

IL CONCEDENTE

IL CONCESSIONARIO



AUTOSTRADA REGIONALE CISPADANA DAL CASELLO DI REGGIOLO-ROLO SULLA A22 AL CASELLO DI FERRARA SUD SULLA A13

CODICE C.U.P. E81B08000060009

PROGETTO DEFINITIVO

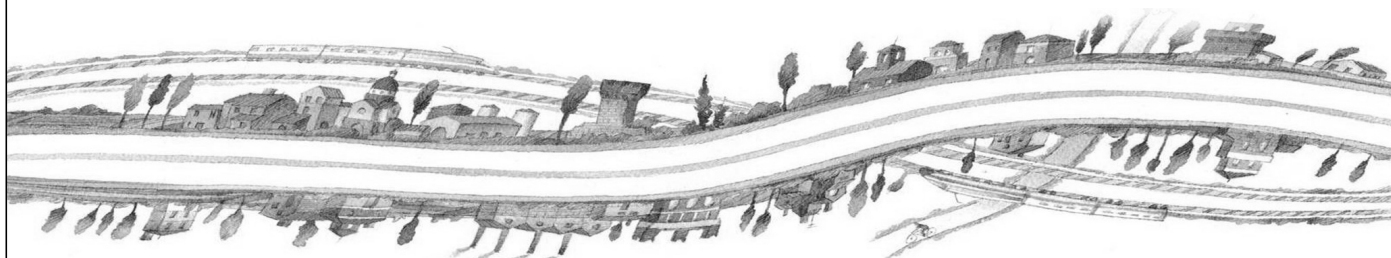
ASSE AUTOSTRADALE (COMPRESIVO DEGLI INTERVENTI LOCALI DI COLLEGAMENTO VIARIO AL SISTEMA AUTOSTRADALE)

PROGETTAZIONE STRADALE

VIABILITA' INTERFERITA

V26 - CAVALCAVIA SP9 VIA IMPERIALE

RELAZIONE TECNICA

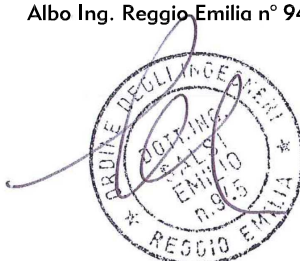


IL PROGETTISTA
Ing. Antonio De Fazio
Albo Ing. Bologna n° 3696

**RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE**
Ing. Emilio Salsi
Albo Ing. Reggio Emilia n° 945

IL CONCESSIONARIO

*Autostrada Regionale
Cispadana S.p.A.*
IL PRESIDENTE
Graziano Pattuzzi



G					
F					
E					
D					
C					
B					
A	17.04.2012	EMISSIONE	LUCARELLI	DE FAZIO	SALSI
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDAZIONE	CONTROLLO	APPROVAZIONE

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

DATA: **MAGGIO 2012**

NUM. PROGR.	FASE	LOTTO	GRUPPO	CODICE OPERA WBS	TRATTO OPERA	AMBITO	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVO	REV.
1804	PD	0	V26	VCS26	0	SD	RT	01	A

SCALA: _

INDICE

1	VIABILITA' V26	2
1.1	DESCRIZIONE DEL TRACCIATO PLANO ALTIMETRICO.....	2
1.2	PIATTAFORMA STRADALE E SEZIONE TIPO	4
1.3	INTERSEZIONI IN ROTATORIA.....	6
1.4	CRITERI PROGETTUALI PRINCIPALI.....	7
1.4.1	Caratteristiche planimetriche	7
1.4.2	Caratteristiche altimetriche.....	11
1.4.3	Analisi di visibilità	15
2	VERIFICA DELLA FUNZIONALITA DELLA ROTATORIA.....	20
2.1	DATI SUI FLUSSI DI TRAFFICO	21
2.1.1	Verifica funzionale.....	22
2.2	ANALISI DELLA VISIBILITÀ.....	24
2.3	ANALISI DELL'ANGOLO DI DEVIAZIONE	26
3	BARRIERE DI SICUREZZA	28
3.1	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	28
3.1.1	Campo di applicazione del D.M. 223/1992 e s.m.i.	28
3.1.2	Dispositivi di ritenuta impiegabili.....	28
3.1.3	Criteri di scelta delle tipologie di classi dei dispositivi di ritenuta	29
3.1.4	Definizione delle tipologie e classi dei dispositivi di ritenuta	32
3.2	ANALISI DEI FLUSSI	32
3.2.1	Asse principale	32
3.3	MODALITÀ DI INSTALLAZIONE DELLE BARRIERE DA BORDOLATERALE E BORDOPONTE....	33
3.3.1	Richiami normativi.....	33
4	PROGETTO DELLA SEGNALETICA.....	36

1 VIABILITA' V26

1.1 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO PLANO ALTIMETRICO

Dal punto di vista planimetrico il tracciato del progetto definitivo (fig. 1-1) si distacca a sud (in figura a sinistra), dalla viabilità di via Imperiale, attraverso una curva di raggio 180 m.; dopo di che si ha una controcurva di raggio 210 m. Nel punto di flesso tra le due curve si ha un'intersezione a raso che si ricollega su via Imperiale per ripristinare gli accessi interferiti. Oltrepassata l'autostrada la rampa nord prosegue con un tratto rettilineo e attraverso una curva di raggio 250 m. si raccorda con il braccio d'ingresso della rotonda. Tale rotonda è costituita da 3 bracci e permette al nuovo tracciato di riallacciarsi a via Imperiale. Dalla rotonda parte un terzo braccio che permette di risolvere gli accessi interferiti.

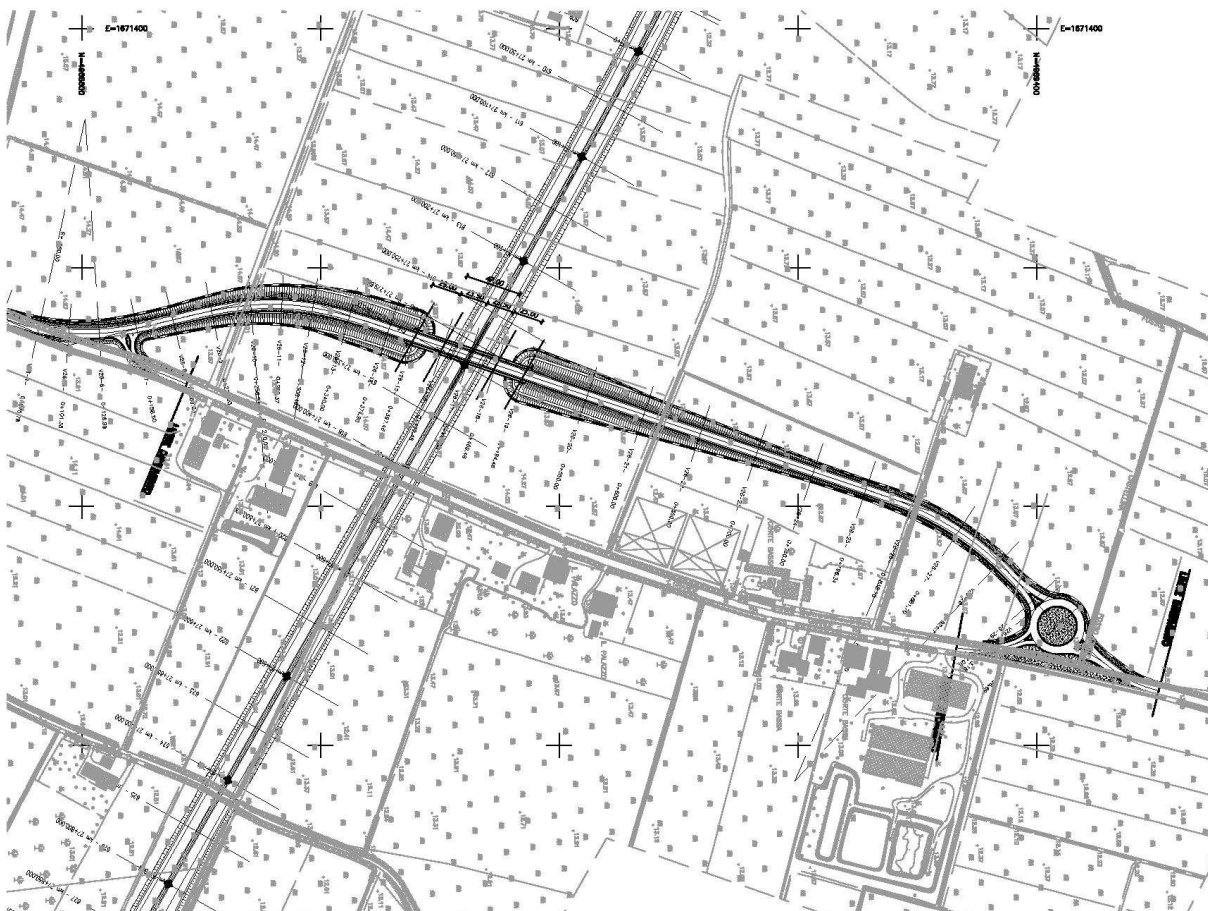


figura 1-1 - Planimetria

La lunghezza della bretella stradale è di circa 997 metri oltre al raccordo che si sviluppa dalla rotonda sino al limite di intervento.

