezza: 11,185 m	Elemento	Riferimento	Velocità
✓ Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		150,000 m	40,000 m	
✓ Raggio minimo comfort accelerazione verticale		150,000 m	115,741 m	30,00 km/h
⊘ Raggio minimo da visibilità (con Distanza di arresto)		150,000 m	413,867 m	30,00 km/h

✓ 3 Livelletta - N. 2	Pendenza: 0,055 v/h	Elemento	Riferimento	Velocità
✓ Pendenza massima		0,055 v/h	0,070 v/h	

✓ 4 Parabola - N. 2	Raggio: 1000,000 m Lunghezza: 9,679 m	Elemento	Riferimento	Velocità
✓ Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		1000,000 m	40,000 m	
✓ Raggio minimo comfort accelerazione verticale		1000,000 m	252,018 m	44,27 km/h
✓ Raggio minimo da visibilità (con Distanza di arresto)		1000,000 m	0,000 m	44,27 km/h

✓ 5 Livelletta - N. 3	Pendenza: 0,064 v/h	Elemento	Riferimento	Velocità
✓ Pendenza massima		0,064 v/h	0,070 v/h	

✓ 6 Parabola - N. 3	Raggio: 750,000 m Lunghezza: 33,181 m	Elemento	Riferimento	Velocità
✓ Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		750,000 m	20,000 m	
✓ Raggio minimo comfort accelerazione verticale		750,000 m	152,928 m	34,48 km/h

✓ 7 Livelletta - N. 4	Pendenza: 0,020 v/h	Elemento	Riferimento	Velocità
✓ Pendenza massima		0,020 v/h	0,070 v/h	

In merito all'elemento 2 Parabola n.1 si riscontra che non viene verificato il criterio di "Raggio minimo di visibilità (con distanza di arresto)". Tale mancata verifica è stata accolta nel progetto in quanto poco significativa; si tratta infatti di una sacca di progetto di raccordo tra l'Asse C di progetto (asse in adeguamento) e l'intersezione, tale

sacca è posta nei 10 m che precedono/seguono l'intersezione e può pertanto considerarsi parte integrante dell'intersezione stessa. In questo tratto infatti il progetto prevede la realizzazione dell'isola divisionale di raccordo tra la viabilità e la rotonda.

In aggiunta a quanto già indicato, si precisa che la verifica normativa in questione è una verifica legata alla visibilità per l'arresto notturno, che scongiura la possibilità che un veicolo di fronte ad un ostacolo non lo riesca ad illuminare con il fascio luminoso dei fari e quindi identificare in un tempo utile ad eseguire la manovra di arresto; tale circostanza nel caso di progetto viene superata in quanto l'intersezione di progetto risulta provvista di impianto di illuminazione.

5.3 VERIFICA DI VISIBILITA'

La distanza di visuale libera risulta sempre compatibile con la distanza necessaria per l'arresto.

Per ottemperare a tale verifica è stato necessario inserire nel tratto Asse B un allargamento della banchina, di valore massimo pari a 5.75m, tra le progressive 861.00 e 1041.33.

Per maggiori dettagli si rimanda al diagramma delle visuali libere riportate nel profilo di progetto all'interno del seguente elaborato grafico:

0407_P00PS00TRAFP01B	Profilo longitudinale - Diagramma velocità - Diagramma visuali libere
----------------------	---

6 VIABILITA' SECONDARIE

Per maggiori dettagli si rimanda ai seguenti elaborati grafici di dettaglio del presente Progetto Definitivo:

0414_S00PS00TRAPP01B	Viabilità secondaria 01 - Planimetria di progetto, tracciamento, profilo e sezioni tipo
0415_S00PS00TRAPP02B	Viabilità secondaria 02 - Planimetria di progetto, tracciamento, profilo e sezioni tipo
0416_S00PS00TRASZ01B	Quaderno delle sezioni

6.1 VS01

La viabilità secondario denominata VS01 si sviluppa a partire dal sottopasso ferroviario di Via Debbia Nuova per proseguire in direzione nord-ovest, attraversa il Canal Magro con un nuovo ponte di progetto, e prosegue fino a riconnettersi con la viabilità esistente ad ovest del Canal Magro. Il tracciato si sviluppa per un totale di circa 210m; partendo da Via della Debbia Nuova per i primi 90m circa ricalca il tracciato della viabilità vicinale esistente (ad oggi senza sfondo) per poi proseguire con curva e controcurva in modo di attraversare il Canal Magro perpendicolarmente. Per i successivi 30 m il tracciato prosegue con nuova curva e controcurva fino a tornare sulla sede di viabilità esistente ad ovest e ricucirsi. Lungo il tracciato si incontrano diversi accessi privati che saranno mantenuti.

Dal punto di vista altimetrico la VS01 ricalca, per i tratti di ricucitura est ed ovest, il profilo delle viabilità al contorno; mentre sale di quota verso il Canal Magro, con livellette di pendenza pari al 10%, per raggiungere la quota di attraversamento a 25.00m slm compatibile con i livelli idraulici di piena del Canale.

La sezione tipologica è costituita da una carreggiata stradale con corsie di larghezza 2.75m e banchine di 0.25m per un'estensione trasversale totale di 6.00m. Sul lato est il progetto prevede la realizzazione di un marciapiede di larghezza pari a 1.50m; al margine saranno realizzati arginelli in terra e scarpate rinverdate con pendenza naturale 3 su 2. Nel tratto a est prima del ponte sul Canal Magro la scarpata viene sostituita da un muretto di sottoscarpa. Completano la sezione la messa in opera di barriere di sicurezza ove necessario dato la quota viaria innalzata rispetto al piano di campagna (si veda il capitolo dedicato alle barriere di sicurezza per maggiori informazioni).

Nel tratto ad ovest del Canale la VS01 si ricuce con la viabilità esistente, il progetto prevede la ripavimentazione di quest'ultima per un tratto di circa 80m fino a giungere alla nuova pipa di ritorno a circolazione rotatoria in corrispondenza del taglio del tratto Asse B su questa viabilità comunale esistente.

Le viabilità secondarie sono state classificate dal punto di vista normativo quali "strade locali a destinazione particolare"; al fine di svolgere le verifiche plano-altimetriche per valutare le caratteristiche geometriche dell'asse in oggetto quest'ultimo è stato assimilato ad una strada di categoria F urbana locale. Data la natura di "ricucitura" della VS01, al fine di non intercludere alcuni fondi privati, è stata scelta un range di velocità di progetto limitato tra 25 e 40 km/h. Si riportano di seguito i report delle verifiche effettuate.

6.1.1 VERIFICHE PLANIMETRICHE

Dati generali asse				
Tipo piattaforma:	Carreggiata singola			
Posizione asse:	Centro			
Tipo normativa:	ITA - Normativa stradale 2002 - Italia			
Tipo strada:	F - Locale urbana			
Velocità minima:	25,00			
Velocità massima:	40,00			

1 Rettifilo - N. 1				
Lunghezza: 2,683		Elemento	Riferimento	Velocità
🚫 Lunghezza minima		2,683	30,000	40,00
✅ Lunghezza massima		2,683	880,000	40,00

2 Raccordo - N. 1				
Raggio: 105,000 Lunghezza: 63,828		Elemento	Riferimento	Velocità
✅ Raggio minimo in funzione della velocità		105,000	19,299	25,00
✅ Lunghezza minima per una corretta percezione		63,828	27,778	40,00
✅ Raggio minimo dal rettifilo precedente		105,000	2,683	

3 Rettifilo - N. 2				
Lunghezza: 32,464		Elemento	Riferimento	Velocità
✅ Lunghezza minima		32,464	30,000	40,00
✅ Lunghezza massima		32,464	880,000	40,00

4 Raccordo - N. 2				
Raggio: 33,000 Lunghezza: 16,821		Elemento	Riferimento	Velocità
✅ Raggio minimo in funzione della velocità		33,000	19,299	25,00
🚫 Lunghezza minima per una corretta percezione		16,821	22,483	32,38
✅ Raggio minimo dal rettifilo precedente		33,000	32,464	

5 Rettifilo - N. 3				
Lunghezza: 7,841		Elemento	Riferimento	Velocità
🚫 Lunghezza minima		7,841	30,000	28,25
✅ Lunghezza massima		7,841	821,434	28,25

6 Raccordo - N. 3				
Raggio: 20,000 Lunghezza: 15,910		Elemento	Riferimento	Velocità
✅ Raggio minimo in funzione della velocità		20,000	19,299	25,00
🚫 Lunghezza minima per una corretta percezione		15,910	17,663	25,43
✅ Raggio minimo dal rettifilo precedente		20,000	7,841	
✅ Raggio minimo dal rettifilo successivo		20,000	18,851	

7 Rettifilo - N. 4				
Lunghezza: 18,851		Elemento	Riferimento	Velocità
🚫 Lunghezza minima		18,851	30,000	30,34
✅ Lunghezza massima		18,851	667,384	30,34

8 Raccordo - N. 4				
Raggio: 25,000 Lunghezza: 6,136		Elemento	Riferimento	Velocità
✅ Raggio minimo in funzione della velocità		25,000	19,299	25,00
🚫 Lunghezza minima per una corretta percezione		6,136	19,675	28,33
✅ Raggio minimo dal rettifilo successivo		25,000	16,041	

9 Rettifilo - N. 5		Lunghezza: 16,041	Elemento	Riferimento	Velocità
	Lunghezza minima		16,041	30,000	31,13
	Lunghezza massima		16,041	684,832	31,13

10 Raccordo - N. 5		Raggio: 25,000 Lunghezza: 8,029	Elemento	Riferimento	Velocità
	Raggio minimo in funzione della velocità		25,000	19,299	25,00
	Lunghezza minima per una corretta percezione		8,029	19,675	28,33
	Raggio minimo dal rettifilo precedente		25,000	16,041	
	Raggio minimo dal rettifilo successivo		25,000	17,278	

11 Rettifilo - N. 6		Lunghezza: 17,278	Elemento	Riferimento	Velocità
	Lunghezza minima		17,278	30,000	34,07
	Lunghezza massima		17,278	749,601	34,07

Dai precedenti report delle verifiche planimetriche si nota che le verifiche non soddisfatte riguardano lo sviluppo minimo dei vari elementi del tracciato. Essendo la VS01 un tratto di adeguamento della viabilità esistente ad est del Canal Magro e di ricucitura con la viabilità esistente ad ovest del corso d'acqua; non risulta possibile migliorare lo sviluppo dei singoli elementi del tracciato in quanto lo spazio a disposizione è dato dalle suddette viabilità e dallo stesso Canal Magro, mentre il tracciamento scelto è dettato da esigenze di carattere idraulico al fine di ottimizzare il nuovo ponte di attraversamento sul corso d'acqua.

Al fine di verificare l'effettiva fruibilità da parte degli automobilisti di tale tracciato di progetto sono state svolte delle verifiche di iscrizione dei mezzi in curva lungo il tracciato. Le simulazioni sono state condotte tramite l'ausilio del software Vehicle Tracking (componente aggiuntivo di Autodesk Civil 3D). Dato che la VS01 è stata progettata per consentire di raggiungere alcuni fondi privati abitativi altrimenti interclusi si è scelto di considerare come veicolo di progetto un van da 7.5 ton lunghezza 7.20m e larghezza 2.20m. Si riporta di seguito il risultato di tali simulazioni in termini di ingombri su planimetria di progetto:

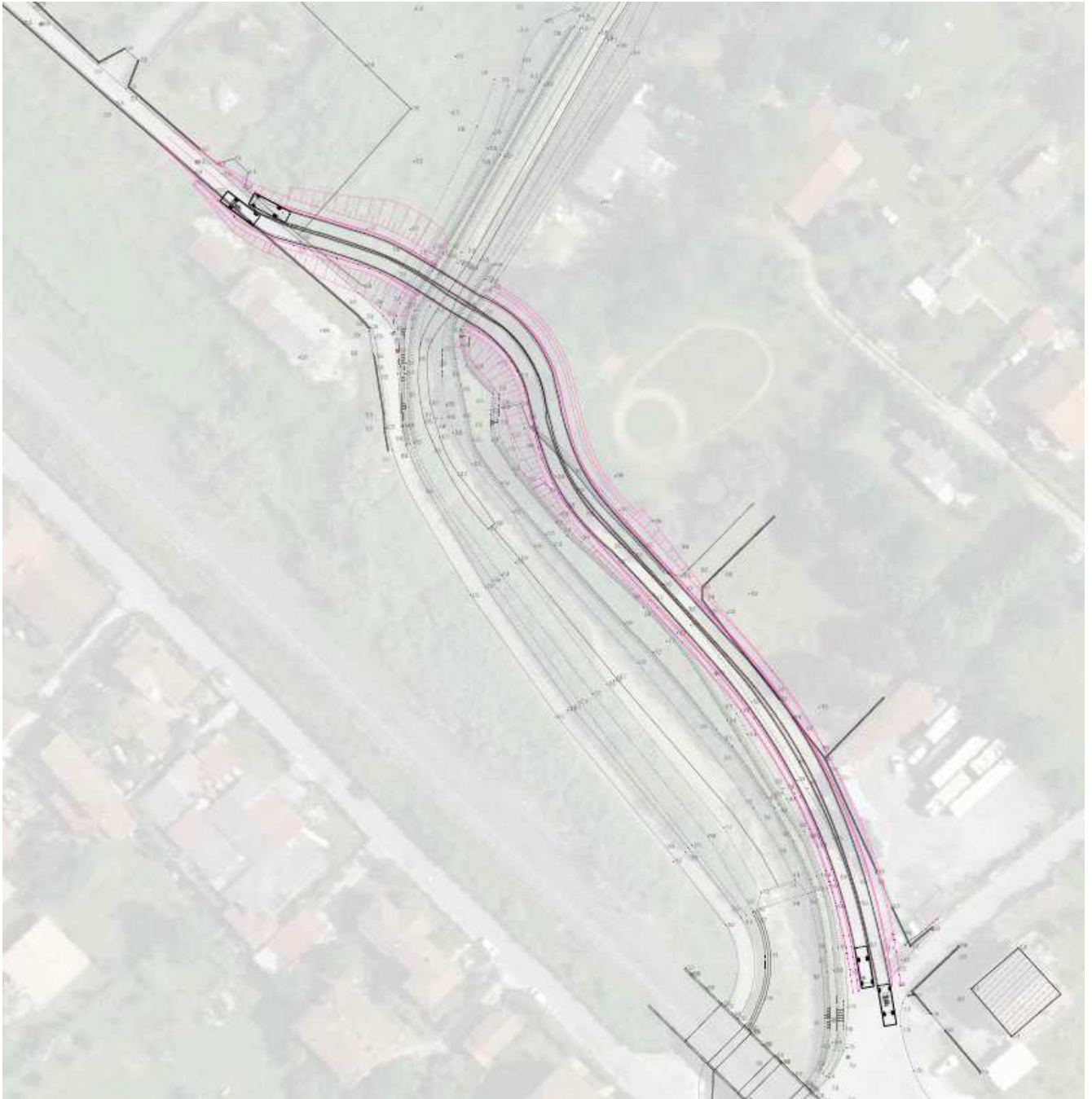


Figura 6 – Iscrizione mezzi su planimetria di progetto

Nella precedente figura si riporta, in colore nero, li ingombri di due mezzi che si scambiano in direzioni opposte lungo la sede stradale di progetto, in colore magenta; si nota che i due mezzi considerati riescono ad inscrivere in curva restando all'interno della propria corsia di progetto senza invadere lo spazio del mezzo che viaggia in direzione opposta.

6.1.2 VERIFICHE ALTIMETRICHE

Dati generali profilo				
Tipo piattaforma:	Carreggiata singola			
Posizione asse:	Centro			
Tipo normativa:	ITA - Normativa stradale 2002 - Italia			
Tipo strada:	F - Locale urbana			
Velocità minima:	25,00 km/h			
Velocità massima:	40,00 km/h			

✓ 1 Livelletta - N. 1	Pendenza: 0,036 v/h	Elemento	Riferimento	Velocità
🟢 Pendenza massima		0,036 v/h	0,100 v/h	

✓ 2 Parabola - N. 1	Raggio: 1000,000 m Lunghezza: 17,812 m	Elemento	Riferimento	Velocità
🟢 Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		1000,000 m	20,000 m	
🟢 Raggio minimo comfort accelerazione verticale		1000,000 m	205,761 m	40,00 km/h

✓ 3 Livelletta - N. 2	Pendenza: 0,019 v/h	Elemento	Riferimento	Velocità
🟢 Pendenza massima		0,019 v/h	0,100 v/h	

✓ 4 Parabola - N. 2	Raggio: 740,000 m Lunghezza: 60,302 m	Elemento	Riferimento	Velocità
🟢 Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		740,000 m	40,000 m	
🟢 Raggio minimo comfort accelerazione verticale		740,000 m	205,761 m	40,00 km/h
🟢 Raggio minimo da visibilità (con Distanza di arresto)		740,000 m	735,352 m	40,00 km/h

✓ 5 Livelletta - N. 3	Pendenza: 0,100 v/h	Elemento	Riferimento	Velocità
🟢 Pendenza massima		0,100 v/h	0,100 v/h	

✓ 6 Parabola - N. 3	Raggio: 170,000 m Lunghezza: 17,028 m	Elemento	Riferimento	Velocità
🟢 Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		170,000 m	20,000 m	
🟢 Raggio minimo comfort accelerazione verticale		170,000 m	86,586 m	25,95 km/h

✓ 7 Livelletta - N. 4	Pendenza: 0,000 v/h	Elemento	Riferimento	Velocità
🟢 Pendenza massima		0,000 v/h	0,100 v/h	

✓ 8 Parabola - N. 4	Raggio: 250,000 m Lunghezza: 25,042 m	Elemento	Riferimento	Velocità
🟢 Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		250,000 m	20,000 m	
🟢 Raggio minimo comfort accelerazione verticale		250,000 m	124,814 m	31,13 km/h

✓ 9 Livelletta - N. 5	Pendenza: -0,100 v/h	Elemento	Riferimento	Velocità
🟢 Pendenza massima		0,100 v/h	0,100 v/h	

⚠ 10 Parabola - N. 5	Raggio: 250,000 m Lunghezza: 26,207 m	Elemento	Riferimento	Velocità
🟢 Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		250,000 m	40,000 m	
🟢 Raggio minimo comfort accelerazione verticale		250,000 m	142,088 m	33,24 km/h
🔴 Raggio minimo da visibilità (con Distanza di arresto)		250,000 m	441,093 m	33,24 km/h

Dai precedenti report delle verifiche altimetriche si nota che le verifiche risultano tutte soddisfatte fatta eccezione per l'ultima parabola di raccordo; tale elemento costituisce in ogni caso il raccordo con la viabilità esistente ad ovest.

6.2 VS02

La viabilità secondario denominata VS02 può essere considerata l'estensione della VS01 in quanto si sviluppa a partire dalla pipa di ritorno precedentemente descritta.

Il tracciato si sviluppa per circa 88m in modo da connettersi alla viabilità di accesso al fondo di monte altrimenti intercluso. La VS02 si sviluppa al piede del corpo stradale del tratto principale Asse B; il rilevato è in questa zona contenuto da un muretto di sottoscarpa (denominato OS.06) ed il tracciato secondario in esame si sviluppa come perfettamente parallelo al paramento dell'opera di sostegno.

La sezione tipo è rappresentata da una carreggiata carrabile di larghezza totale pari a 4.00m; dal punto di vista altimetrico il tratto si sviluppa sulle quote del piano campagna attuale.

6.3 VS03

La viabilità secondario denominata VS03 ricalca una strada vicinale che partendo da Via delle Jare raggiunge due nuclei abitativi. Il tracciato planimetricamente ricalca la strada vicinale esistente con andamento pseudo-parallelo rispetto al Canal Magro. Si sviluppa per circa 134m da nord verso sud, all'intersezione con il nuovo corpo stradale dell'Asse B la VS03 sottopassa la viabilità principale all'interno della spalla scatolare del ponte di progetto sul Canal Magro. Risulta evidente che per sottopassare l'Asse B il profilo altimetrico deve scendere rispetto alle quote attuali; la livelletta di progetto scende con pendenza costante pari a -0.09 fino ad attraversare la spalla-scatolare alla quota viaria di 28.77m s.l.m. e raggiungere i due accessi privati da servire.

La sezione tipologica di progetto riporta una larghezza totale di carreggiata carrabile pari a 6.00m (luce utile della spalla-scatolare richiesta da ANAS), fatta eccezione per il primo tratto di monte di sviluppo 45m dove si sviluppa sulla sede viaria attuale di larghezza pari a 3.00m. Il dislivello rispetto alle quote di piano campagna viene realizzato con scarpata di sterro naturale di pendenza 1 su 1 fino a quanto il dislivello stesso è minore uguale di 1.50m; nei tratti di profondità maggiore saranno realizzati dei muri di sostegno in c.a. sia in destra che sinistra.

6.4 VS04

La viabilità secondario denominata VS04 si sviluppa a partire da Via delle Jare per ricongiungere la viabilità podereale che allo stato attuale si immette direttamente sulla sede stradale oggetto di sviluppo del tratto di progetto Asse C. L'innesto a raso su Via delle Jare si trova a circa 25m dalla rotatoria R03. Tale viabilità secondaria si sviluppa per circa 102m in parallelismo alla sede della rotatoria e dell'intersezione dell'Asse C sulla stessa.

Dal punto di vista altimetrico il profilo segue il più possibile il piano campagna per minimizzare i movimenti di materia; lo stesso piano campagna sviluppa un punto di minimo lungo il tracciato. Il profilo di progetto scende e sale questo impluvio morfologico con livellette di pendenza massima 0.11.

La sezione tipo è rappresentata da una carreggiata carrabile di larghezza totale pari a 4.00m e raccordi con scapata naturale 3 su 2 dove è presente un dislivello.

7 INTERSEZIONI

Per maggiori dettagli si rimanda ai seguenti elaborati grafici del presente Progetto Definitivo:

0410_T00PS00TRAPP01A	Rotatoria "R.01" - "R.02" - Planimetria di progetto, tracciamento e profilo
0411_T00PS00TRAPP02A	Rotatoria "R.02" - "R.03" - Planimetria di progetto, tracciamento e profilo
0412_T00PS00TRAST02A	Rotatoria "R.01", "R.02", "R.03", "R.04" - Sezioni tipo
0413_T00PS00TRASZ01A	Quaderno delle sezioni

7.1 ROTATORIA R01

La rotatoria a tre bracci che collega la viabilità principale (tratto Asse A) con il sistema viario esistente di Via Pellegrini, Via del Papino, Viale della Repubblica; presenta le seguenti dimensioni:

- Raggio Esterno = 20.00 m;
- Larghezza anello di circolazione = 6.00 m.



Figura 7 – Planimetria Rotatoria R01

La piattaforma pavimentata risulta avere una larghezza pari a 7.50 m costituita da anello di circolazione di 6.00 m, banchina interna di 0.50m e banchina esterna di 1.00 m. La pendenza trasversale dell'anello è ovunque pari al 2.00% verso l'esterno.

I bracci di ingresso e uscita della rotatoria presentano le seguenti caratteristiche:

Bracci di ingresso

- Numero corsie = 1
- Larghezza complessiva = 3.50 m

Bracci di uscita

- Numero corsie = 1
- Larghezza complessiva = 4.50 m

Nella tabella seguente si riportano i parametri geometrici caratteristici dell'intersezione di progetto denominata Rotatoria R01. I bracci della rotatoria sono così denominati:

- R01 Ramo 1 : Via Pellegrini
- R01 Ramo 2 : Intersezione Via del Papino-Viale della Repubblica
- Asse A : Tratto di viabilità principale

Rotatoria di progetto	Angoli di deviazione		Braccio	Raggi di entrata		Raggi di uscita	
	Manovra di attraversamento	Angolo di deviazione β [°]		Re1 [m]	Re2 [m]	Ra1 [m]	Ra2 [m]
42	Asse A – Ramo 1	89°	Asse A	100	16	100	20
	Ramo 1 – Asse A	39°	Ramo 1	100	16	100	20
			Ramo 2	25	12	64	15.5

Dove:

- Angoli di deviazione β per la manovra di attraversamento;
- Raggi Re1 ed Re2 dei rami in ingresso;
- Raggi Ra1 e Ra2 dei rami in uscita.

L'angolo di deviazione β per la manovra di attraversamento dal Ramo 1 all'Asse A risulta inferiore al valore minimo raccomandato dalla normativa, pari a 45°. La rotatoria R01 ed il relativo Ramo 1 nascono come intervento di adeguamento di una intersezione esistente e le condizioni al contorno (accessi privati, muri di confine, raccordi con viabilità esistente) non permettono di incrementare l'angolo di progetto.

Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato grafico 0410_V00PS00TRAPP01B.

Sono state condotte le verifiche di manovra/iscrizione dei mezzi pesanti in corrispondenza dell'intersezione. Tale simulazione sono state condotte tramite l'ausilio del software Vehicle Tracking (componente aggiuntivo di Autodesk Civil 3D) considerando come veicolo di progetto un autoarticolato lunghezza 16.50m e larghezza 2.55m. Si riporta di seguito il risultato di tali simulazioni in termini di ingombri su planimetria di progetto:

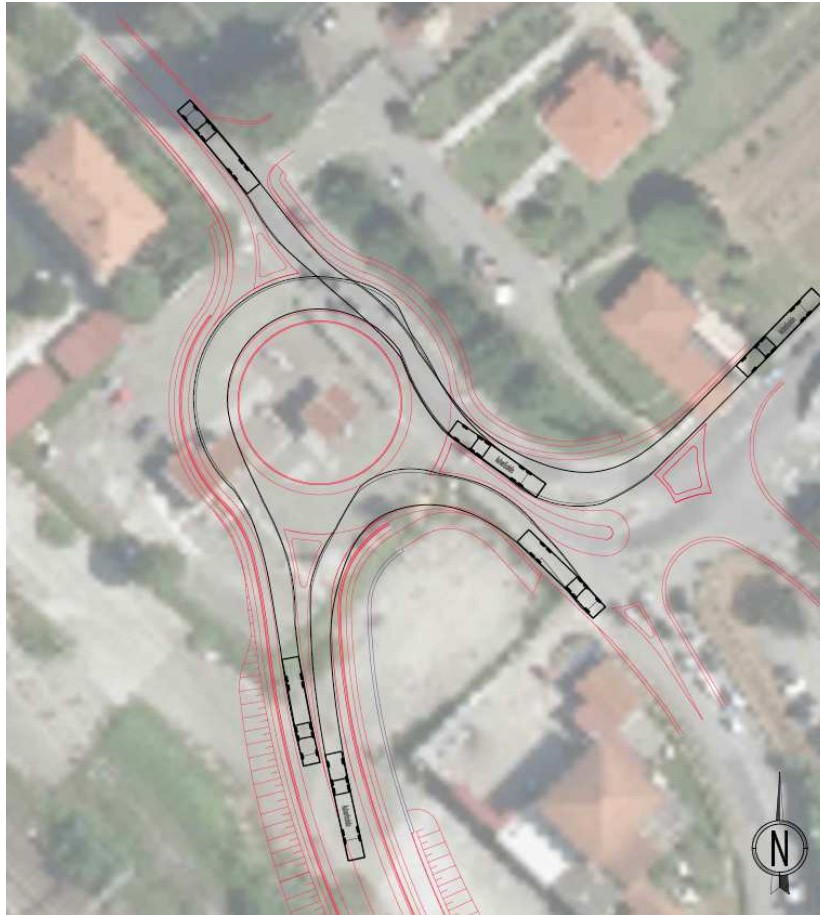


Figura 8 – Manovre mezzi pesanti Rotatoria R01

Da tali simulazioni si evince che le manovre dei mezzi pesanti sono verificate all'interno della carreggiata di progetto.

7.2 ROTATORIA R02

La rotatoria a tre bracci che divide il tratto Asse A dal tratto Asse B e collega la variante di progetto con Via delle Gorine; presenta le seguenti dimensioni:

- Raggio Esterno = 22.00 m;
- Larghezza anello di circolazione = 6.00 m.

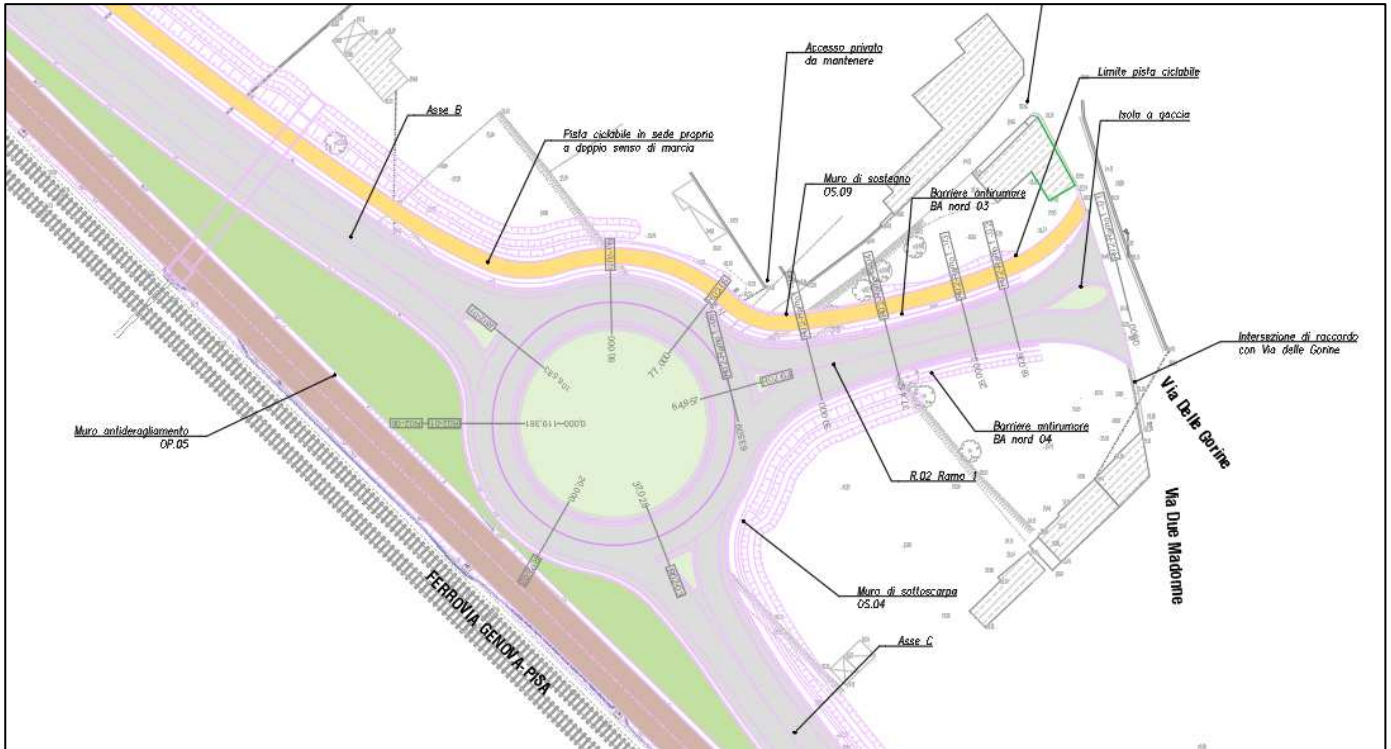


Figura 9 – Planimetria Rotatoria R02

La piattaforma pavimentata risulta avere una larghezza pari a 7.50 m costituita da anello di circolazione di 6.00 m, banchina interna di 0.50m e banchina esterna di 1.00 m. La pendenza trasversale dell'anello è ovunque pari al 2.00% verso l'esterno.

I bracci di ingresso e uscita della rotatoria presentano le seguenti caratteristiche:

Bracci di ingresso

- Numero corsie = 1
- Larghezza complessiva = 3.50 m

Bracci di uscita

- Numero corsie = 1
- Larghezza complessiva = 4.50 m

Nella tabella seguente si riportano i parametri geometrici caratteristici dell'intersezione di progetto denominata Rotatoria R02. I bracci della rotatoria sono così denominati:

- Asse A : Tratto ovest di viabilità principale
- Asse B : Tratto est di viabilità principale
- R02 Ramo 1 : collegamento a Via delle Gorine

Rotatoria di progetto	Angoli di deviazione		Braccio	Raggi di entrata		Raggi di uscita	
	Manovra di attraversamento	Angolo di deviazione β [°]		Nome	Re1 [m]	Re2 [m]	Ra1 [m]
46	Asse A – Asse B	45°	Asse A	100	16	100	20
	Asse B – Asse A	100°	Asse B	100	16	100	20
			Ramo 1	100	16	100	20

Dove:

- Angoli di deviazione β per la manovra di attraversamento;
- Raggi Re1 ed Re2 dei rami in ingresso;
- Raggi Ra1 e Ra2 dei rami in uscita.