Dal punto di vista altimetrico (fig. 1-2) la rampa sud presenta una pendenza del 2,96% e con raccordo altimetrico di raggio R=2000 m. La rampa nord presenta una pendenza del 3,78% con raccordo altimetrico di raggio R=2000 m..

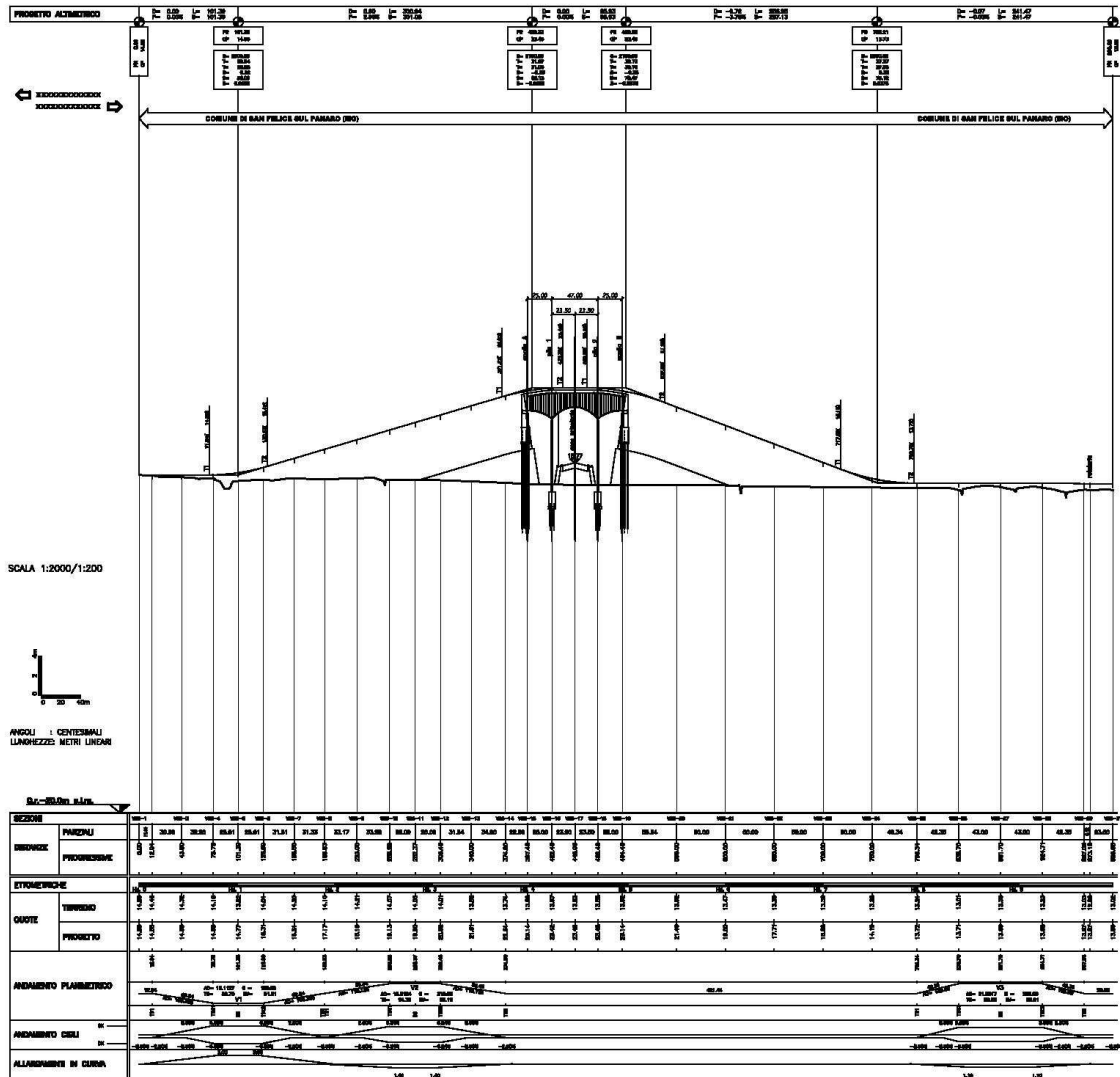


figura 1-2 - Profilo altimetrico

La quota media del terreno è di 13,50 m.s.l.m., la quota dell'asse autostradale è di 15,77 m.s.l.m., la quota del cavalcavia al colmo è di 23,45 m.s.l.m..

Nei tratti in curva la pendenza massima trasversale è di circa il 6,88%.

Per il nuovo tratto di strada provinciale è consentita una velocità di progetto pari a 70 Km/h.

1.2 PIATTAFORMA STRADALE E SEZIONE TIPO

La viabilità V24 – Cavalcavia VCV26 S.P. 9 “Imperiale” viene realizzata con una piattaforma stradale di tipo:

CATEGORIA C2

Per le strade di categoria C2 la piattaforma è costituita da due corsie per senso di marcia oltre alla banchina per una larghezza della carreggiata stradale pari a 9,50 m. La pendenza trasversale in rettilineo corrente è pari al 2,50% verso l'esterno per ciascuna corsia. Le due corsie sono di larghezza pari a 3,50 m, la banchina è di larghezza pari a 1,25 m (fig. 1-3).

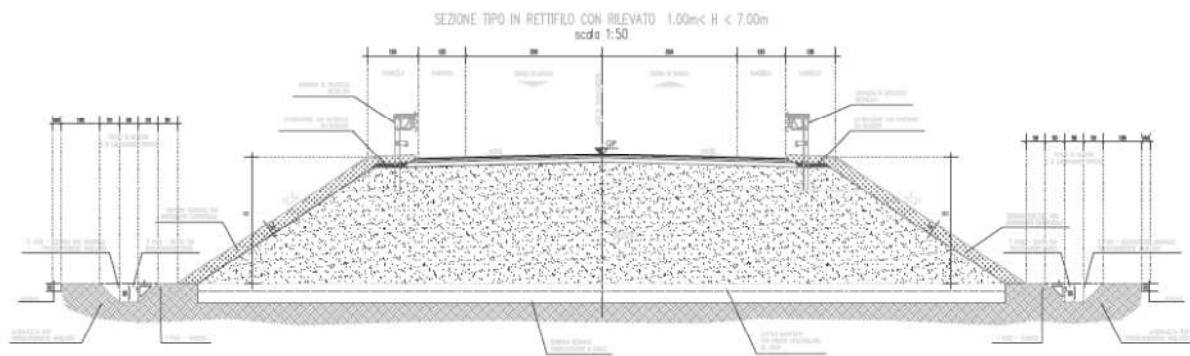


figura 1-3 - Sezione in rettilineo

Nei tratti in rilevato la piattaforma pavimentata è completata in destra e sinistra da arginelli in terra di larghezza pari a 1,30 m, rialzati di circa 10 cm dal piano del finito. L'arginello ha la funzione di consentire l'inserimento delle barriere di sicurezza e degli elementi componenti il sistema di smaltimento delle acque di piattaforma (figg. 1-3 e 1-4).

Nelle sezioni in curva è ammessa una pendenza massima del 7,0 %.

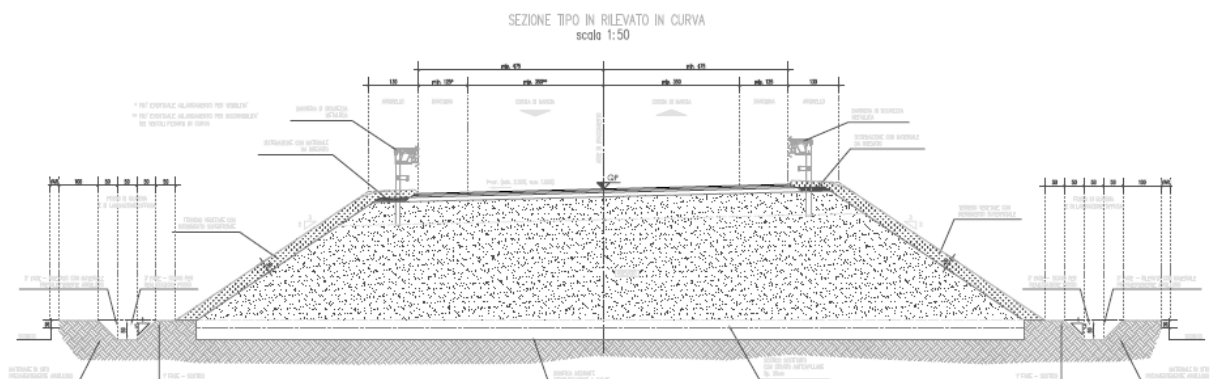


figura 1-4 - Sezione in curva tipologica C2

SEZIONE TIPO ROTATORIA

SEZIONE IN RILEVATO H<1.00 m

Scala 1:100

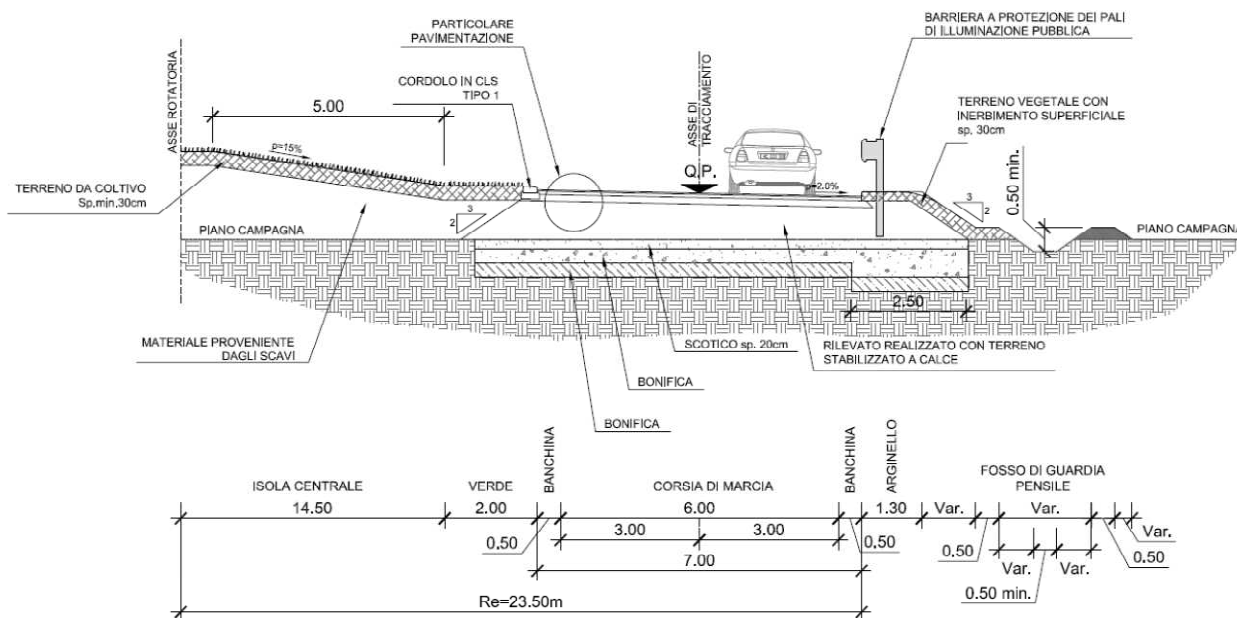


figura 1-5- Sezione in Rotatoria

Nelle sezioni in curva è ammessa una pendenza massima del 7,0 %.

Il valore della piattaforma ed in particolare quello della banchina sopra indicati rappresentano la larghezza corrente della carreggiata; in alcuni punti del tracciato, a causa della composizione plano-altimetrica e della velocità di progetto, si è reso necessario operare allargamenti della sede stradale al fine di garantire le visuali libere per l'arresto.

Tali allargamenti sono indicati nelle sezioni trasversali e opportunamente analizzati negli specifici elaborati relativi alle verifiche di tracciato.

In corrispondenza dell'opera d'arte la piattaforma mantiene inalterate le sue dimensioni prevedendo lateralmente la realizzazione di marciapiedi di servizio per l'installazione delle barriere di sicurezza e delle reti di protezione.

Nei tratti in cui il rilevato è di altezza inferiore ad un metro sul piano campagna, la pendenza delle scarpate è prevista pari a 2/3, e il fosso laterale dovrà prevedere le stesse caratteristiche o essere sostituito da un collettore; in approccio alle intersezioni a raso questa configurazione consente di non installare la barriera di sicurezza garantendo la richiesta distanza di visibilità. Le scarpate sono previste inerbite superficialmente stendendo una coltre di terreno vegetale spessa 30 cm.

Per la formazione del rilevato è prevista la preparazione del piano di posa con la sostituzione della coltre erbosa di 20 cm (scotico) e bonifica mediante stabilizzazione a calce. Nei tratti in rilevato e in corrispondenza delle intersezioni a raso la sovrastruttura stradale prevede la seguente composizione.

Strato d'usura 4cm

Binder 5cm

Base 12 cm

Per il calcolo delle pavimentazioni si veda l'elaborato: PD_0_C00_CCS00_0_SD_RC_01_A

1.3 INTERSEZIONI IN ROTATORIA

L'intersezione a nord, prevista in progetto, fra le viabilità principale in raccordo alla viabilità locale è stata risolta attraverso l'introduzione di una intersezione a raso a "rotatoria" con le caratteristiche geometriche di seguito specificate:

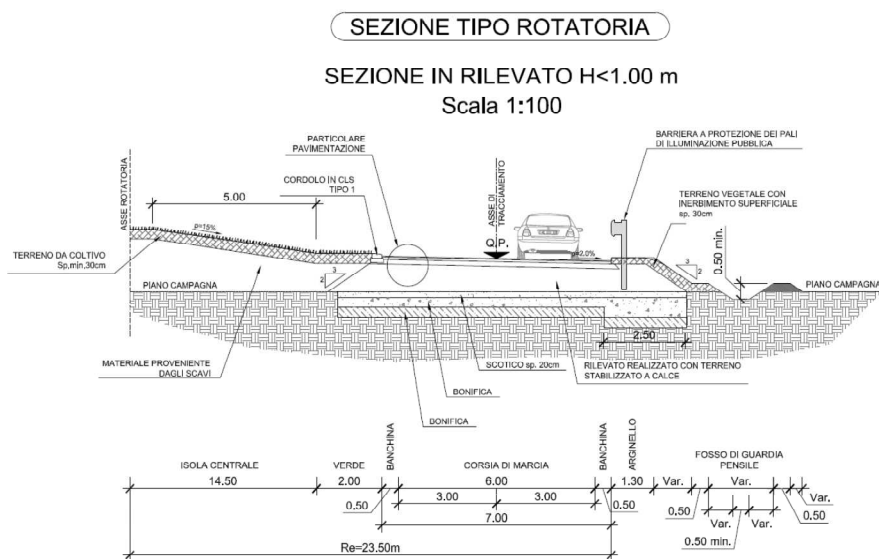


figura 1-5 - Sezione rotatoria

ROTATORIA	INTERSEZIONI CON STRADE	N° BRACCI	Raggio esterno (m)
Nord C26-1	Via Imperiale	3	23,50

La rotatoria in progetto è caratterizzata da un anello di circolazione costituito da una corsia larga 6,00 m e da un'aiuola centrale sistemata a verde larga 2,00 metri. È prevista la realizzazione delle banchine laterali di larghezza 1,00 m e 0,50 m oltre all'arginello esterno di larghezza 1.30 m, sul quale può eventualmente essere collocato il dispositivo di ritenuta.

Le caratteristiche geometriche adottate per la rotatoria di diametro sono:

- anello di 6,00 metri di larghezza a una corsia oltre le banchine laterali ;
- ingressi con una corsia di marcia: 3,50 metri oltre le banchine laterali;
- uscite con una corsia di marcia: 4,00 metri oltre le banchine laterali; ;
- isole spartitraffico laterali sormontabili;
- isola centrale larga 2,00, non valicabile a verde.

Tali geometrie consentono velocità nell'anello ridotte allo scopo di garantire un'adeguata sicurezza della circolazione a tutte le tipologie di utenti della strada ed una migliore protezione degli utenti "deboli".

Le intersezioni a rotatoria è prevista illuminate con pali lungo il contorno esterno delle rotatorie secondo le indicazioni riportate nella relazione specifica sugli impianti, al fine di non costituire un ostacolo in caso di svio di un veicolo verso il centro della rotatoria stessa.

1.4 CRITERI PROGETTUALI PRINCIPALI

1.4.1 Caratteristiche planimetriche

La normativa di riferimento 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 DM 05/11/2001 che risulta:

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

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

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

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

(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 estratto dalla norma e riportato in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**;

(d) *Lunghezza massima dei rettifili:*

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

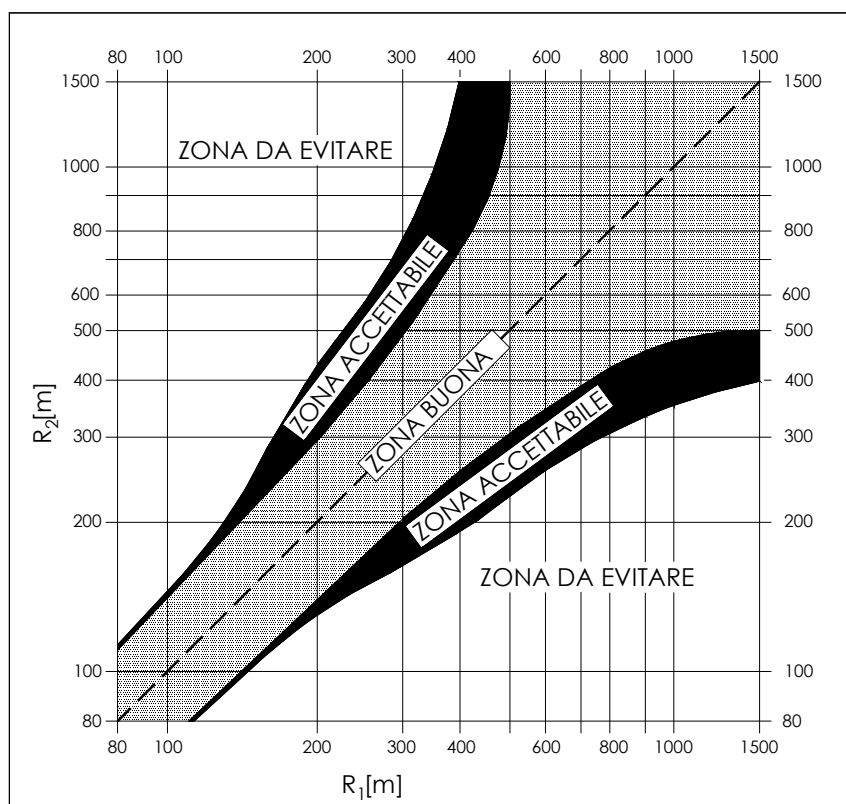
dove V è la velocità massima dell'intervallo delle velocità dei progetto, espressa in km/h ed L si ottiene in metri.