Gli angoli di deviazione β per la manovra di attraversamento risultano superiori o uguali al valore minimo raccomandato dalla normativa, pari a 45°. Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato grafico 0410_V00PS00TRAPP01B.

Sono state condotte le verifiche di manovra/iscrizione dei mezzi pesanti in corrispondenza dell'intersezione. Tale simulazione sono state condotte tramite l'ausili del software Vehicle Tracking (componente aggiuntivo di Autodesk Civil 3D) considerando come veicolo di progetto un autoarticolato lunghezza 16.50m e larghezza 2.55m. Si riporta di seguito il risultato di tali simulazioni in termini di ingombri su planimetria di progetto:

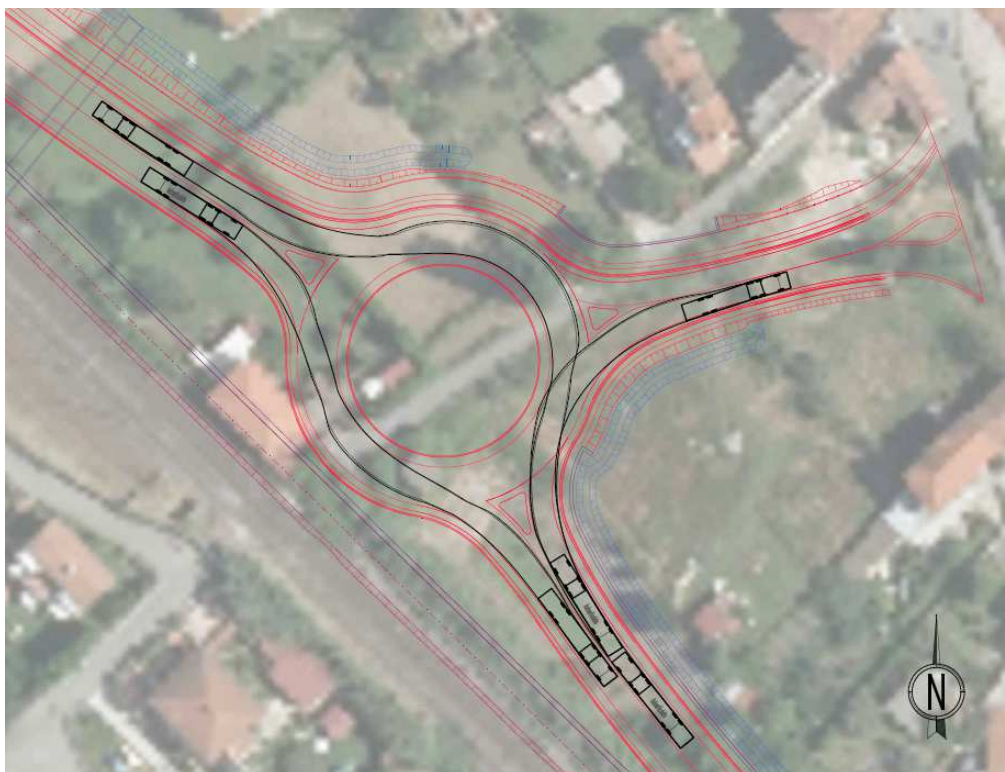


Figura 10 – Manovre mezzi pesanti Rotatoria R01

Da tali simulazioni si evince che le manovre dei mezzi pesanti sono verificate all'interno della carreggiata di progetto.

7.3 ROTATORIA R03

La rotatoria a tre bracci che divide il tratto Asse B dal tratto Asse C e collega la variante di progetto con Via delle Jare (raccordo per la zona del Mercato Ortofrutticolo); presenta le seguenti dimensioni:

- Raggio Esterno = 22.00 m;
- Larghezza anello di circolazione = 6.00 m.

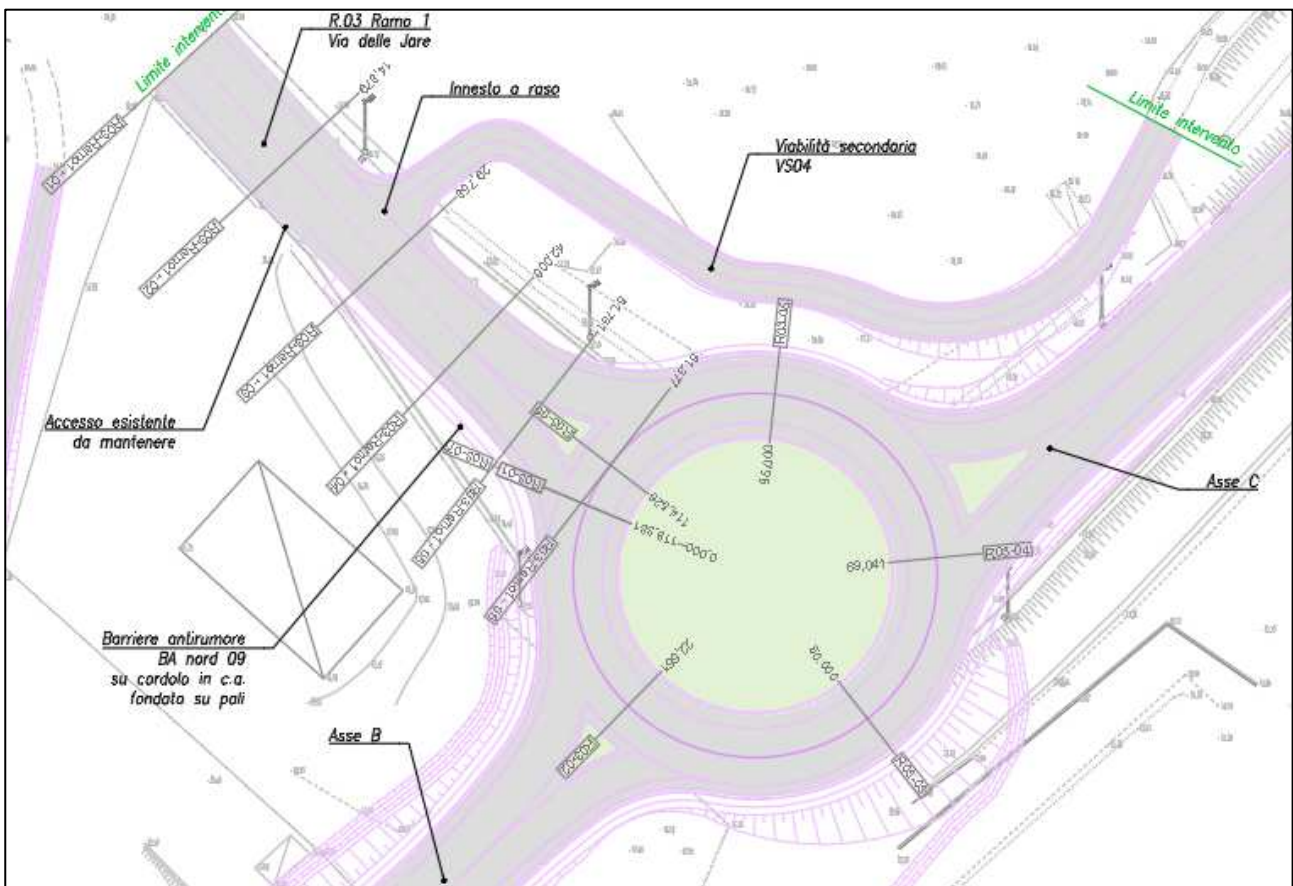


Figura 11 – Planimetria Rotatoria R03

La piattaforma pavimentata risulta avere una larghezza pari a 7.50 m costituita da anello di circolazione di 6.00 m, banchina interna di 0.50m e banchina esterna di 1.00 m. La pendenza trasversale dell'anello è ovunque pari al 2.00% verso l'esterno.

I bracci di ingresso e uscita della rotatoria presentano le seguenti caratteristiche:

Bracci di ingresso

- Numero corsie = 1
- Larghezza complessiva = 3.50 m

Bracci di uscita

- Numero corsie = 1
- Larghezza complessiva = 4.50 m

Nella tabella seguente si riportano i parametri geometrici caratteristici dell'intersezione di progetto denominata Rotatoria R03. I bracci della rotatoria sono così denominati:

- Asse B : Tratto ovest di viabilità principale
- Asse C : Tratto est di viabilità principale
- R03 Ramo 1 : Via delle Jare, collegamento con la zona del mercato

Rotatoria di progetto	Angoli di deviazione		Braccio	Raggi di entrata		Raggi di uscita	
	Manovra di attraversamento	Angolo di deviazione β [°]		Re1 [m]	Re2 [m]	Ra1 [m]	Ra2 [m]
46	Asse B – Asse C	45°	Asse B	100	16	100	20
	Asse C – Asse B	93°	Asse C	100	16	100	20
			Ramo 1	65	16	65	20

Dove:

- Angoli di deviazione β per la manovra di attraversamento;
- Raggi Re1 ed Re2 dei rami in ingresso;
- Raggi Ra1 e Ra2 dei rami in uscita.

Gli angoli di deviazione β per la manovra di attraversamento risultano superiori al valore minimo raccomandato dalla normativa, pari a 45°. Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato grafico 04111_V00PS00TRAPP02B.

Sono state condotte le verifiche di manovra/iscrizione dei mezzi pesanti in corrispondenza dell'intersezione. Tale simulazione sono state condotte tramite l'ausili del software Vehicle Tracking (componente aggiuntivo di Autodesk Civil 3D) considerando come veicolo di progetto un autoarticolato lunghezza 16.50m e larghezza 2.55m. Si riporta di seguito il risultato di tali simulazioni in termini di ingombri su planimetria di progetto:

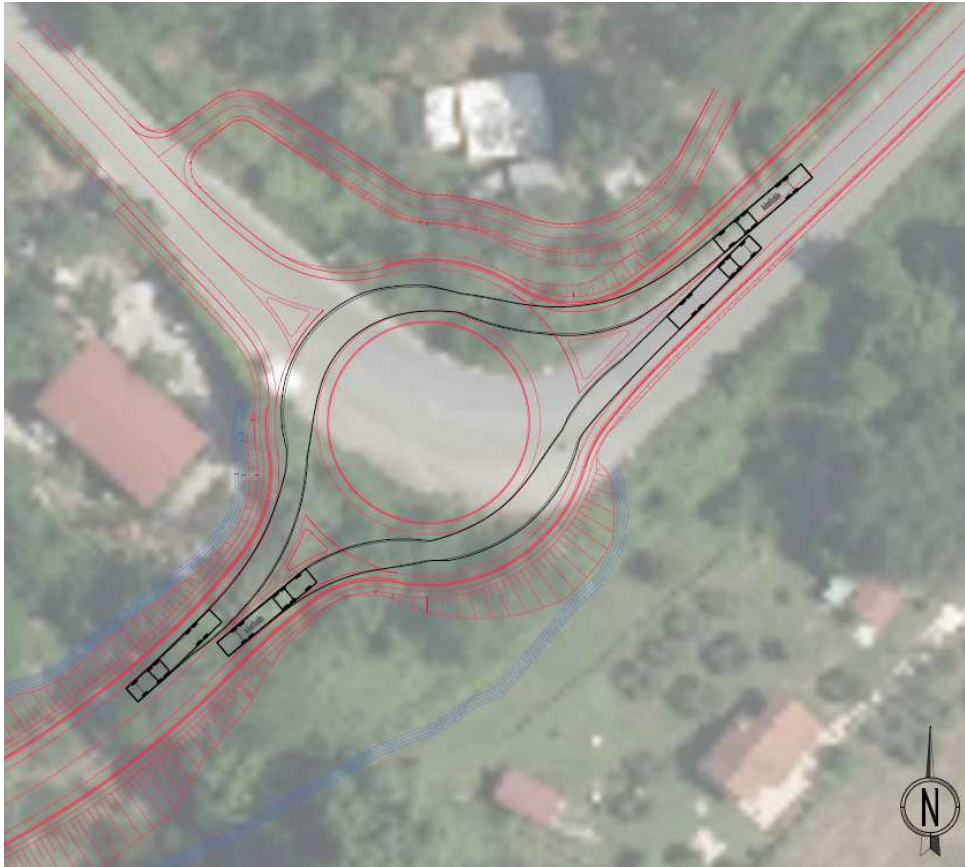


Figura 12 – Manovre mezzi pesanti Rotatoria R01

Da tali simulazioni si evince che le manovre dei mezzi pesanti sono verificate all'interno della carreggiata di progetto.

7.4 ROTATORIA R04

La rotatoria a quattro bracci che collega la viabilità principale Asse C con il percorso esistente della Via Aurelia e permette l'ingresso al plesso ospedalieri; presenta le seguenti dimensioni:

- Raggio Esterno = 24.00 m;
- Larghezza anello di circolazione = 6.00 m.

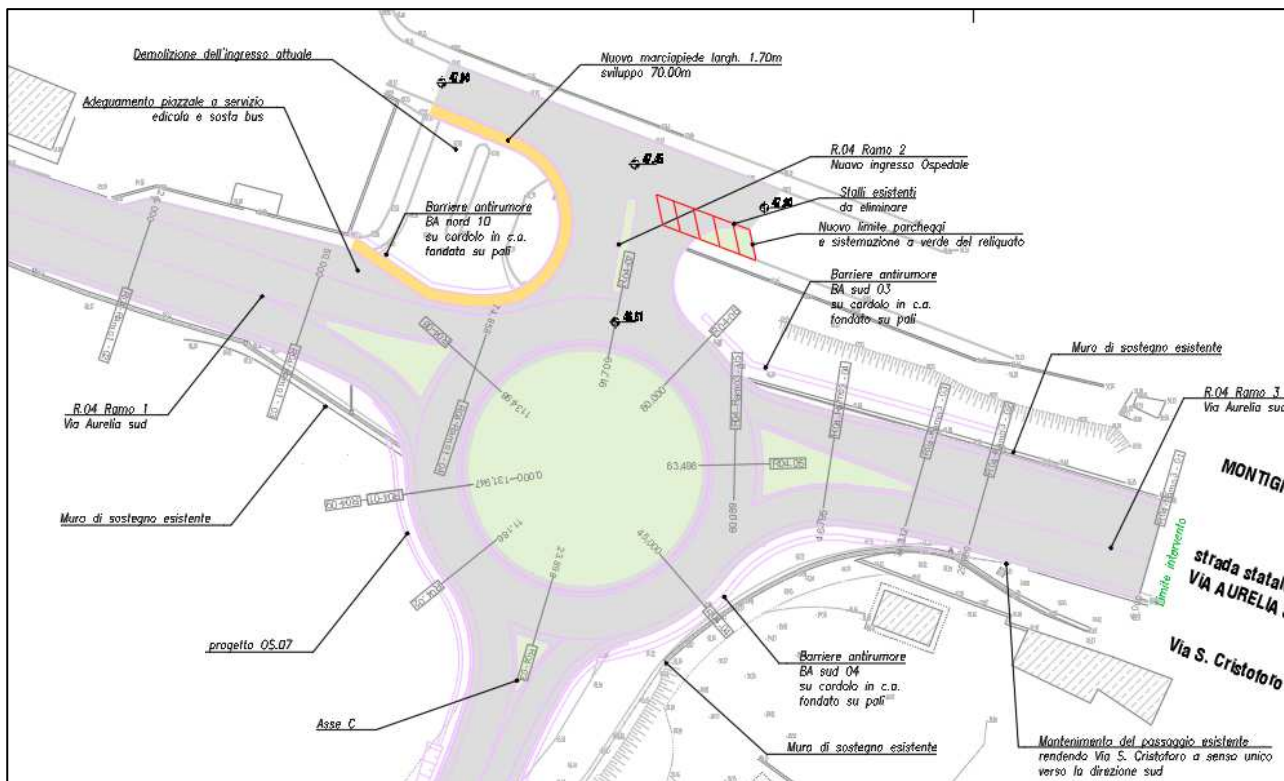


Figura 13 – Planimetria Rotatoria R04

La piattaforma pavimentata risulta avere una larghezza pari a 7.50 m costituita da anello di circolazione di 6.00 m, banchina interna di 0.50m e banchina esterna di 1.00 m. La pendenza trasversale dell'anello è ovunque pari al 2.00% verso l'esterno.