(e) *Lunghezza minima dei rettifili.*

La verifica è stata eseguita facendo riferimento alla tabella estratta dalla norma e riportata in Tabella 1; 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

Tabella 1 – Lunghezza minima dei rettifili in relazione alla velocità



Abaco di Koppel (DM 05/ 11/01)

(f) *Congruenza del diagramma delle velocità.*

La norma prevede che per $V_{p,max} \leq 100$ km/h (e quindi per strade tipo C e F) nel passaggio da tratti caratterizzati dalla $V_{p,max}$ a curve a velocità inferiore, la differenza di velocità di progetto non deve superare 10 km/h (f1). Inoltre, fra due curve successive (nel caso di $V_{p1} > V_{p2}$) tale differenza, comunque mai superiore a 20 km/h, è consigliabile che non superi i 15 km/h (f2).

(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 (contraccollo), 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:

Nello sviluppo del presente progetto tutti i parametri suddetti, previsti dal DM 05/11/2001 risultano rispettati.

Si riportano, a titolo d'esempio, i dati relativi alle curve.

UN.MIS.ANGOLI : CENT. - UN.MIS.LUNGHEZZE : METRI LIN. - LARG.PIATTAFORMA : 9.50

VERTICE 1

COORDINATA VERTICE EST	:	216234.0474	ANGOLO AL VERTICE	:	159.6614
COORDINATA VERTICE NORD	:	201859.1181	ANGOLO AL CENTRO	:	40.3386
Azimut retta entrata	:	26.5661	Azimut retta uscita	:	386.2276
Lunghezza retta entrata	:	12.9369	Lunghezza retta uscita	:	0.0002

CURVA CIRCOLARE

SENSO DELLA CURVA	:	SINISTRORSO
ANGOLO AL VERTICE	:	181.8873
ANGOLO AL CENTRO	:	18.1127
RAGGIO CURVA	Rg :	180.0000
TANGENTE	Tc :	25.7804
SVILUPPO CURVA	Sc :	51.2126
BISETTRICE	Bs :	10.3885
COORDINATE CENTRO EST	:	216044.6192
COORDINATE CENTRO NORD	:	201878.2164

VERTICE 2

COORDINATA VERTICE EST	:	216194.3163	ANGOLO AL VERTICE	:	164.0386
COORDINATA VERTICE NORD	:	202039.8978	ANGOLO AL CENTRO	:	35.9614
Azimut retta entrata	:	386.2276	Azimut retta uscita	:	22.1889
Lunghezza retta entrata	:	0.0002	Lunghezza retta uscita	:	421.4414

CURVA CIRCOLARE

SENSO DELLA CURVA	:	DESTORSO
ANGOLO AL VERTICE	:	184.1816
ANGOLO AL CENTRO	:	15.8184
RAGGIO CURVA	Rg :	210.0000
TANGENTE	Tc :	26.2249
SVILUPPO CURVA	Sc :	52.1797
BISETTRICE	Bs :	9.5751
COORDINATE CENTRO EST	:	216413.4119
COORDINATE CENTRO NORD	:	202025.3938

VERTICE 3

COORDINATA VERTICE EST	:	216400.1593	ANGOLO AL VERTICE	:	167.3130
COORDINATA VERTICE NORD	:	202606.3687	ANGOLO AL CENTRO	:	32.6870
Azimut retta entrata	:	22.1889	Azimut retta uscita	:	54.8759
Lunghezza retta entrata	:	421.4414	Lunghezza retta uscita	:	29.6189

CURVA CIRCOLARE

SENSO DELLA CURVA	:	DESTORSO
ANGOLO AL VERTICE	:	178.0983
ANGOLO AL CENTRO	:	21.9017
RAGGIO CURVA	Rg :	250.0000
TANGENTE	Tc :	43.4330
SVILUPPO CURVA	Sc :	86.0076

1.4.2 Caratteristiche altimetriche

La normativa di riferimento richiede il rispetto delle seguenti condizioni:

(i) *Pendenze longitudinali massime*

La pendenza massima delle livellette, consentita dal DM 05/11/01 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.

(j) *Raccordi verticali convessi*

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

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

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

- 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. In caso di visibilità necessaria per il cambiamento di corsia si pone $h_2 = 1.10$ m.

(k) *Raccordi verticali concavi*

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

se D è inferiore allo sviluppo del raccordo si ha

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

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:

- Rv = 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 ϑ = 1°.

La distanza di visibilità per il sorpasso è stata calcolata analogamente a quanto descritto per la verifica dei raccordi verticali convessi.

VERIFICA RACCORDI VERTICALI
Asse n. 1 V26 - via imperiale

Tipo strada C2 - Extraurbana secondaria Velocità di progetto 70-70

PROGRESSIVA (m)	RAGGIO DI RACCORDO (m)	VELOCITA' (Km/h)	DISTANZA DI ARRESTO (m)	RAGGIO MINIMO (m)	VERIFICA
101.385	2000.000	70.	89.337	1329.120	OK
402.330	2100.000	70.	86.243	1572.073	OK
498.260	2100.000	70.	89.341	2059.340	OK
755.209	2000.000	70.	94.524	1985.283	OK
755.209	2000.000	70.	89.311	1836.672	OK
498.260	2100.000	70.	85.379	1909.892	OK
402.330	2100.000	70.	89.341	1781.505	OK
101.385	2000.000	70.	93.393	1441.494	OK

VERTICI VERTICALI - PROF.N. 1				
PROGRESSIVA	QUOTA	RAGGIO	NOME VERTICE	TIPO RACCORDO
0.000	14.546	0.00		CIRCOLARE
101.385	14.550	2000.00		PARABOLICO
402.330	23.452	2100.00		PARABOLICO
498.260	23.452	2100.00		PARABOLICO
755.209	13.730	2000.00		PARABOLICO
996.679	13.660	0.00		CIRCOLARE

PROFILO N. 1				DATA		
CURVA	SEZ.	PROG.	QUOTA	R	DELTA-I-	L
0	V26-5	101.385	14.550	-2100.00	0.0295	59.088
1		402.330	23.452	-2100.00	-0.0296	62.128
2		498.260	23.452	-2000.00	-0.0378	79.478
3		755.209	13.730	-2000.00	0.0375	75.116

PROFILO N. 1

LIVELLETTA	P U N T I D I C A M B I O				P E N D E N Z A
	I N I Z I A L E		F I N A L E		
	PROGR.	QUOTA	PROGR.	QUOTA	
1 - 2	0.000	14.546	71.844	14.549	0.00004
2 - 3	130.926	15.424	371.271	22.533	0.02958
3 - 4	433.389	23.452	458.532	23.452	0.00000
4 - 5	537.988	21.949	717.663	15.151	-0.03784
5 - 6	792.755	13.719	996.679	13.660	-0.00029

 UN.MIS.LUNGHEZZE : METRI LINEARI
 LE TANGENTI SONO RIDOTTE ALL'ORRIZZONTE
 RAGGIO RACCORDO : (A) CONVESSO - (B) CONCAVO - (N) NULLO

VERTICI	PROGRES.	QUOTE	LUNGH.	DISL.	PEND.	RAGGIO	TANG.	FR.	LUNGHEZZA
	0.000	14.546							
	101.385	14.550	101.385	0.004	0.00004	2000.	29.541 29.554	0.218	59.081
	402.330	23.452	300.945	8.902	0.02958	2100.	31.073 31.059	-0.230	62.118
	498.260	23.452	95.930	0.000	0.00000	2100.	39.728 39.757	-0.376	79.456
	755.209	13.730	256.949	-9.722	-0.03784	2000.	37.573 37.546	0.353	75.093
	996.679	13.660	241.470	-0.070	-0.00029				

1.4.3 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 indicato dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (DM 05/11/2001, prot. N° 6792), lungo il tracciato stradale la distanza di visuale libera deve essere confrontata, nel caso di strade ad unica carreggiata, con le seguenti distanze:

- **Distanza di visibilità per l'arresto**, che 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.
- **Distanza di visibilità per la manovra di sorpasso**, che è pari alla lunghezza del tratto di strada occorrente per compiere una manovra completa di sorpasso in sicurezza, quando non si possa escludere l'arrivo di un veicolo in senso opposto.

La **verifica di visibilità per l'arresto** consiste nel confrontare le distanze di visuale libera per l'arresto (determinate lungo l'intero sviluppo del tracciato sia in corsia di sorpasso che in corsia di marcia lenta adottando un'altezza dell'occhio del guidatore a 1.10 m dal piano viabile ed un'altezza dell'ostacolo fisso di 0.10 m e collocando trasversalmente i punti di vista e di mira al centro della corsia) con le distanze di visuale libera per l'arresto calcolate in funzione del diagramma di velocità del tracciato ed del suo andamento altimetrico (variazione della pendenza longitudinale)

Il valore di aderenza adottato nel calcolo delle distanze di arresto è quello proposto dal D.M. 5/11/2001 (e precisati nello stesso testo della norma stessa, vedi anche **Tabella 2**), riferito a condizioni di strada bagnata.

VELOCITA' (km/h)	25	40	60	80	100	120	140
f _i	0.45	0.43	0.35	0.30	0.25	0.21	-

Tabella 2 – DM 6792/2001, coefficienti di aderenza impegnabile longitudinalmente

Per il calcolo è stata utilizzata la formula riportata al paragrafo 5.1.2. del DM 05/11/2001. Si è valutata la distanza di arresto punto per punto (passo 10 metri) in funzione della velocità di progetto (secondo quanto specificato in precedenza) e della pendenza longitudinale con la seguente espressione:

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

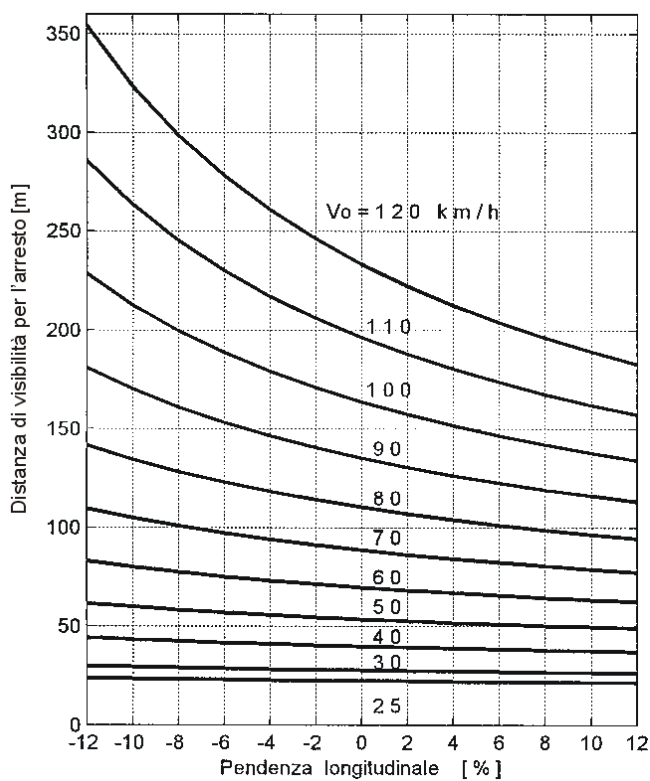
dove:

- D1 = spazio percorso nel tempo τ
- D2 = spazio di frenatura
- V0 = velocità del veicolo all'inizio della frenatura [km/h]
- V1 = velocità finale del veicolo, in cui V1 = 0 in caso di arresto [km/h]
- i = pendenza longitudinale del tracciato [%]
- τ = tempo complessivo di reazione (percezione, riflessione, reazione e attuazione) [s]
- g = accelerazione di gravità [m/s²]
- Ra = resistenza aerodinamica [N]
- m = massa del veicolo [kg]
- fl = quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile longitudinalmente per la frenatura
- r0 = resistenza unitaria al rotolamento, trascurabile [N/kg]

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

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

Il D.M. 5/11/2001 definisce un abaco 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.



La **verifica di visibilità per il sorpasso** è stata condotta confrontando le distanze di visuale libera per il sorpasso con le corrispondenti distanze di visibilità lungo tutto il tracciato.

Le distanze di visuale libera per il sorpasso sono state determinate considerando l'ostacolo mobile collocato nella corsia opposta, con altezza pari a 1,10.

Per il calcolo delle distanze di visibilità è stata utilizzata la formula riportata al paragrafo 5.1.3. del DM 05/11/2001:

$$D_s = 20 \times v = 5,5 V \quad [\text{m}]$$

dove:

- v = velocità del veicolo in [m/s], op. V in [km/h], desunta puntualmente dal diagramma delle velocità ed attribuita uguale sia per il veicolo in fase di sorpasso che per il veicolo proveniente in senso opposto.

I risultati delle analisi sono riportati in forma tabulare nel capitolo che segue ed in forma grafica sintetica negli elaborati specifici allegati al presente progetto definitivo, nei quali sono riassunti, in funzione dello sviluppo longitudinale della strada, le seguenti informazioni:

- progressive;
- distanze ettometriche;
- andamento planimetrico;
- andamento altimetrico (profilo longitudinale);
- diagramma delle distanze di visuale libera e di visibilità per l'arresto e per il sorpasso per entrambi i sensi di marcia;
- diagramma delle velocità di progetto costruito secondo quanto prescritto dal D.M. 05/11/2001;
- rappresentazione grafica delle situazioni a norma (tratti in verde), fuori norma (tratti in rosso).

Negli appositi elaborati grafici predisposti per le verifiche di ottemperanza al DM. 5/11/2001, sviluppati separatamente per le due corsie di marcia, vengono riportate le analisi di visuale libera svolte sulla configurazione di progetto che prevede già gli allargamenti in curva



VERIFICA DIAGRAMMA DELLE VISIBILITA' PER L'ARRESTO

Asse n. 1 V26 - via imperiale

Tipo strada C2 - Extraurbana secondaria Velocita' di progetto 70-70

Larghezza carreggiata 9.50-Spostam.raggio di marcia 1.75-Distanza ostacolo sinistra -4.75-Distanza ostacolo destra 4.75

Altezza punto di vista 1.10 - Altezza ostacolo 0.10

PROGRESSIVA (m)	VELOCITA' (Km/h)	VISIBILITA' PLANIMETRICA (m)	VISIBILITA' ALTIMETRICA (m)	VISIBILITA' MINIMA (m)	DISTANZA DI ARRESTO (m)	VERIFICA
0.000	70.	134.000	414.000	134.000	89.337	OK
40.000	70.	120.000	368.902	120.000	89.337	OK
71.844	70.	150.939	333.000	150.939	89.258	OK
80.000	70.	217.000	323.751	217.000	88.910	OK
101.385	70.	188.199	299.500	188.199	87.791	OK
130.926	70.	151.982	270.000	151.982	86.266	OK
185.019	70.	102.989	218.380	102.989	86.243	OK
230.000	70.	87.000	177.118	87.000	86.243	OK
239.113	70.	87.000	168.759	87.000	86.243	OK
250.000	70.	87.000	159.175	87.000	86.243	OK
259.296	70.	89.789	150.991	89.789	86.243	OK
266.159	70.	93.696	144.949	93.696	86.243	OK
293.206	70.	158.786	123.139	123.139	86.243	OK
306.729	70.	397.953	113.234	113.234	86.243	OK
310.000	70.	500.000	111.322	111.322	86.243	OK
320.253	70.	500.000	105.329	105.329	86.243	OK
333.776	70.	500.000	97.423	97.423	86.243	OK
340.538	70.	500.000	94.471	94.471	86.243	OK
347.299	70.	500.000	93.518	93.518	86.243	OK
350.000	70.	500.000	94.340	94.340	86.243	OK
352.624	70.	499.213	95.139	95.139	86.243	OK
368.596	70.	488.404	112.000	112.000	86.247	OK
430.708	70.	426.292	93.040	93.040	89.208	OK
451.412	70.	405.729	89.554	89.554	89.341	OK
455.496	70.	402.053	89.919	89.919	89.419	OK
456.858	70.	400.828	90.540	90.540	89.453	OK
457.538	70.	400.216	90.101	90.101	89.470	OK
459.581	70.	398.378	92.783	92.783	89.520	OK
460.942	70.	397.058	94.905	94.905	89.554	OK
462.303	70.	395.697	99.027	99.027	89.587	OK
462.644	70.	395.356	99.182	99.182	89.608	OK
463.665	70.	394.335	103.649	103.649	89.675	OK
464.346	70.	393.654	106.959	106.959	89.719	OK
465.026	70.	392.974	112.270	112.270	89.764	OK
465.537	70.	392.463	116.253	116.253	89.797	OK
466.047	70.	391.953	122.237	122.237	89.830	OK
466.558	70.	391.442	130.220	130.220	89.864	OK
466.813	70.	391.187	134.211	134.211	89.880	OK
467.069	70.	390.931	140.203	140.203	89.897	OK
467.451	70.	390.549	150.690	150.690	89.922	OK
467.643	70.	390.357	156.934	156.934	89.934	OK
467.834	70.	390.166	165.179	165.179	89.947	OK
468.026	70.	389.974	173.923	173.923	89.959	OK
468.217	70.	389.783	184.666	184.666	89.972	OK
468.361	70.	389.639	194.723	194.723	89.981	OK
468.409	70.	389.591	199.408	199.408	89.984	OK
468.504	70.	389.496	206.780	206.780	89.991	OK
468.600	70.	389.400	216.152	216.152	89.997	OK
471.484	70.	386.516	394.285	386.516	90.185	OK
473.195	70.	384.805	500.000	384.805	90.297	OK
550.966	70.	308.034	500.000	308.034	94.524	OK
717.663	70.	152.870	500.000	152.870	94.488	OK
792.755	70.	97.898	500.000	97.898	89.507	OK
820.000	70.	91.000	500.000	91.000	89.381	OK
850.000	70.	91.000	500.000	91.000	89.381	OK
890.000	70.	500.000	500.000	500.000	89.381	OK
996.679	70.	500.000	500.000	500.000	89.381	OK



VERIFICA DIAGRAMMA DELLE VISIBILITA' PER L'ARRESTO

Asse n. 1 V26 - via imperiale
Larghezza carreggiata 9.50-Spostam.raggio di marcia 1.75-Distanza ostacolo sinistra -4.75-Distanza ostacolo destra 4.75
Altezza punto di vista 1.10 - Altezza ostacolo 0.10