I bracci di ingresso e uscita della rotatoria presentano le seguenti caratteristiche:

Bracci di ingresso

- Numero corsie = 1
- Larghezza complessiva = 3.50 m

Bracci di uscita

- Numero corsie = 1
- Larghezza complessiva = 4.50 m

Nella tabella seguente si riportano i parametri geometrici caratteristici dell'intersezione di progetto denominata Rotatoria R04. I bracci della rotatoria sono così denominati:

- Asse C : Tratto finale della viabilità principale di progetto
- R04 Ram0 1 : Via Aurelia, lato ovest
- R04 Ram0 1 : Accesso al plesso ospedaliero
- R04 Ram0 3 : Via Aurelia, lato est

Rotatoria di progetto	Angoli di deviazione		Braccio	Raggi di entrata		Raggi di uscita	
	Manovra di attraversamento	Angolo di deviazione β [°]		Nome	Re1 [m]	Re2 [m]	Ra1 [m]
50			Asse B	100	16	100	20
			Ramo 2	-	12.65	-	8.90
	Ramo 1 – Ramo 3	100°	Ramo 1	100	16	100	20
	Ramo 3 – Ramo 1	32°	Ramo 3	100	16	100	20

Dove:

- Angoli di deviazione β per la manovra di attraversamento;
- Raggi Re1 ed Re2 dei rami in ingresso;
- Raggi Ra1 e Ra2 dei rami in uscita.

Gli angoli di deviazione β per la manovra di attraversamento risultano superiori al valore minimo raccomandato dalla normativa, pari a 45°; fatta eccezione per la manovra di attraversamento da Ramo 3 a Ramo 1. La rotatoria R04 ed entrambi i Rami 1 e 3 nascono come intervento di adeguamento di una intersezione esistente e le condizioni al contorno (accessi privati, muri di sottoscarpa, raccordi con i tratti esistenti della Via Aurelia) non permettono di incrementare l'angolo di progetto.

Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato grafico 0411_V00PS00TRAPP02B.

Sono state condotte le verifiche di manovra/iscrizione dei mezzi pesanti in corrispondenza dell'intersezione. Tale simulazione sono state condotte tramite l'ausili del software Vehicle Tracking (componente aggiuntivo di Autodesk Civil 3D) considerando come veicolo di progetto un autoarticolato lunghezza 16.50m e larghezza 2.55m. Si riporta di seguito il risultato di tali simulazioni in termini di ingombri su planimetria di progetto:

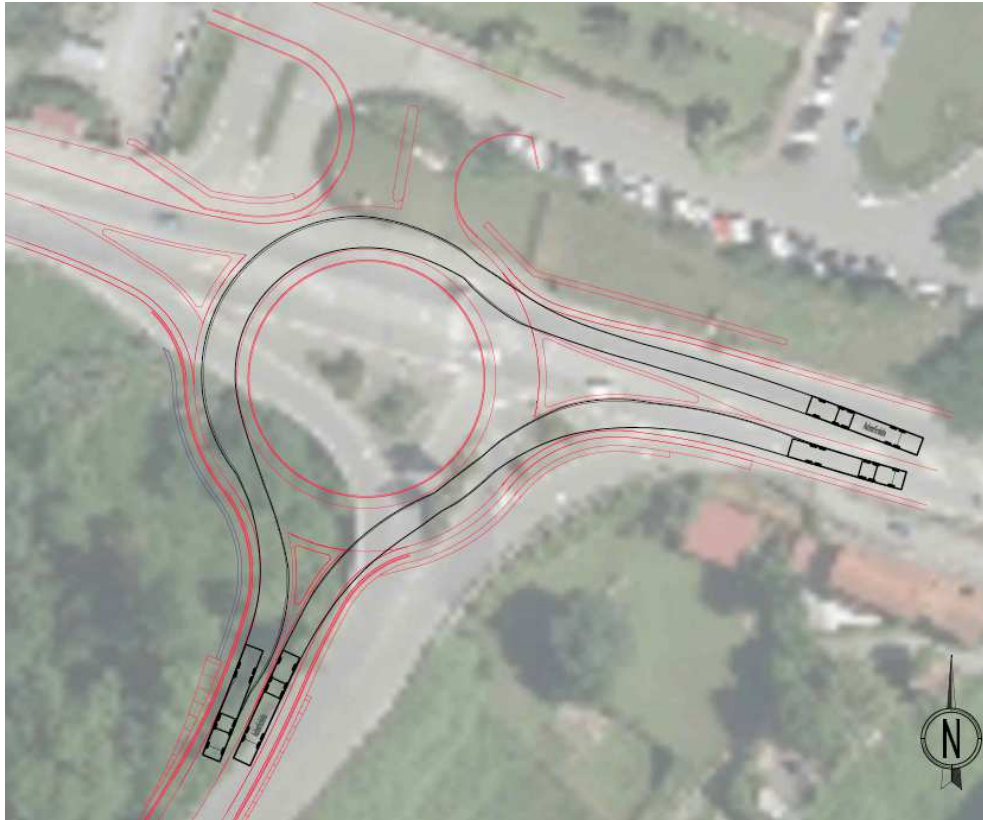


Figura 14 – Manovre mezzi pesanti Rotatoria R01

Da tali simulazioni si evince che le manovre dei mezzi pesanti sono verificate all'interno della carreggiata di progetto.

7.5 RAMI DI SVINCOLO

Tutti i rami di svincolo dalle rotonde di progetto, fatta eccezione per i rami rappresentati dai tratti di viabilità principale e per il tratto R02 Ramo 1, costituiscono assi di ricucitura con sedi stradali esistenti ed, in linea generale, mantengono le caratteristiche geometriche delle sedi attuali con minime riconformazioni della carreggiata.

Merita un discorso a parte l'asse R01 ramo 2, tale svincolo non è costituito da una vera e propria strada bensì rappresenta la soluzione adottata, dopo vari confronti con ANAS e con il Comune di Massa, per risolvere il difficile incrocio delle viabilità che si innestano in tale zona (Via delle Gorine, Via del Papino, Viale della Repubblica e Via Pellegrini). Tale ramo può essere descritto come un tratto "a circolazione rotatoria" che permette il flusso tra le sedi viarie sopra elencate evitando le pericolose svolte a sinistra.

Il tratto R02 Ramo 1 permette invece di collegare la viabilità principale con la sede esistente di Via delle Gorine. Tale svincolo si sviluppa rettilineo per circa 40m prima di immettersi quindi perpendicolarmente su Via delle Gorine tramite un'intersezione a raso con isola divisionale a goccia per permettere tutti i tipi di manovra. La sezione stradale da larghezza delle corsie pari a 3.00m e banchina esterna pavimentata di 0.50m, ottenendo una carreggiata viaria di larghezza totale pari a 7.00m.

7.6 VISIBILITA' INTERSEZIONI

7.6.1 ROTATORIE

Sono state effettuate le verifiche di visibilità ai sensi del DM 19/04/2006 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”. La norma al cap. 4.6 riporta che: *Negli incroci a rotatoria, i conducenti che si avvicinano alla rotatoria devono vedere i veicoli che percorrono l’anello centrale al fine di cedere ad essi la precedenza o eventualmente arrestarsi; sarà sufficiente una visione completamente libera sulla sinistra per un quarto dello sviluppo dell’intero anello, secondo la costruzione geometrica riportata in Figura 12, posizionando l’osservatore a 15 metri dalla linea che delimita il bordo esterno dell’anello giratorio.*

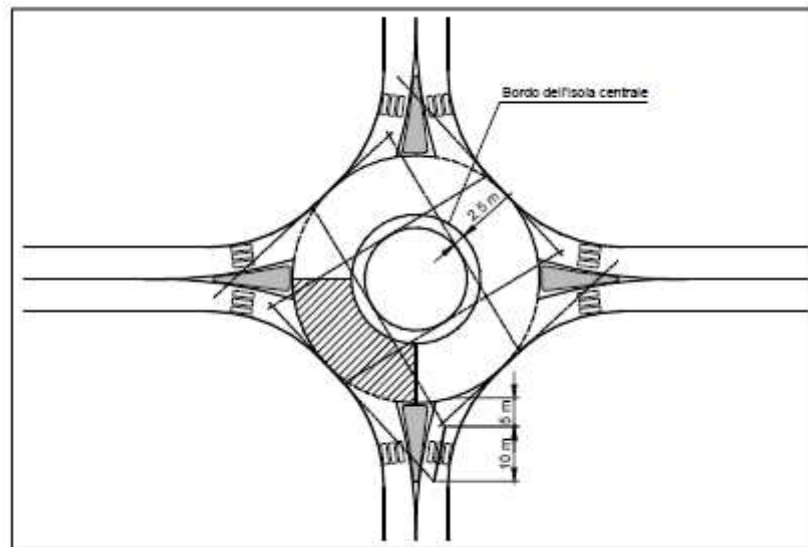


Figura 15 – Figura 12 del DM 19/04/2006

Il soddisfacimento del criterio di visibilità a sinistra serve ad assicurare, agli utenti prossimi all’immissione in rotatoria, la percezione dei veicoli all’interno della corona in tempo per modificare la propria velocità e quindi cedere il passaggio o eventualmente immettersi nell’anello.

Sono state costruite le aree di visibilità per le quattro rotatorie di progetto al fine di verificare l’assenza di ostacoli in tali zone. Si evidenziano nelle seguenti figure tali aree sulla planimetria di progetto. Come indicato in normativa si considerano ostacoli per la visibilità oggetti isolati aventi la massima dimensione planimetrica superiore a 0.8 m. Si nota che le aree di visibilità risultano sempre libere da ostacoli di dimensione planimetrica superiore a 0.8m e quindi le verifiche possono essere considerate soddisfatte.

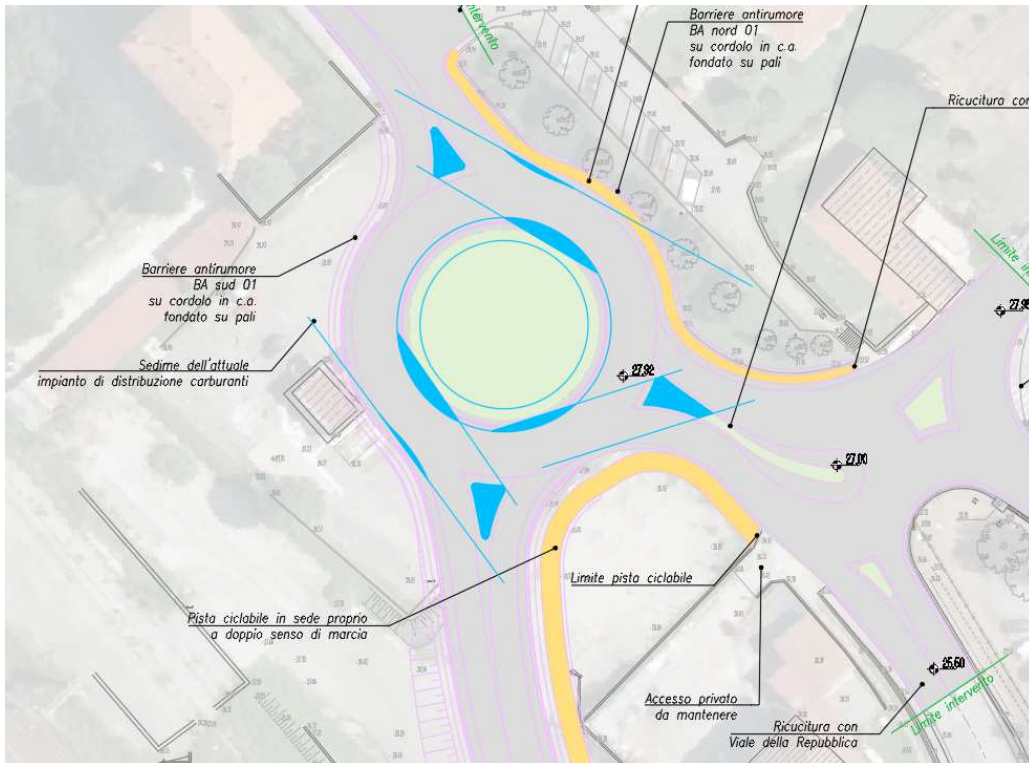


Figura 16 – Rotatoria R01 – Aree di visibilità in colore azzurro

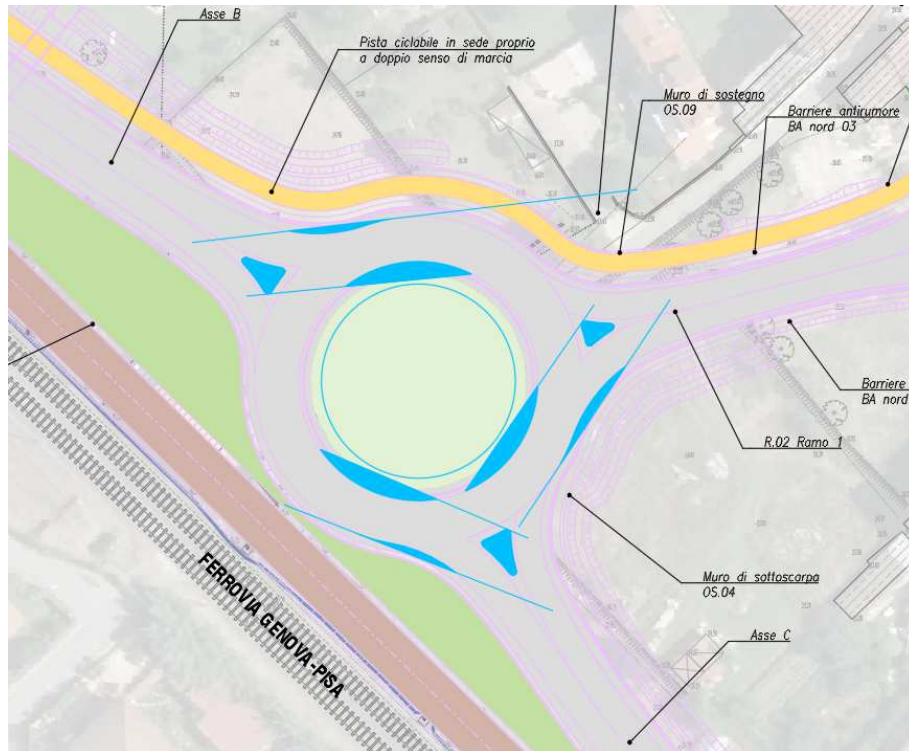


Figura 17 – Rotatoria R02 – Aree di visibilità in colore azzurro

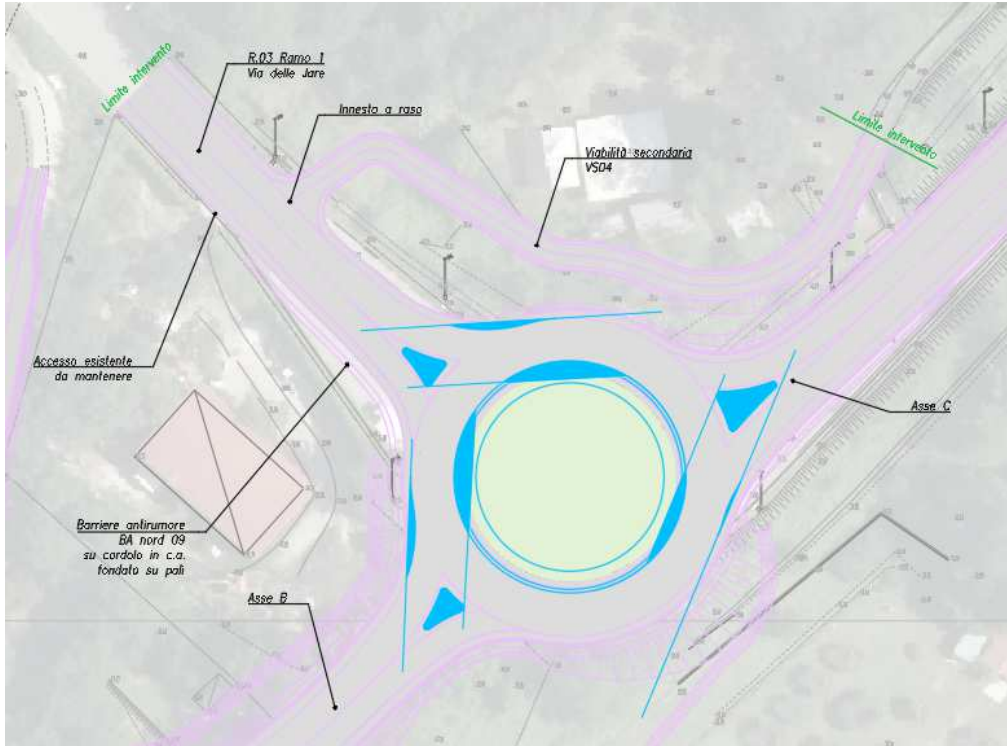


Figura 18 – Rotatoria R03 – Aree di visibilità in colore azzurro

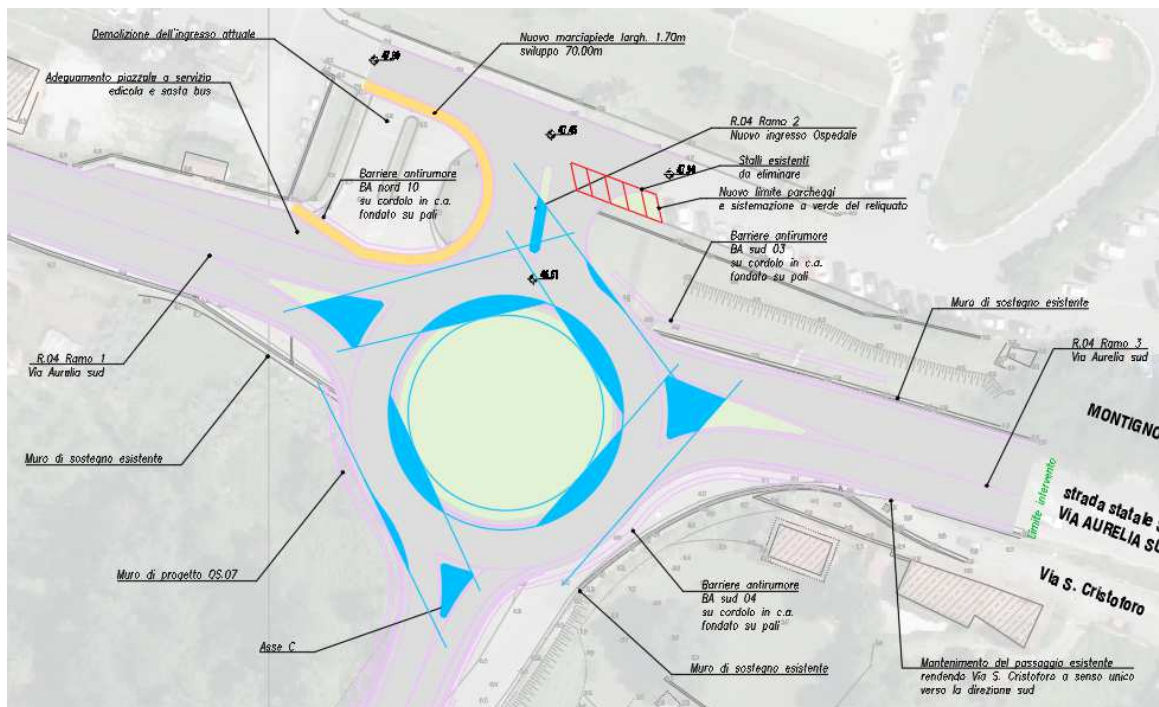


Figura 19 – Rotatoria R03 – Aree di visibilità in colore azzurro

7.6.2 ALTRE INTERSEZIONI

Sono state effettuate le verifiche di visibilità ai sensi del DM 19/04/2006 anche per quanto riguarda le seguenti intersezioni a raso tra viabilità di progetto e strade esistenti:

- Intersezione a “T” tra Ramo 01 R02 e Via delle Gorine;
- Intersezione a “T” tra VS01 e Via Debbia Nuova;
- Intersezione a “T” tra VS04 e Via Jare;

Le verifiche vengono sviluppate secondo il criterio dei triangoli di visibilità relativi ai punti di conflitto di intersezione generati dalle correnti veicolari. Si definiscono “triangoli di visibilità” le zone all’interno delle quali “non devono esistere ostacoli alla continua e diretta visione reciproca dei veicoli afferenti al punto di intersezione considerato”.

Come già descritto secondo quanto contenuto nel D.M. del 19/04/2006 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali” “si considerano ostacoli per la visibilità oggetti isolati aventi la massima dimensione planimetrica superiore a 0.8m”.

La lunghezza del lato maggiore del triangolo di visibilità si ottiene applicando la seguente espressione:

$$D = v \cdot t$$

D = distanza di visibilità principale [m]; v = velocità di riferimento [m/s]; t = tempo di manovra [s].

Il tempo di manovra definito come “periodo intercorrente tra l’approccio del veicolo nell’area di visibilità dell’incrocio e l’ultimazione della manovra di sgombero relativa al punto di collisione considerato” è fissato dal D.M. del 19/04/2006 pari a 6 secondi per le manovre regolate da segnale di STOP come nel caso in esame.

Si definisce velocità di riferimento il “valore della velocità di progetto caratteristica del tratto considerato”.

Nel caso di regolazione dell’intersezione mediante segnale di STOP il lato minore del triangolo di visibilità si sviluppa per 3m a partire dalla linea d’arresto. Entrambi i lati devono essere misurati lungo gli assi delle corsie interessate come mostrato nella seguente figura.

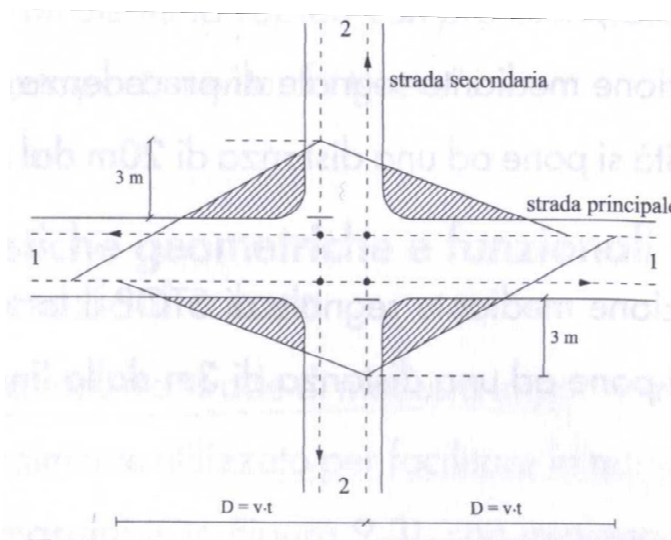


Figura 20 – Triangoli di visibilità per intersezione regolata da segnali di STOP

Nell'intersezione tra la viabilità di progetto Ramo 1 della rotatoria di progetto R02 e Via delle Gorine/Via Due Madonne è inserito il segnale di stop. Dato l'ambito urbano si considera per entrambi i sensi di marcia una velocità di riferimento di 40 km/h che corrisponde ad una lunghezza del lato maggiore del triangoli di visibilità pari a 70m. Dalla seguente figura si evince che il criterio del triangolo non è rispettato a causa della conformazione planimetrica "curva" della strada e degli edifici esistenti. Tali vincoli al contorno non risultano correggibili.

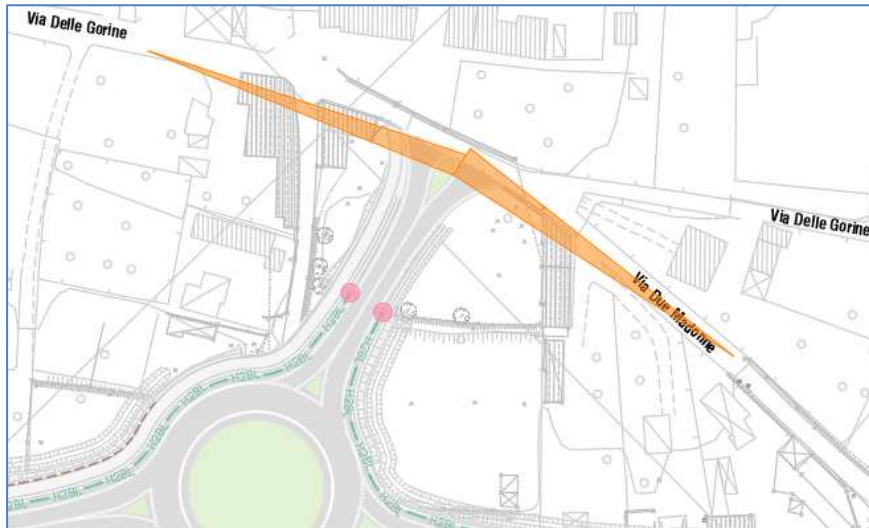


Figura 21 – Triangoli di visibilità per intersezione Ramo 01 - R02

Nell'intersezione tra la viabilità di progetto VS04 e Via delle Jare è inserito il segnale di stop. Dato l'ambito urbano e la vicinanza con la rotatoria di progetto R03 si considera una velocità di riferimento pari a 25 km/h sul lato di Via delle Jare in uscita dalla R03, ed una velocità pari a 40 km/h sul lato di Via delle Jare in entrata. Si ottiene rispettivamente una lunghezza D pari a 45m e 70m. Dalla seguente figura si evince che il criterio del triangolo è rispettato per il lato nord mentre sul lato sud si incontra la corona giratoria di progetto.

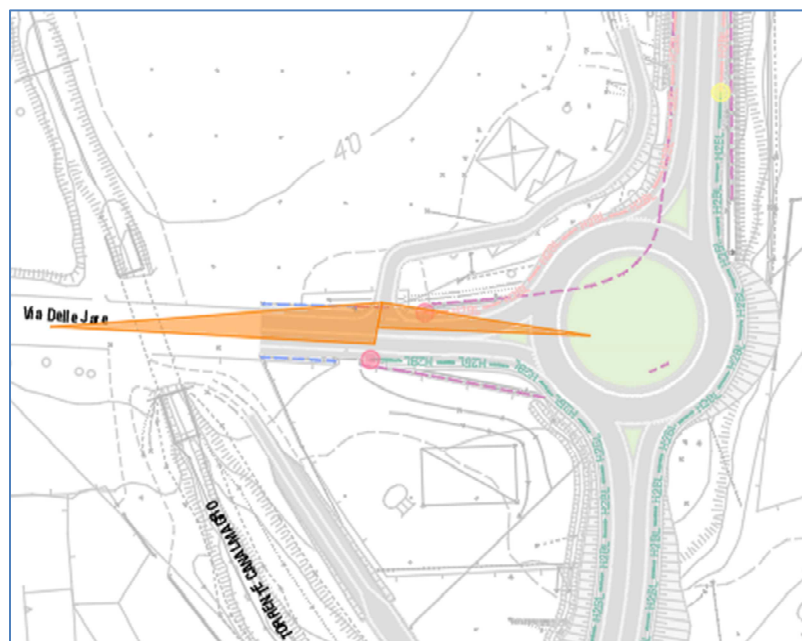


Figura 22 – Triangoli di visibilità per intersezione VS04

Nell'intersezione tra la viabilità di progetto VS01 e la viabilità esistente di Via Debbia Nuova è inserito il segnale di stop. Dato l'ambito urbano ed il sistema stradale al contorno (con sottopasso ferroviario ed incroci esistenti in prossimità) si considera per entrambi i sensi di marcia una velocità di riferimento di 30 km/h che corrisponde ad una lunghezza del lato maggiore del triangolo di visibilità pari a 50m. Dalla seguente figura si evince che il criterio del triangolo è rispettato per il lato est mentre sul lato ovest, verso il sottopasso ferroviario, si incontra l'area dello svincolo esistente.

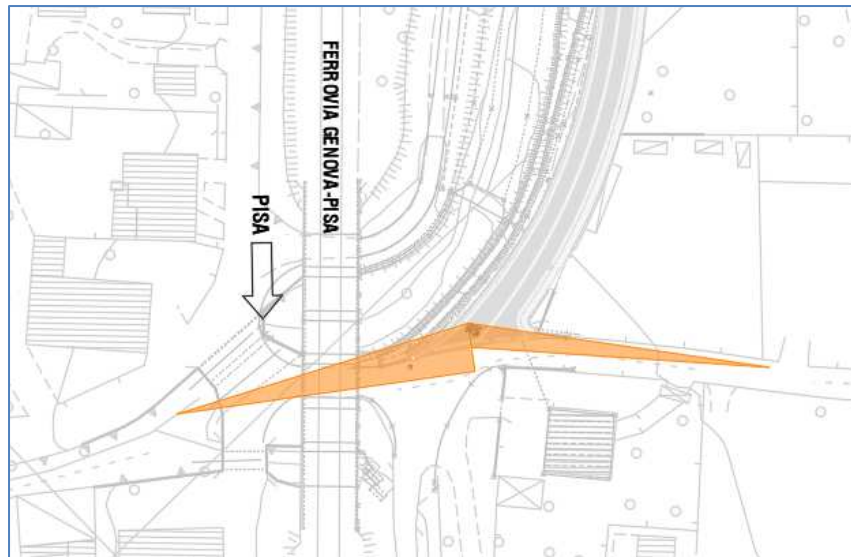


Figura 23 – Triangoli di visibilità per intersezione VS01

8 CORPO STRADALE

8.1 VIABILITA' PRINCIPALE

Per quanto riguarda il tracciato principale i tratti Asse A ed Asse B si sviluppano sempre in rilevato. Esternamente alla carreggiata stradale il progetto prevede la realizzazione degli elementi di raccolta dell'acqua di piattaforma (si vedano gli elaborati specifici del presente Progetto Definitivo), l'installazione, ove presente, delle barriere di sicurezza ed infine, distanziate tramite idonea zona "vuota" rifinita a verde per permettere la larghezza di lavoro dei guard-rail, l'installazione di barriere fonoassorbenti ove necessario. Al piede del corpo stradale, sul lato di monte, è prevista la realizzazione di un fosso di guarda per intercettare le acque di versante.

Per il solo Asse A è presente, esternamente alla barriera fonoassorbente lato monte, la sede della pista ciclabile come descritto nel capitolo relativo della presente relazione.

Il corpo stradale viene delimitato da scarpate rinverdite con pendenza naturale 3 su 2 oppure da muri in c.a. di sottoscarpa dove le condizioni al contorno non permettono lo sviluppo della scarpata. Nei tratti in affiancamento alla linea ferroviaria il corpo stradale viene delimitato dalla realizzazione del muro anti-deragliamento descritto nei capitoli precedenti.

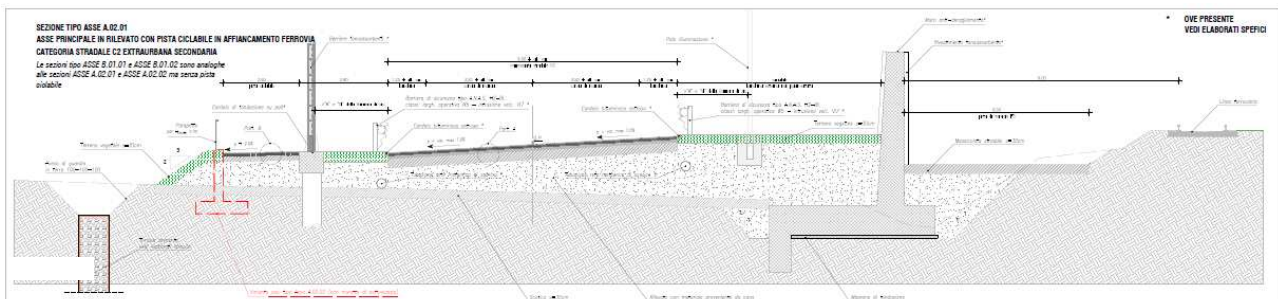


Figura 24 – Sezione stradale tipologica Asse A ed Asse B tratto in affiancamento a ferrovia

Per quanto riguarda il tratto denominato Asse C questo rappresenta un adeguamento della sede stradale esistente e si sviluppa sullo stesso rilevato presente allo stato attuale riconformato per ottenere la nuova larghezza di strada categoria C2. Al margine della carreggiata saranno installate le nuove barriere di sicurezza di progetto.