Tipo strada C2 - Extraurbana secondaria Velocita' di progetto 70-70

PROGRESSIVA (m)	VELOCITA' (Km/h)	VISIBILITA' PLANIMETRICA (m)	VISIBILITA' ALTIMETRICA (m)	VISIBILITA' MINIMA (m)	DISTANZA DI ARRESTO (m)	VERIFICA
996.679	70.	142.000	500.000	142.000	89.311	OK
959.453	70.	125.555	483.000	125.555	89.311	OK
946.679	70.	124.000	468.594	124.000	89.311	OK
936.679	70.	124.000	457.316	124.000	89.311	OK
891.603	70.	230.227	406.479	230.227	89.311	OK
876.679	70.	500.000	389.649	389.649	89.311	OK
796.679	70.	500.000	299.425	299.425	89.311	OK
792.756	70.	499.608	295.000	295.000	89.186	OK
783.369	70.	495.690	282.875	282.875	88.820	OK
755.209	70.	467.530	250.500	250.500	87.344	OK
736.436	70.	449.757	230.250	230.250	86.360	OK
717.663	70.	430.984	212.000	212.000	85.475	OK
674.731	70.	389.052	173.169	173.169	85.379	OK
653.265	70.	368.586	153.753	153.753	85.379	OK
631.799	70.	347.608	136.337	136.337	85.379	OK
621.066	70.	337.387	126.880	126.880	85.379	OK
610.333	70.	326.654	119.422	119.422	85.379	OK
598.867	70.	306.188	104.506	104.506	85.379	OK
567.401	70.	286.650	93.590	93.590	85.379	OK
556.668	70.	275.990	90.133	90.133	85.379	OK
545.935	70.	266.330	88.675	88.675	85.379	OK
543.109	70.	263.787	88.340	88.340	85.408	OK
540.283	70.	261.243	90.006	90.006	85.447	OK
537.456	70.	258.699	91.672	91.672	85.487	OK
534.630	70.	256.156	97.338	97.338	85.547	OK
523.325	70.	245.981	112.000	112.000	86.111	OK
488.781	70.	215.102	101.933	101.933	87.834	OK
471.509	70.	199.347	96.900	96.900	88.695	OK
462.873	70.	191.955	94.383	94.383	89.118	OK
458.555	70.	188.500	93.125	93.125	89.327	OK
454.237	70.	184.802	93.866	93.866	89.341	OK
449.694	70.	180.713	97.900	97.900	89.341	OK
447.422	70.	178.668	102.916	102.916	89.341	OK
446.286	70.	177.646	107.425	107.425	89.341	OK
445.150	70.	176.624	113.933	113.933	89.341	OK
444.583	70.	176.113	117.937	117.937	89.341	OK
444.015	70.	175.602	123.941	123.941	89.341	OK
443.731	70.	175.346	126.443	126.443	89.341	OK
443.447	70.	175.091	130.945	130.945	89.341	OK
442.879	70.	174.580	139.948	139.948	89.341	OK
442.311	70.	174.069	153.452	153.452	89.341	OK
442.027	70.	173.813	163.203	163.203	89.341	OK
441.885	70.	173.685	168.079	168.079	89.341	OK
441.743	70.	173.557	174.957	174.957	89.341	OK
441.601	70.	173.430	181.087	173.430	89.341	OK
441.459	70.	173.302	189.213	173.302	89.341	OK
441.317	70.	173.174	198.339	173.174	89.341	OK
441.175	70.	173.046	209.465	173.046	89.341	OK
441.033	70.	172.918	223.090	172.918	89.341	OK
440.962	70.	172.855	229.903	172.855	89.341	OK
440.891	70.	172.791	238.715	172.791	89.341	OK
440.749	70.	172.663	257.341	172.663	89.341	OK
440.607	70.	172.535	281.966	172.535	89.341	OK
436.064	70.	168.508	500.000	168.508	89.414	OK
346.679	70.	118.000	500.000	118.000	93.393	OK
336.679	70.	118.000	500.000	118.000	93.393	OK
306.679	70.	222.000	500.000	222.000	93.393	OK
297.623	70.	210.227	500.000	210.227	93.393	OK
146.679	70.	94.000	500.000	94.000	93.393	OK
130.926	70.	97.726	500.000	97.726	93.310	OK
106.679	70.	500.000	500.000	500.000	91.732	OK
71.845	70.	500.000	500.000	500.000	89.376	OK
0.000	70.	500.000	500.000	500.000	89.346	OK

Diagrammi di velocità e visibilità asta principale è riportato nel documento codice:

PD_0_V26_VCS26_0_SD_DV_01_A

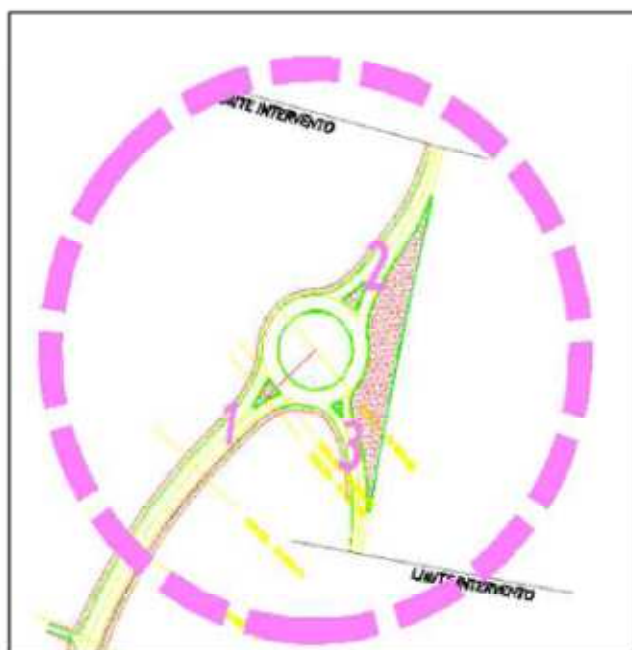
VERIFICA DELLA FUNZIONALITA DELLA ROTATORIA

1.5 DATI SUI FLUSSI DI TRAFFICO

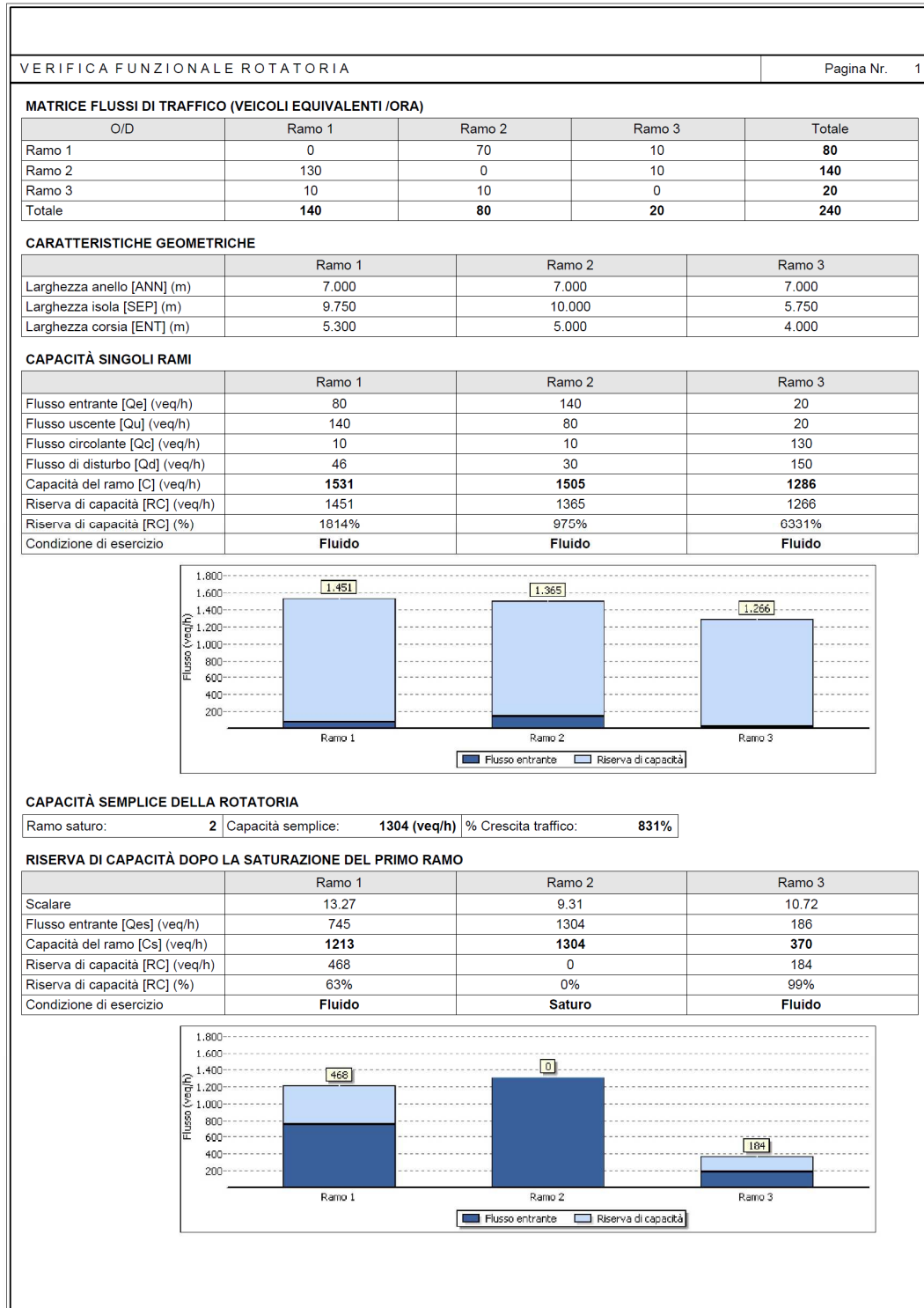
Cavalcavia S.P.9 Via Imperiale: rotatoria Nord

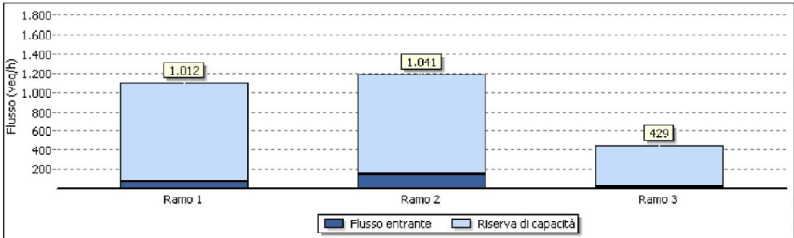
Ora di punta del mattino (giorno medio invernale)					
O	D	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti	Veicoli totali effettivi	Veicoli equivalenti
1	2	50	10	60	70
2	1	90	20	110	130

Flussi da e verso 3 trascurabili (strada locale non presente nel modello)

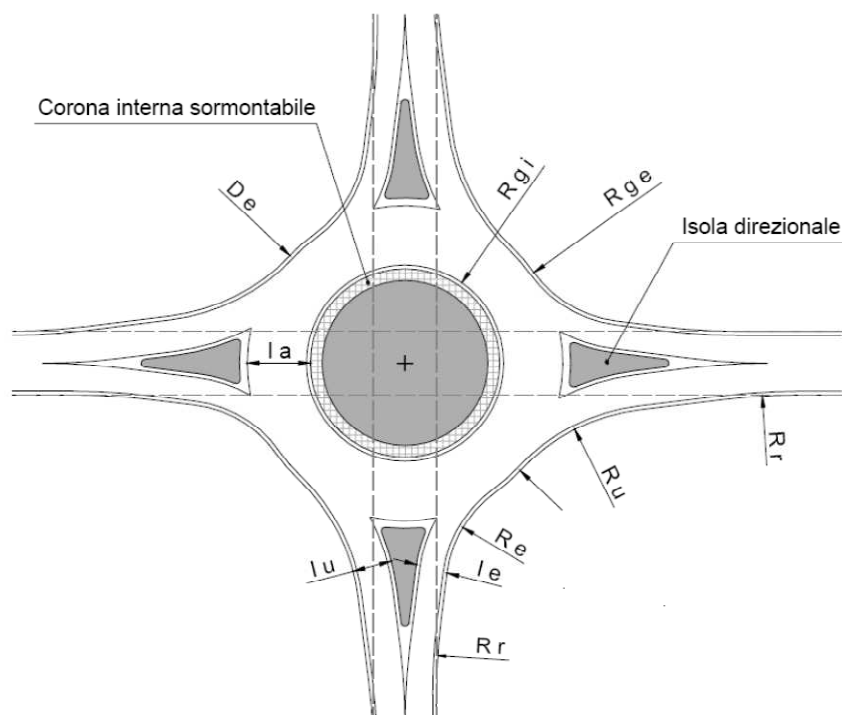


1.5.1 Verifica funzionale



VERIFICA FUNZIONALE ROTATORIA		Pagina Nr. 2	
CAPACITÀ TOTALE DELLA ROTATORIA			
Capacità totale:	2722 (veq/h)	Capacità totale pratica: 2452 (veq/h)	
RISERVA DI CAPACITÀ RISPETTO LA CAPACITÀ TOTALE			
	Ramo 1	Ramo 2	Ramo 3
Flusso entrante [Qe] (veq/h)	80	140	20
Capacità del ramo [Cs] (veq/h)	1092	1181	449
Capacità pratica [Cs'] (veq/h)	996	1064	393
Riserva di capacità [RC] (veq/h)	1012	1041	429
Riserva di capacità [RC] (%)	1265%	744%	2147%
Condizione di esercizio	Fluido	Fluido	Fluido
			
LIVELLI DI SERVIZIO E LUNGHEZZA DELLE CODE			
	Ramo 1	Ramo 2	Ramo 3
Grado di saturazione [x]	0.05	0.09	0.02
Ritardo medio di fermata [d] (s)	2	3	3
Livello di servizio [LOS]	A	A	A
Lung. media coda [Lm] (m)	0.33	0.62	0.09
Lung. media coda [Lm] (veic)	0	0	0
Veicoli in coda [Q95] (veic)	0	0	0

1.6 ANALISI DELLA VISIBILITÀ



Il progetto prevede le seguenti rotatorie:

1. Rotatoria "C26-1" sull'intersezione con la S.P.9. via Imperiale; Rest= 23,50 m;

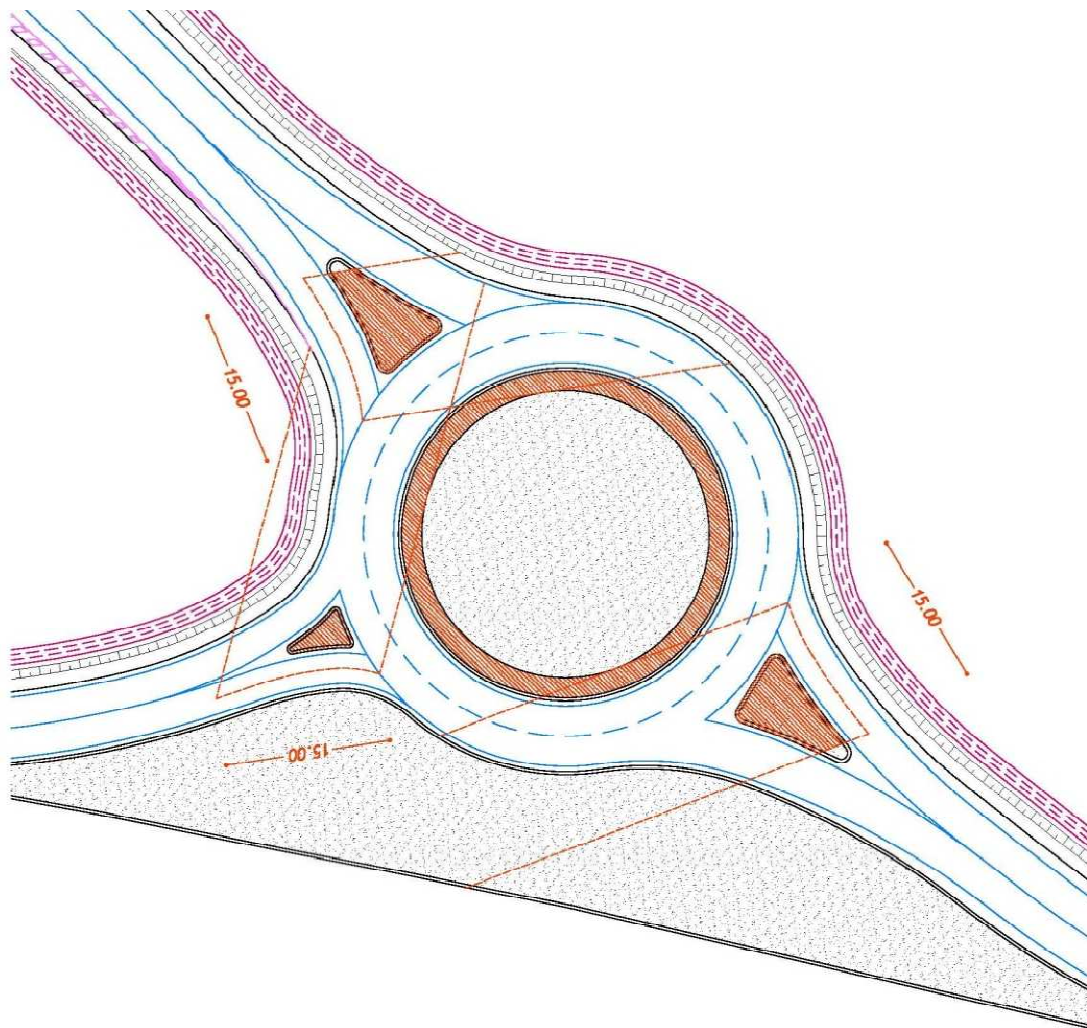
La rotatoria "C26-1" presenta una larghezza dell'anello giratorio pari a 7.00 m composto da una banchina da 0.50 m in SX e una da 0.50 m DX con una corsia di circolazione pari a 6.00 m. L'analisi delle visibilità relativa agli accessi alle rotatorie è stata sviluppata per fornire indicazioni progettuali sulle aree da mantenere libere da ostacoli al margine delle rotatorie stesse o nelle isole centrali. In particolare si devono adottare le seguenti prescrizioni:

- Il punto di osservazione si pone ad una distanza di 15m dalla linea di arresto coincidente con il bordo della circonferenza esterna;
- la posizione planimetrica si pone sulla mezziera della corsia di entrata in rotatoria (o delle corsie di entrata) e l'altezza di osservazione si colloca ad 1m sul piano viabile;
- la zona di cui è necessaria la visibilità completa corrisponde al quarto di corona giratoria posta alla sinistra del canale di accesso considerato.