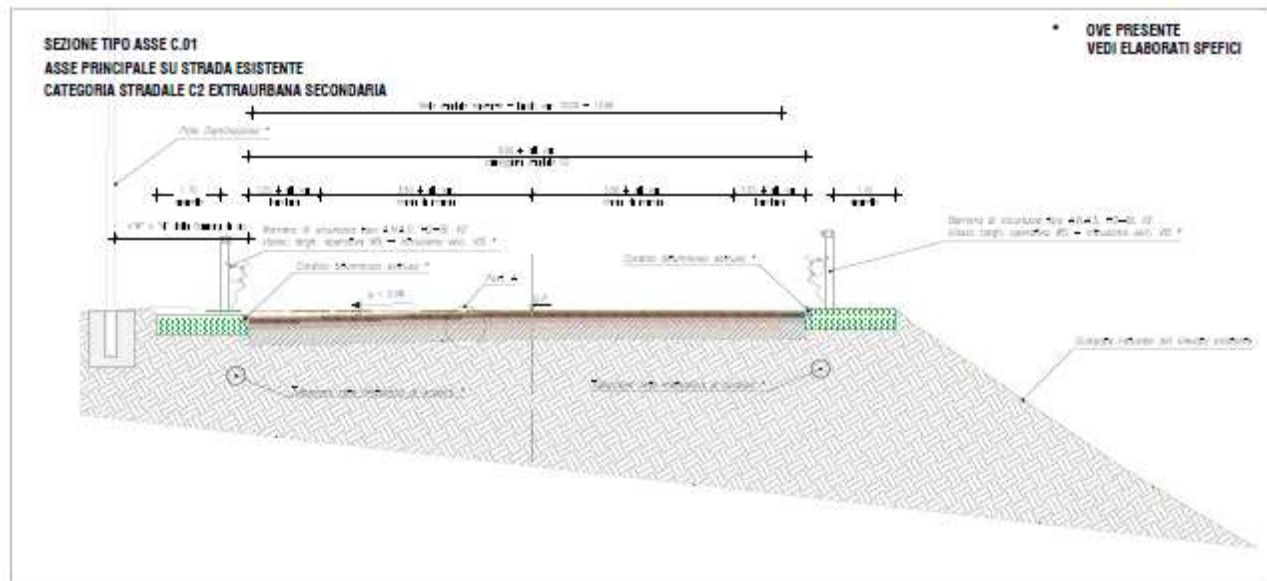


Figura 25 – Sezione stradale tipologica Asse C su rilevato stradale esistente

La realizzazione di tutti i rilevati prevede lo scotico del piano di posa sul piano campagna per uno spessore medio di 30cm, il solido stradale sarà realizzato con idoneo materiale arido di cava mentre le scarpate naturali saranno rinverdite con stesa di uno strato di 30cm di terreno (si potrà riusare per questa operazione parte dei volumi scoticati). Per maggiori informazioni si rimanda alla *Relazione geotecnica e sismica 0216_T00GE00GETRE01A* del presente progetto definitivo.

8.2 ROTATORIE

Il corpo stradale della rotatoria rappresenta differenze di tipologia tra le stesse.

Per quanto riguarda le intersezioni R01 e R04 queste sono realizzate su zona asfaltate esistenti (la R01 nella zona dell'area di servizio carburanti e la R04 in corrispondenza dell'attuale intersezione sulla Via Aurelia) con quote di progetto prossime allo stato attuale al fine di permettere la ricucitura degli svincoli sulle viabilità esistenti.

Per queste ragioni il corpo stradale presenta la demolizione del pacchetto stradale esistente, spessori minimi di materiale da rilevato al fine di ottenere le quote di progetto, ed infine ovviamente la sovrastruttura stradale.

Ove necessario sono previsti li stessi elementi marginali precedentemente descritti (raccolta acqua di piattaforma, barriere di sicurezza e barriere fonoassorbenti). Nei tratti di intersezione il progetto prevede l'illuminazione delle sedi viarie e quindi saranno installati i necessari pali (vedi per maggiori dettagli l'elaborato 1204_TO0IM00IMPST01A Sezioni impianti tecnologici e illuminazione).

Nella zona centrale della rotatoria sarà realizzata un'area verde con re-impiego di parte del materiale derivante dalle operazioni di scotico; sul margine esterno, dove si creerebbero delle zone di reliquato stradale a causa della riconformazione dei piazzali attuali, saranno create ulteriori aree a verde di mitigazione ambientale.

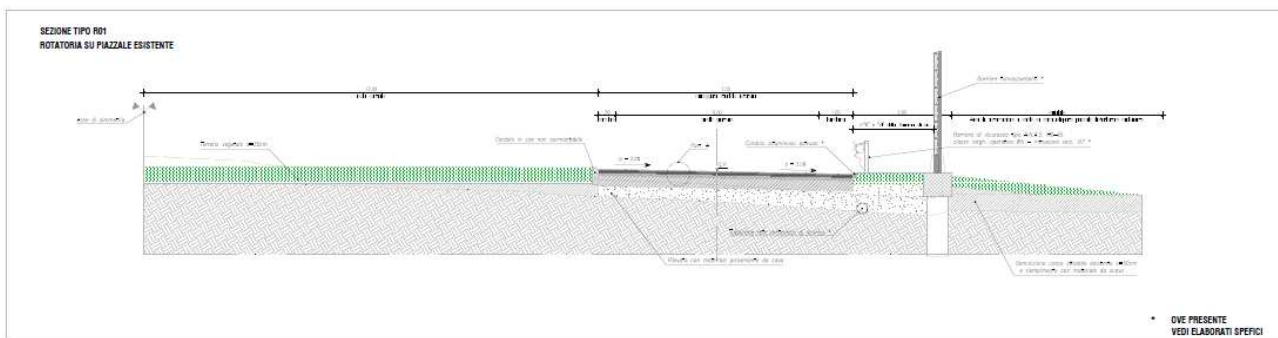


Figura 26 – Sezione tipologica rotatorie R01 e R04

La situazione risulta diversa per le intersezioni R02 e R03. La prima sarà realizzata in una zona in sterro rispetto al piano campagna attuale; sul lato sud sarà delimitata dal muro anti-deragliamento mentre sul lato nord il dislivello sarà garantito per un tratto con scarpata naturale di pendenza 1 su 1, e successivamente con muro in c.a. di sostegno per garantire l'accessibilità della strada esistente (strada senza sbocco ma che consente l'accesso ad alcune abitazioni). Per gli elementi marginali restano valide le precedenti descrizioni.

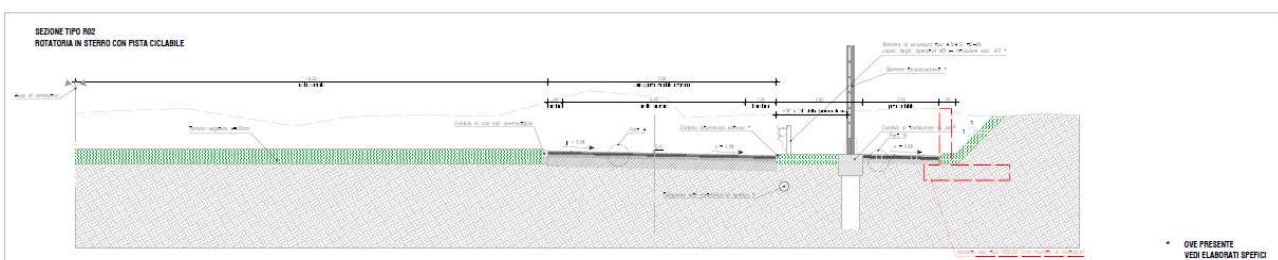


Figura 27 – Sezione tipologica rotatorie R02

La rotatoria R03 si sviluppa invece principalmente in rilevato rispetto al piano campagna di valle, valgono dunque le considerazioni sul corpo del rilevato fatte precedentemente per gli assi della viabilità principale. Dove il rilevato si attesta sul rilevato esistente (di Via delle Jare) sarà effettuata idonea gradonatura di ammassamento.

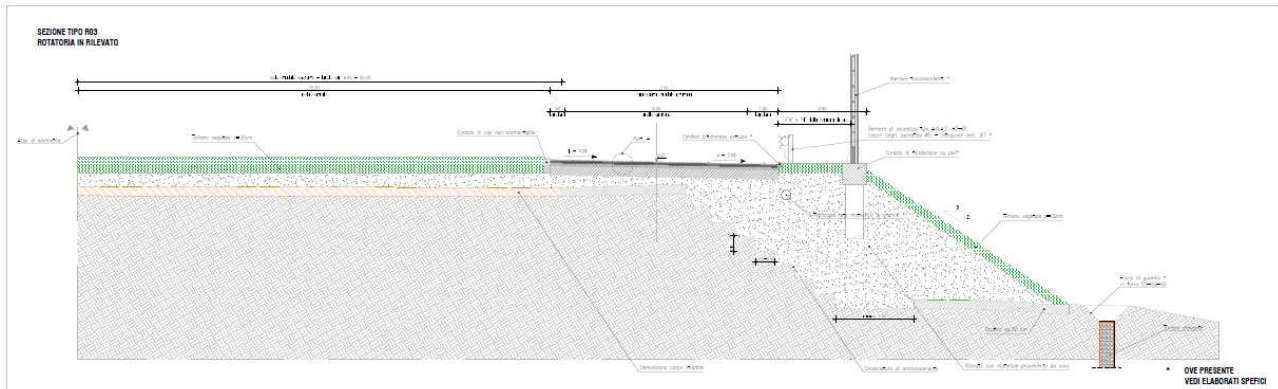


Figura 28 – Sezione tipologica rotatorie R03

9 SOVRASTRUTTURA

9.1 VIABILITA' PRINCIPALE ED INTERSEZIONI

Il pacchetto stradale previsto in progetto per la viabilità stradale e le relative intersezioni (comprehensive dei rami di svincoli) è costituito da:

- strato di usura in conglomerato bituminoso di spessore 4 cm;
- strato di binder in conglomerato bituminoso di spessore 6 cm;
- strato di base in conglomerato bituminoso di spessore 10 cm;
- strato di fondazione in misto granulare di spessore 30 cm.

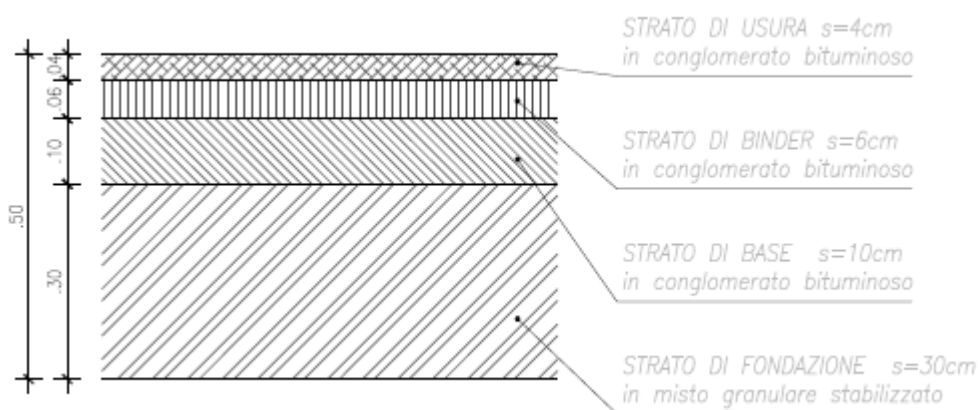


Figura 29 – Pacchetto pavimentazione assi principali

Per la verifica della pavimentazione stradale è stato adottato il software MnPAVE sviluppato dal Dipartimento dei Trasporti del Minnesota (<http://www.dot.state.mn.us/app/mnpave>) e basato sull'analisi empirico-razionale delle pavimentazioni stradali flessibili. In particolare, attraverso 3 categorie di inputs, clima, traffico, struttura, è possibile stimare la vita utile del pacchetto di pavimentazione o verificare il raggiungimento, con un certo livello di affidabilità, della vita utile di progetto.

Clima

Le condizioni climatiche di progetto sono state dedotte dalla temperatura dell'aria media mensile per la località di Prato, ricavando quindi la temperatura della pavimentazione media stagionale.

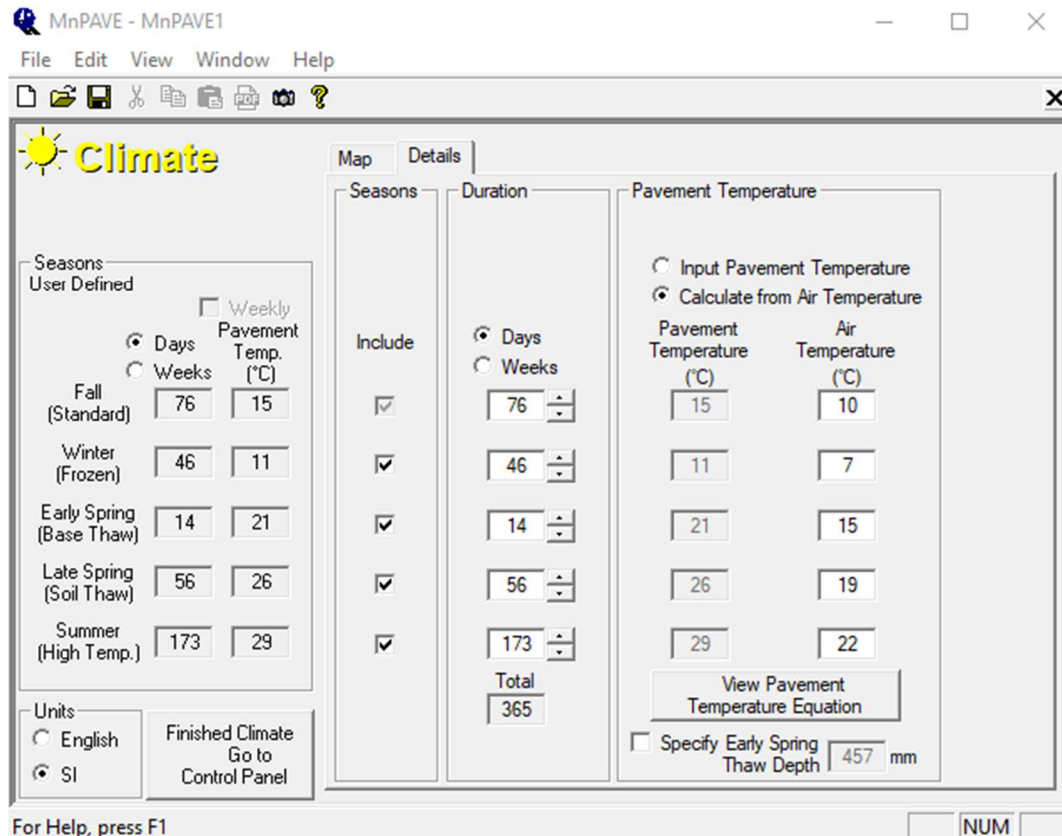


Figura 30 – Estratto scheda clima MnPAve

Traffico

In linea con le analisi trasportistiche e le proiezioni riportate nell'elaborato specialistico (0402_TOOPS00TRARE02A Relazione Studio trasportistico), è stato dedotto il traffico di progetto per la pavimentazione nell'arco di vita utile pari a 20 anni ed in termini di ESALs.

$$\sum ESALs = (TGM_{tot})(T)(Tf)(G)(D)(L)(365)$$

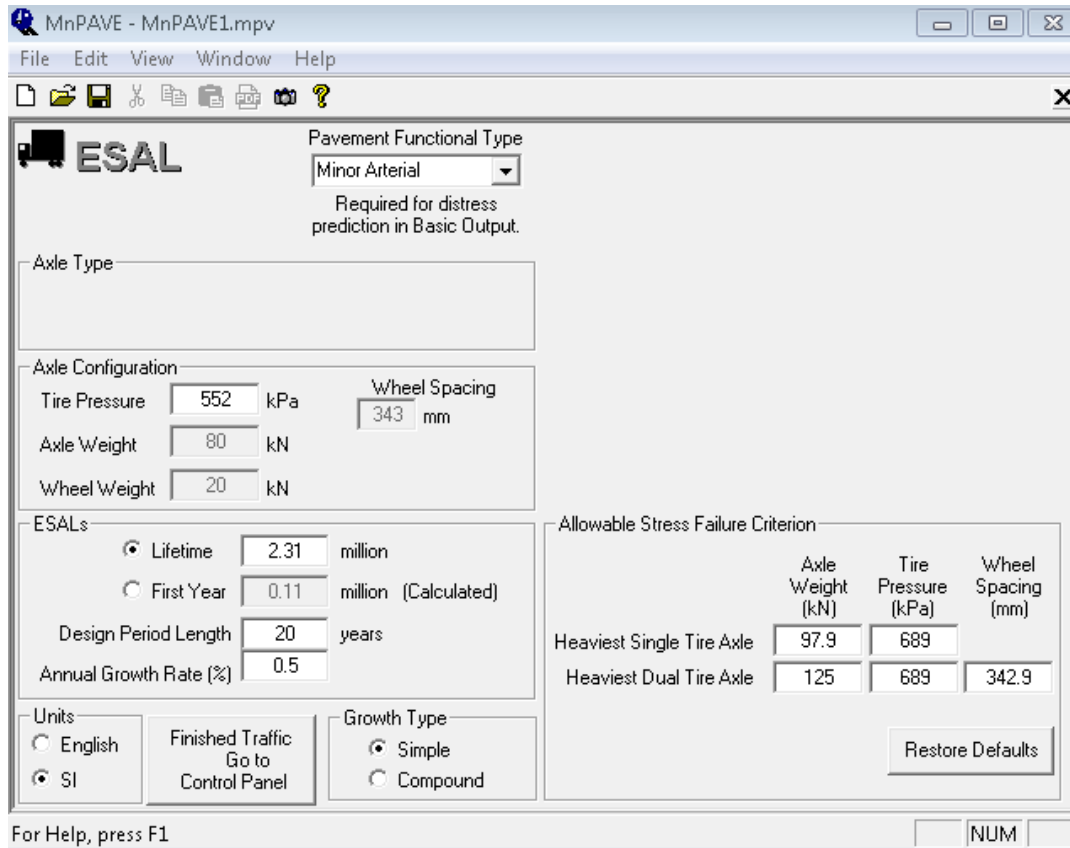
Dove:

- TGM_{tot} è il traffico giornaliero medio totale (oppure il traffico giornaliero medio per direzione di marcia critica nel caso di D=1);
- T è la percentuale di traffico pesante e funzione dello spettro di traffico considerato;
- G è il fattore cumulato di crescita del traffico nell'arco di vita utile considerato, stimato a partire dal fattore "g" pari all'incremento percentuale del traffico annuo;
- D è la distribuzione del traffico nelle direzioni considerate;

- L è la distribuzione del traffico per corsia (nel caso di carreggiata a singola corsia di marcia è pari a 1, mentre si considera variabile tra 0,5 e 1 se presenti fino a 4 corsie per senso di marcia).

Come riportato in dettaglio nella “*Relazione Studio Trasportistico*” del presente PD la principale fonte di dati disponibile cui fare riferimento è costituita dal Piano Urbano del Traffico e della Mobilità del Comune di Massa, redatto nel 2010 (PUT-PUM). L’offerta di trasporto allo stato attuale è stata modellata su simulatore di traffico TRITONE con uguale schematizzazione e zonizzazione utilizzata nel PUT-PUM. Analogamente, la domanda di traffico è stata stimata a partire dalla Matrice O-D contenuta nel PUT-PUM, relativa all’ora di punta mattutina. A tale matrice è stato poi applicato un coefficiente amplificativo pari ad 1,15 per simulare l’incremento della domanda dall’anno 2010 all’anno 2019. Una volta definito il criterio di calibrazione e concluse le simulazioni dello scenario attuale, si è passati alla modellizzazione dello scenario di progetto, costituito dall’aggiunta di archi e nodi rappresentativi del nuovo tratto di variante della Via Aurelia. A partire dai risultati delle simulazioni, espressi in veicoli/ora e riferiti all’ora di punta, è stato ricavato il TGM utilizzando un fattore dell’ora di punta pari a 0.10, con riferimento alle indicazioni contenute nel manuale HCM2000. Inoltre, poiché il PUT-PUM non contiene sufficienti informazioni per consentire una distinzione tra veicoli leggeri e veicoli pesanti, è stato fatto riferimento alla valutazione di impatto acustico condotta nel 2013 per individuare la percentuale di mezzi pesanti, nelle ore diurne e notturne, per i principali rami stradali. Infine, ipotizzando un TGM distribuito per il 90% nelle ore diurne e per il 10% nelle ore notturne, è stato possibile giungere ad una scansione più articolata dei dati di traffico, suddivisi per tipologia di veicoli e per fascia oraria.

Si ottiene dunque come TGM critico allo stato di progetto il valore pari a 8881 veicoli/giorno, di cui 1288 veicoli pesanti. Applicando, tramite il software MnPAVE, un tasso di incremento percentuale del traffico annuo pari a 0.5% si ottiene, per un orizzonte di 20 anni, un traffico di progetto pari a circa 2,31 milioni di ESALs.



MnPAVE - MnPAVE1.mpv

File Edit View Window Help

ESAL Pavement Functional Type: (Required for distress prediction in Basic Output.)

Axle Type:

Axle Configuration:

Tire Pressure: kPa Wheel Spacing: mm

Axle Weight: kN

Wheel Weight: kN

ESALs:

Lifetime: million

First Year: million (Calculated)

Design Period Length: years

Annual Growth Rate (%):

Units: English Finished Traffic: Growth Type: Simple Compound

Allowable Stress Failure Criterion:

	Axle Weight (kN)	Tire Pressure (kPa)	Wheel Spacing (mm)
Heaviest Single Tire Axle	<input type="text" value="97.9"/>	<input type="text" value="689"/>	
Heaviest Dual Tire Axle	<input type="text" value="125"/>	<input type="text" value="689"/>	<input type="text" value="342.9"/>

For Help, press F1

Figura 31 – Estratto input traffico MnPAVE

Struttura della pavimentazione

La modellazione degli strati all'interno del software è coerente con la sezione tipo del pacchetto di pavimentazione introdotto ad inizio paragrafo. Nel dettaglio, sono stati trasposti i materiali e le geometrie previste in progetto con le corrispettive categorie e caratteristiche implementate nel software (di derivazione AASHTO), ponendo l'attenzione ai requisiti prestazionali di ogni singolo strato:

1. usura in CB s=4cm;
2. binder in CB s=6cm;
3. base in CB s=10cm;
4. fondazione stradale in misto granulare stabilizzato s=30cm;
5. materiale da rilevato.

I primi 3 strati, che costituiscono il gruppo degli strati legati a bitume, sono stati inseriti in MnPAVE come composizione di 3 strati con specifici spessori, quantità di legante, granulometrie e quindi moduli caratteristici. È opportuno evidenziare che la schematizzazione dei 3 strati legati a bitume è stata eseguita senza considerare il possibile comportamento maggiormente performante dello strato di usura in SMA anziché usura standard. Ciò si è reso necessario per correlare i materiali effettivamente impiegati con le impostazioni del software, comportando

quindi una verifica che risulta a favore di sicurezza, pur apportando lo strato di usura un contributo solitamente non così determinante come gli strati con elevata capacità portante.

Per quanto riguarda lo strato di fondazione, è stato assunto come parametro prestazionale, anche in questo caso cautelativo, un modulo di progetto equivalente e derivato dalla classe 5 MnDOT per strati granulometricamente stabilizzati. Infine, per il sottofondo, sulla base delle indagini eseguite (cfr. relazione specialistica 0213_T00GE00GEOCT01B), è stata adottata una categoria A-2-6 e quindi derivato il modulo di progetto dello strato.

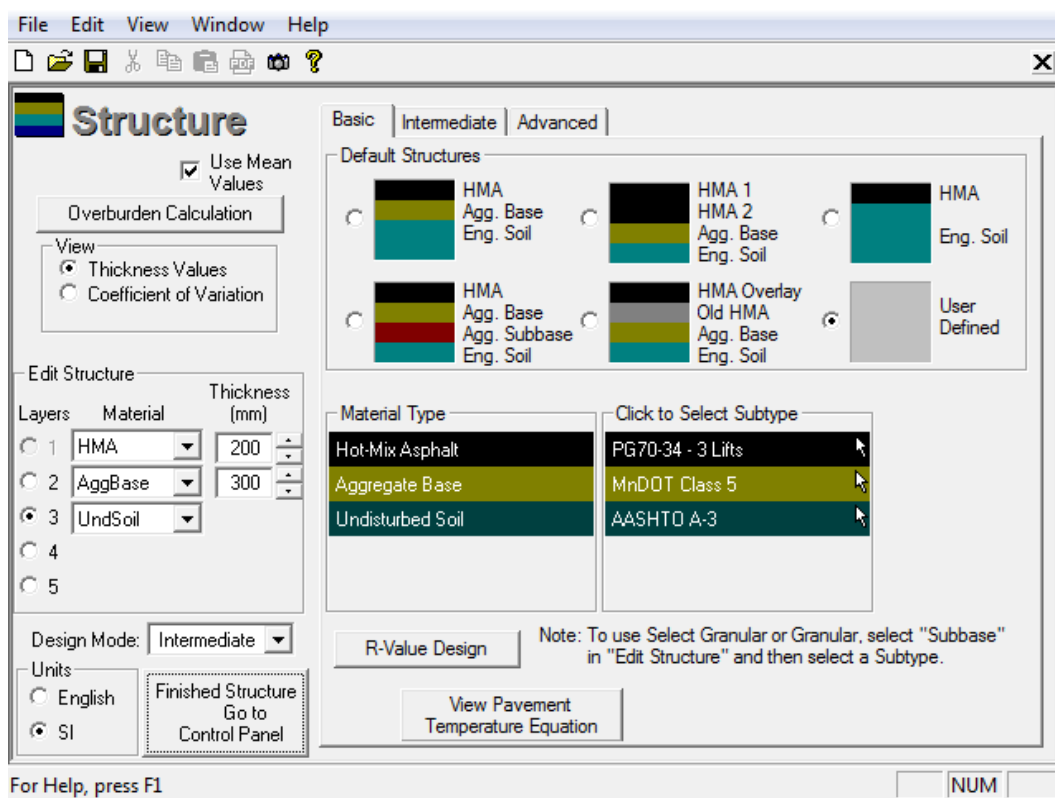


Figura 32 – Estratto input pavimentazione MnPAve

Output e verifica

La verifica della pavimentazione è basata sull'affidabilità della stessa di non presentare difetti strutturali durante l'arco di vita utile, espressa in termini probabilistici e quindi in percentuale. In funzione dei dati di input descritti nelle pagine precedenti, si ottiene una stima di vita utile, sia per fenomeni di fatica sia per ormaiamento superiore ai 20 anni previsti. Inoltre l'affidabilità stimata è superiore al valore raccomandato pari al 90 % per il numero di ESALs complessivo.

Dal software è possibile ricavare anche le sollecitazioni e deformazioni in corrispondenza dei singoli strati a differente profondità. Ciò permette altresì la verifica dei seguenti controlli dello stato tenso-deformativo:

1. Nel conglomerato bituminoso superficiale le sollecitazioni medie devono essere tali da non superare i seguenti valori:

σ_{\max} compressione = 0,96 MPa

σ_{\max} trazione = 0,54 MPa

Le verifiche sono soddisfatte essendo i valori rispettivamente:

σ_{\max} compressione = 0,83 MPa

σ_{\max} trazione = 0,45 MPa

2. Per evitare deformazioni plastiche di fondazione deve essere, alla sommità del sottofondo:

$$\sigma_{ZZ} < 800 \mu\epsilon$$

Tale limitazione risulta soddisfatta (477,80 $\mu\epsilon$)

3. La deflessione massima in superficie deve risultare inferiore al valore limite di riferimento pari a 0,1 cm. Tale verifica risulta soddisfatta, essendo la deflessione massima calcolata pari a 0,064 cm.

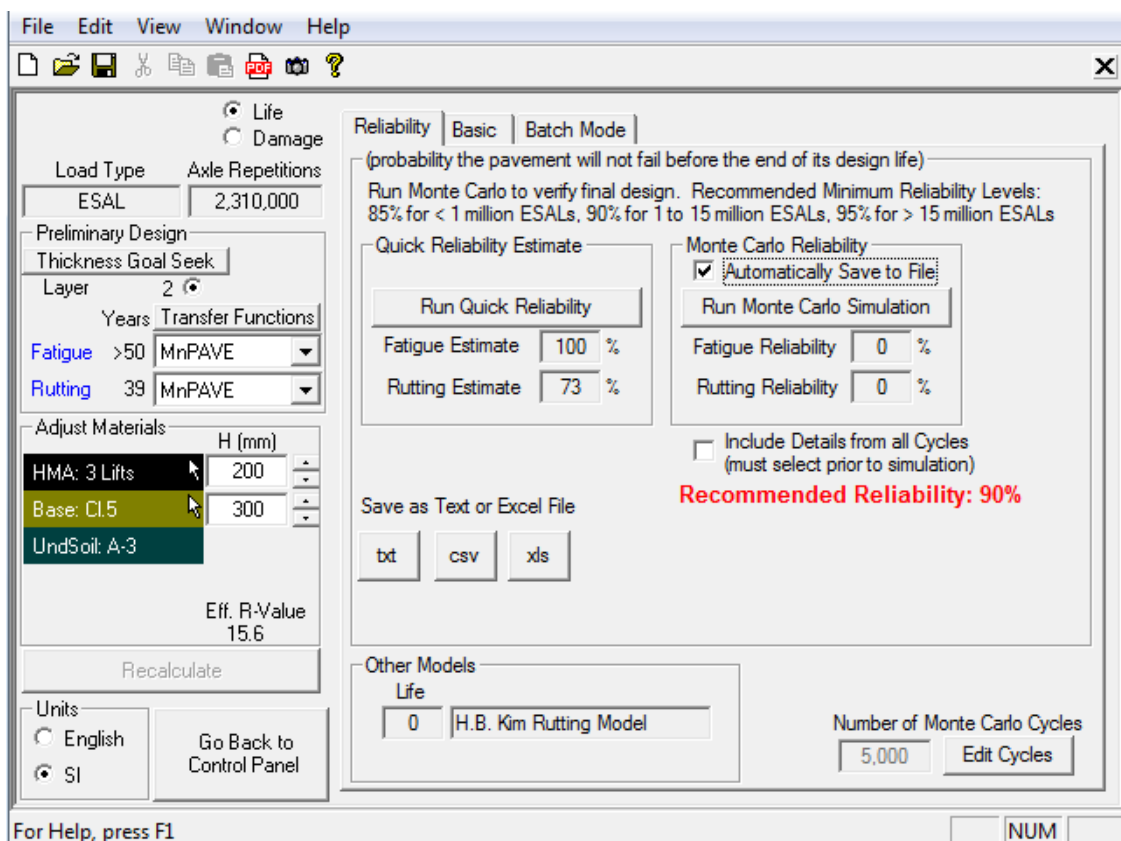
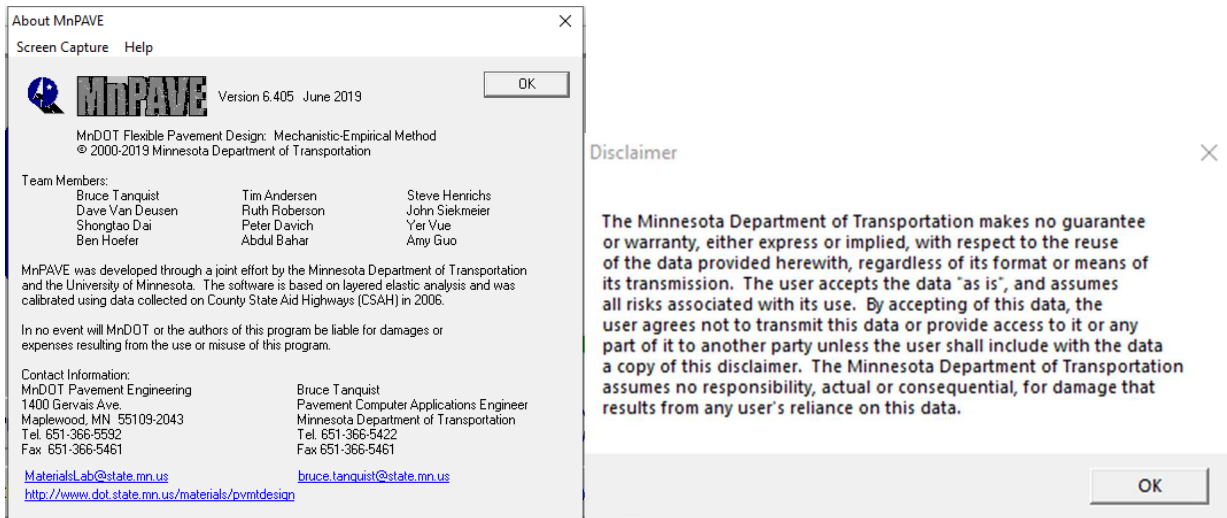


Figura 33 – Estratto output MnPAVE

Output dettagliato del software



9.2 VIABILITA' SECONDARIE

Dato il limitato volume di traffico delle strade secondarie che in linea generale rappresentano, come precedentemente esposto nella presente relazione, collegamenti a zone abitative altrimenti intercluse si è scelto di limitare il pacchetto stradale rispetto al pacchetto della viabilità principale.

Il pacchetto di progetto è costituito dalla seguente stratigrafia:

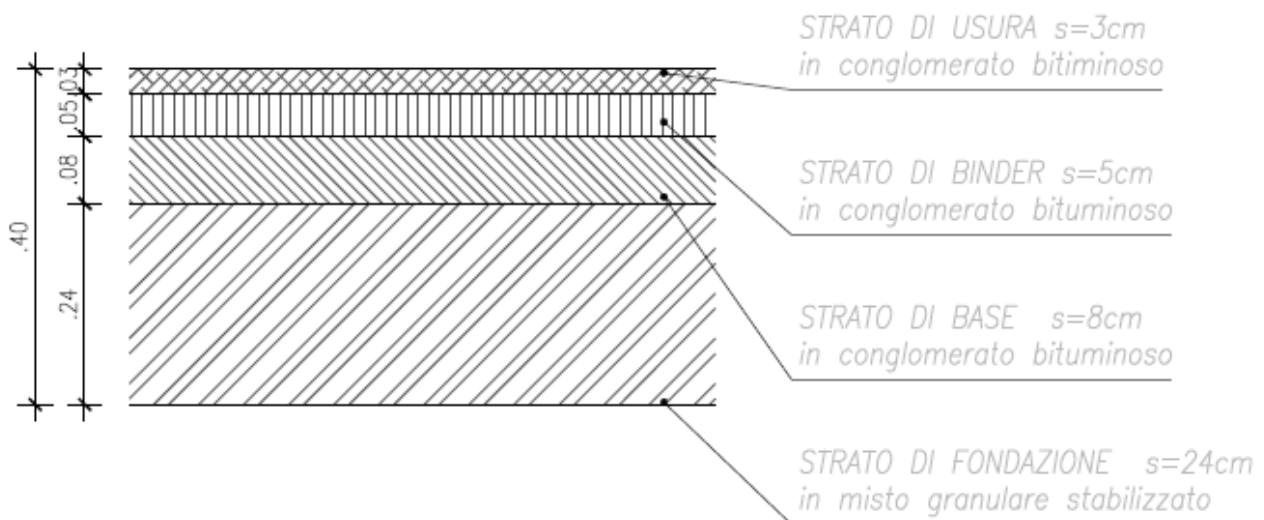


Figura 34 – Pacchetto sovrastruttura stradale viabilità secondarie

10 SEGNALETICA STRADALE

I criteri adottati sono stati definiti nel rispetto del “Nuovo codice della Strada” (D. Lg.vo n. 285/92) e del relativo “Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada” (D.P.R. n. 495/92). Il progetto della segnaletica è stato condotto in modo da garantire continuità con quanto presente sulle viabilità esistenti. In tal modo si garantisce uniformità e coerenza della segnaletica verticale ed orizzontale e, quindi, effettiva leggibilità da parte dell’utente.

Per maggiori dettagli si rimanda ai seguenti elaborati grafici del presente Progetto Definitivo:

0417_T00PS00TRAPL01B	Planimetria segnaletica e barriere di sicurezza - tav. 1/2
0418_T00PS00TRAPL02B	Planimetria segnaletica e barriere di sicurezza - tav. 2/2

10.1 SEGNALETICA VERTICALE

L’art. 77 del “Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada” (D.P.R. n. 495/92) in attuazione all’art 39 del “Nuovo codice della Strada” (D. Lg.vo n. 285/92) stabilisce le informazioni che deve contenere il progetto e in particolare deve:

- fornire le *informazioni agli utenti della strada* al fine di ottenere un sistema armonico, integrato e efficace a garanzia della *sicurezza e della fluidità della circolazione*;
- tener conto delle *caratteristiche delle strade* e della loro *classificazione tecnico-funzionale*, delle velocità praticate e dei *prevalenti spettri di traffico* a cui la segnaletica è rivolta;
- comunicare con sufficiente anticipo agli utenti della strada la presenza di *pericoli, prescrizioni, indicazioni* ed altre informazioni utili al fine di scongiurare comportamenti scorretti, andamenti incerti e pericolosi spesso causa di sinistri;

Inoltre nello stesso articolo si stabilisce che le informazioni da fornire agli utenti della strada per mezzo dei segnali stradali devono essere stabilite dagli enti proprietari secondo uno specifico progetto, di concerto con gli enti proprietari delle strade limitrofe e vieta l’uso di segnali diversi da quelli previsti nel Regolamento.

I successivi articoli definiscono

- art. 78 colore
- art. 79 visibilità
- art. 80 dimensione e formato
- art. 81 installazione - posizionamento
- art. 82 caratteristiche dei sostegni

10.1.1 VISIBILITÀ E POSIZIONAMENTO

Per perseguire le finalità sopra esposte il posizionamento dei principali segnali verticali deve tener conto di:

- posizionamento dei sostegni in punti singolari che non ingenerino pericolo in caso di svio di un veicolo;

- spazio di funzionamento delle barriere di sicurezza;
- spazio di avvistamento necessario per individuare il segnale in relazione alla velocità prevalente di percorrenza della strada nonché al contesto in cui si colloca.

Per quest'ultimo punto l'art. 79 del Regolamento prescrive che per ciascun segnale deve essere garantito uno spazio di avvistamento tra il conducente ed il segnale stesso libero da ostacoli per una corretta visibilità; il conducente deve quindi poter metter in pratica le operazioni espresse di seguito in sequenza, percepire la presenza del segnale, riconoscerlo come segnale stradale, identificarne il significato e attuare il comportamento richiesto.

Le misure minime dello spazio di avvistamento ed il posizionamento dei *segnali di pericolo* e dei *segnali di prescrizione* sono indicativamente di seguito riassunte.

Tipi di strade	Segnali di pericolo ⁽¹⁾		Segnali di prescrizione	
	spazio di avvistamento	posizionamento ⁽²⁾	spazio di avvistamento	posizionamento ⁽²⁾
Autostrade e strade extraurbane principali	m 150	m 150	m 250	Inizio prescrizione
Altre strade	m 50	m 150	m 80	Inizio prescrizione

Per quanto riguarda i *segnali di indicazione* l'art 126 del Regolamento indica al comma 1 che occorre assicurare uno spazio di avvistamento "d" e al comma 2 indica la distanza "d" dal punto in cui inizia la manovra di svolta in funzione della velocità locale predominante, conformemente ai valori espressi nella seguente tabella:

Segnali di indicazione (preavviso di cui art. 127)		
Velocità locale predominante	spazio di avvistamento	posizionamento
70 km/h	m 140	m 80
50 km/h	m 100	m 60

Quando il segnale non può essere installato con il rispetto delle distanze indicate nella tabella, può trovare collocazione a **distanza superiore** purché la distanza venga riportata su pannello integrativo.

10.2 SEGNALETICA ORIZZONTALE

La segnaletica orizzontale deve essere tracciata sul manto stradale in conformità al D.P.R. 16 Dicembre 1992 n°495 Paragrafo 4 (artt.137 ÷ 155) in termini di simboli, dimensioni, spessori, materiali e loro proprietà. L'art.137 del Regolamento infatti recita che: "Tutti i segnali orizzontali devono essere realizzati con materiali tali da renderli

¹ Se inferiore di oltre il 20% deve essere preceduto da identico cartello con pannello integrativo

² I segnali di pericolo devono essere installati, di norma, ad una distanza di 150 m dal punto di inizio del pericolo segnalato mentre per i segnali di prescrizione vanno installati nel luogo ove inizia tale obbligo.

visibili sia di giorno che di notte anche in presenza di pioggia o con fondo stradale bagnato; nei casi di elevata frequenza di condizioni atmosferiche avverse possono essere utilizzati materiali particolari”.

In particolare, “i segnali orizzontali devono essere realizzati con materiali antisdrucchiolevoli e non devono sporgere più di 3 mm dal piano della pavimentazione”.

10.2.1 STRISCE LONGITUDINALI

Le strisce longitudinali servono per separare i sensi di marcia o le corsie di marcia, per delimitare la carreggiata ovvero per incanalare i veicoli verso determinate direzioni; in particolare le strisce longitudinali si suddividono in:

- strisce di separazione dei sensi di marcia;
- strisce di corsia;
- strisce di margine della carreggiata;
- strisce di raccordo;
- strisce di guida sulle intersezioni.

Le strisce longitudinali possono essere continue o discontinue; le lunghezze dei tratti e degli intervalli delle strisce discontinue, sono rappresentate nella figura seguente:

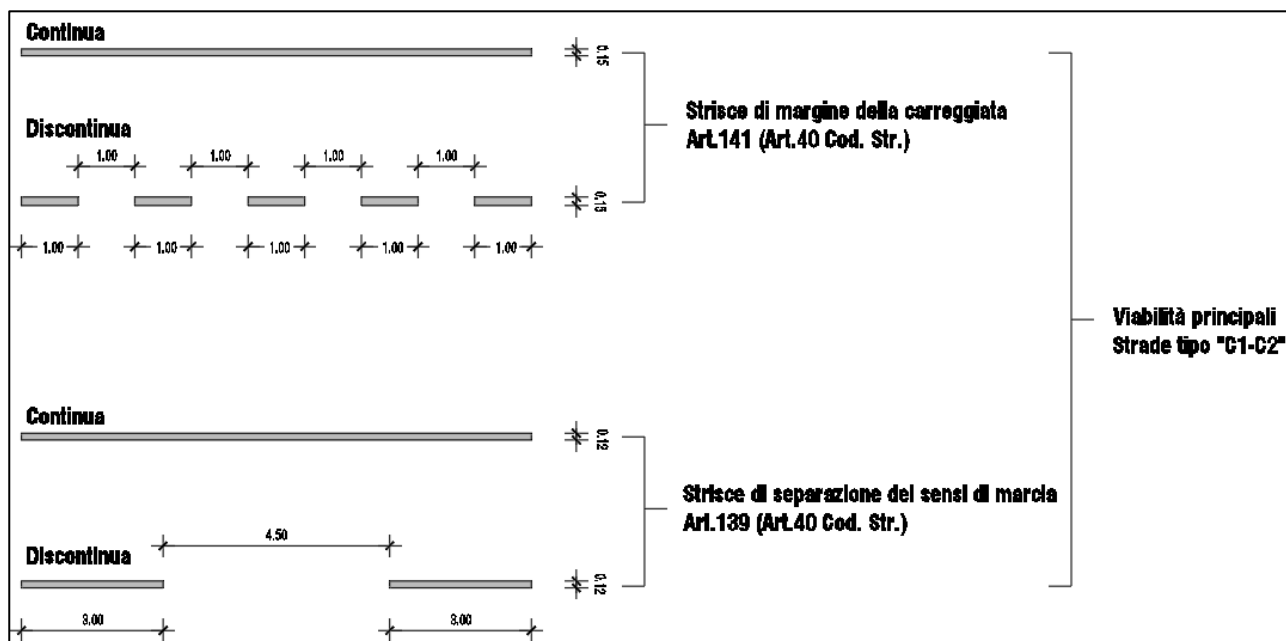


Figura 35 – Schema dimensionale delle strisce longitudinali di segnaletica orizzontale

In curva gli intervalli delle strisce possono essere ridotti in funzione dei raggi di curvatura, fino alla lunghezza del tratto.

Le strisce di margine della carreggiata sono continue in corrispondenza delle corsie di emergenza e delle banchine, mentre sono discontinue in corrispondenza di corsie di immissione e diversione.

La larghezza minima delle strisce di margine è di 15 cm per le rampe delle autostrade e delle strade extraurbane principali, per le strade extraurbane secondarie, urbane di scorrimento ed urbane di quartiere, e di 12 cm per le strade locali.

Per quanto riguarda le strisce di delimitazione delle corsie, la larghezza minima è di 12 cm per le strade extraurbane secondarie, urbane di scorrimento ed urbane di quartiere e 10 cm per le strade locali.

In corrispondenza delle isole di separazione delle corsie nei bracci di ingresso/uscita rotatoria, realizzate con elementi non sormontabili, saranno realizzate anche zebrature, come riportato negli elaborati di dettaglio.

11 BARRIERE DI SICUREZZA STRADALI

E' prevista la posa di dispositivi di contenimento rispondenti alle prescrizioni contenute nelle "Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione" (D.M. n° 223 del 18/2/1992 e successive modificazioni ed integrazioni).

La definizione delle classi minime di barriere da adottare in progetto è stata operata secondo quanto previsto dal D.M. 21/06/2004, ovvero considerando la classe funzionale a cui appartengono le diverse infrastrutture in progetto, la tipologia di traffico e la destinazione delle protezioni. Nello specifico, i flussi veicolari attesi nello scenario progettuale sono tali per cui il traffico è associabile al tipo III sull'intera viabilità di intervento (si veda a tal proposito la *Relazione Studio Trasportistico 0402_TOOPS00TRARE02A* del presente PD). Ne consegue che le classi minime di contenimento, coerentemente con quanto definito dal suddetto decreto, sono riepilogate nella seguente tabella:

Tipo di strada	Traffico	Destinazione barriere		
		Barriere spartitraffico a	Barriere bordo laterale b	Barriere bordo ponte c
Strade extraurb. secondarie (C)	I	H1	N2	H2
Strade urbane di scorrimento (D)	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3

Saranno utilizzate barriere ANAS con classe della larghezza di lavoro W5; il progetto prevede dunque posizionamenti degli elementi marginali, quali barriere acustiche, pali di illuminazione, montanti di segnaletica verticale, compatibili con la larghezza di lavoro.

Lungo il tracciato principale è previsto l'utilizzo delle seguenti tipologie di barriere:

- barriere di sicurezza di classe H2 bordo laterale per i tratti con altezza del piano viabile rispetto al p.c. superiore ad 1 m ;
- barriere di sicurezza di classe H3 bordo ponte per i tratti in corrispondenza delle opere d'arte.
- La continuità del sistema barriera H3 bordo ponte- barriera H2 bordo rilevato sarà garantita dall'inserimento di barriere H3 bordo rilevato per un lunghezza adeguata e conforme ai risultati di test crash.
- Nei tratti in affiancamento alla linea ferroviaria non è prevista l'installazione di barriera quando la distanza del ciglio dal muro anti-deragliamenti di progetto è inferiore alla larghezza di lavoro della barriera.

Il progetto prevede anche l'installazione di barriere di sicurezza nei tratti in rilevato della viabilità secondaria VS01, si prevede l'utilizzo di barriere H2 bordo laterale sui tratti in rilevato naturale, e H2 bordo ponte lungo il ponte sul Canal Magro.

Per maggiori approfondimenti si rimanda ai seguenti elaborati grafici del presente progetto definitivo:

0417_T00PS00TRAPL01B	Planimetria segnaletica e barriere di sicurezza - tav. 1/2
0418_T00PS00TRAPL02B	Planimetria segnaletica e barriere di sicurezza - tav. 2/2
0419_T00PS00TRADC01B	Barriere di sicurezza - Particolari costruttivi

12 PISTA CICLABILE

Come già anticipato nei precedenti capitoli della presente relazione, fa parte del presente progetto anche la realizzazione di una nuova pista ciclabile, con sviluppo pari a circa 560 m.

La pista ciclabile si sviluppa parallelamente al nuovo tracciato in progetto lungo il ciglio lato monte del tratto Asse A, partendo dalla R01e e giungendo fino alla R02 per finire alla progressiva +15.00m del Ramo 01 della R02.

Il progetto della pista ciclabile è stato realizzato utilizzando come riferimento normativo le linee guida emanate con Decreto Ministeriale Del 30.11.1999 e le Istruzioni tecniche per la progettazione delle reti ciclabili (Bozza n.3 17 Aprile 2014)

Nello specifico è stata stabilita una larghezza della piattaforma pari a 2,50 m con due corsie da 1,25 metri ciascuna. In accordo con quanto riportato nelle linee guida, per permettere il corretto drenaggio delle acque superficiali la pendenza trasversale è stata fissata al 2% con pendenza ad unica falda, mentre la pendenza longitudinale segue quella stradale che non supera mai il 2%.

Il ciglio interno della pista ciclabile si trova 2.30m dalla sede stradale, diviso dalla stessa tramite barriera di sicurezza e barriera fonoassorbente. Sul lato esterno è prevista la messa in opera di un parapetto installato su arginello in terra o sulla testa dei muretti di sottoscarpa.