Nella corona giratoria è stato previsto comunque di lasciare libera da ogni tipologia di ostacolo una fascia di larghezza pari a 2.0m misurata a partire dal bordo interno della corona sormontabile.

Il risultato è rappresentato nelle figure riportate di seguito in cui sono rappresentate le superfici nelle quali non devono essere previsti ostacoli di altezza superiore ad 1.0m.

Verifica visibilità Rotatoria "C26-1":



Dalle verifiche sopra effettuate si evince che nelle aree evidenziate non sono presenti ostacoli che impediscono la visibilità dei veicoli in ingresso in rotatoria.

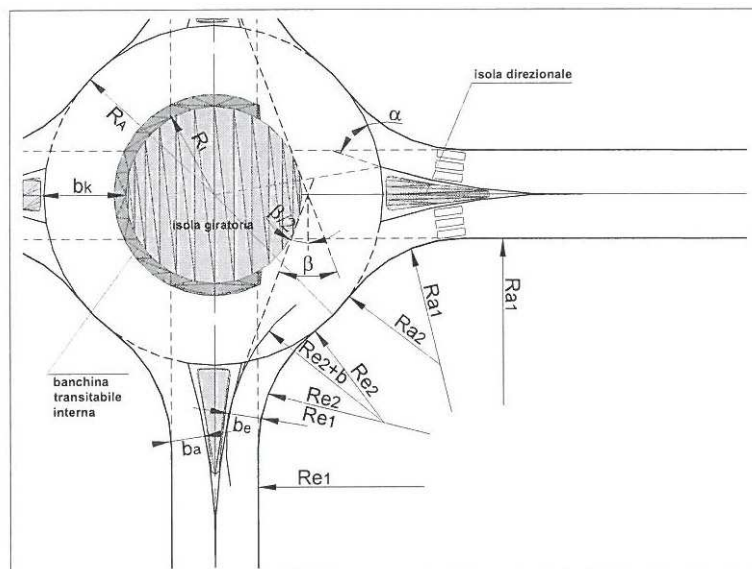
Relativamente a dette aree, il progetto non prevede l'installazione di alcun dispositivo o la realizzazione di alcun manufatto che non consenta all'utente in approccio alla rotatoria di non avere una corretta percezione del quarto di anello alla sua sinistra.

Pertanto risultano verificate le rotatorie relativamente alle visuali libere.

1.7 ANALISI DELL'ANGOLO DI DEVIAZIONE

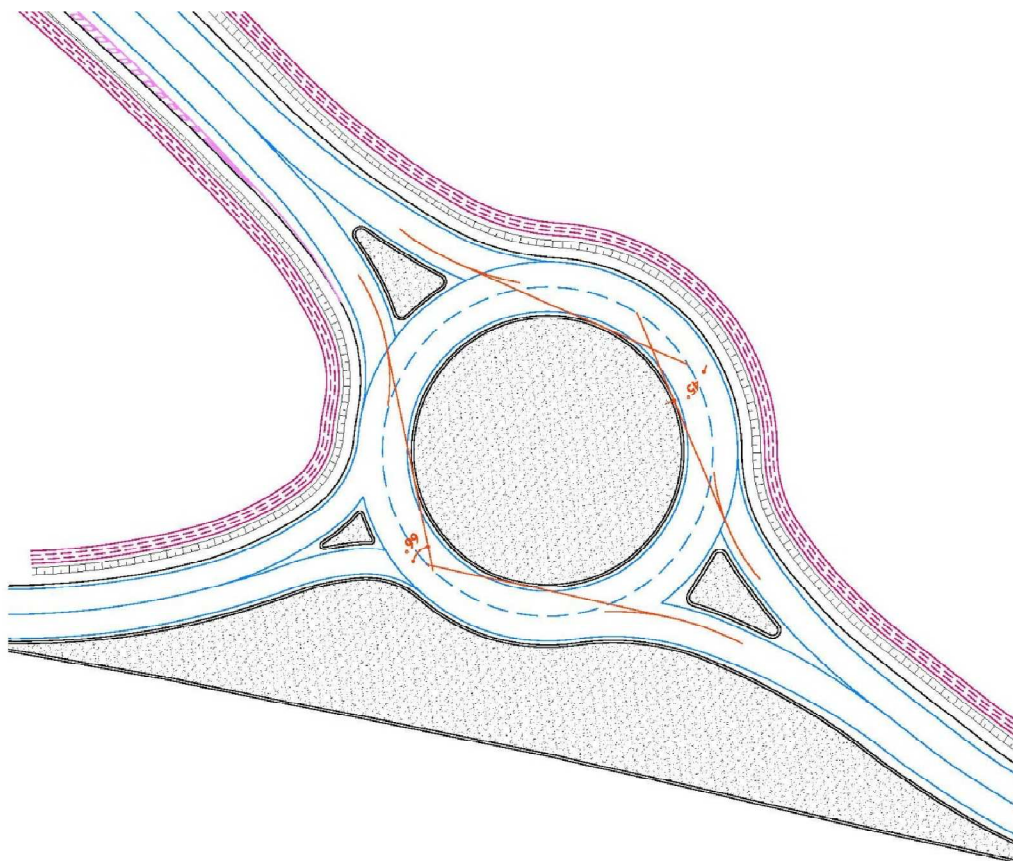
Il criterio principale per definire la geometria delle rotatorie riguarda il controllo della deviazione delle traiettorie in attraversamento del nodo. Infatti, per impedire l'attraversamento di un'intersezione a rotatoria ad una velocità non adeguata, è necessario che i veicoli siano deviati dall'isola centrale.

La valutazione del valore della deviazione viene effettuata per mezzo dell'angolo di deviazione β . Per determinare la tangente al ciglio dell'isola centrale corrispondente all'angolo di deviazione β , bisogna aggiungere al raggio di entrata $R_{e,2}$, un incremento b pari a 3,50 m. Per ciascun braccio di immissione si raccomanda un valore dell'angolo di deviazione β di almeno 45°



Elementi di progetto e tipizzazione delle rotatorie

Verifica angolo di deviazione Rotatoria "C26-1":



Dalle verifiche sopra effettuate si evince come l'angolo di deviazione presenti valori maggiori a 45° , pertanto è verificata la rotatoria relativamente all'angolo di deviazione.

3 BARRIERE DI SICUREZZA

3.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

3.1.1 Campo di applicazione del D.M. 223/1992 e s.m.i.

Il campo di applicazione della normativa in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali è definito dall'art. 2 comma 1 del D.M. 223/1992 e riguarda i progetti esecutivi relativi alle strade ad uso pubblico extraurbane ed urbane che hanno velocità di progetto maggiore o uguale a 70 km/h. Sono espressamente escluse dal campo di applicazione della norma in argomento le progettazioni inerenti le strade extraurbane ed urbane con velocità di progetto inferiore a 70 km/h.

La velocità di progetto di ciascun arco stradale oggetto di progettazione è stata determinata in relazione alla classe funzionale, riportata all'art. 2 comma 2 del D.Lgs. 285/1992 "Nuovo Codice della Strada" ed alle sue caratteristiche planimetriche (raggio di curvatura), indipendentemente dalla eventuale imposizione di un limite di velocità sul tratto stradale oggetto di intervento. Nel caso di interventi da realizzare su strade esistenti, la velocità di progetto è stata calcolata per assimilazione, sulla base di quanto previsto dal D.M. 5.11.2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" e s.m.i. per la medesima classe funzionale e raggio planimetrico della tratta.

Per la parte attinente l'impiego dei dispositivi di ritenuta, sono stati adottati i criteri dettati dalle istruzioni tecniche allegate al D.M. 21.6.2004 che sostituiscono e aggiornano tutte le istruzioni tecniche precedenti.

Il progetto definitivo prevede, oltre alla presente relazione, anche degli elaborati grafici che completano la progettazione sull'utilizzo delle barriere di sicurezza. In particolare, sono previsti i seguenti elaborati:

Planimetria di progetto barriere – Codice: PD_0_V26_VCS26_0_SD_PP_02_A

3.1.2 Dispositivi di ritenuta impiegabili

Secondo quanto previsto dal quadro normativo i dispositivi di ritenuta che possono essere impiegati nel presente progetto sono:

- Le barriere di sicurezza dotati di marcatura CE ai sensi della norma EN 1317-5;
- I terminali speciali testati:
 - a) omologati ai sensi del decreto ministeriale 21.6.2004;
 - b) non omologati ma rispondenti alle norma UNI ENV 1317-4. In questo caso l'impiego è subordinato alla verifica di rispondenza alla norma UNI ENV 1317-4 che gli enti appaltanti

devono eseguire richiedendo preventivamente i rapporti di 'crash test' al riguardo necessari, rilasciati da campi prova certificati secondo le norme ISO EN 17025.

3.1.3 Criteri di scelta delle tipologie di classi dei dispositivi di ritenuta

Conformemente a quanto contenuto nel DM 2367 del 21.06.2004, indicazioni riprese nella Circolare esplicativa prot. 62032 in merito a "L'uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione, impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni" sono stati protetti i seguenti elementi del margine stradale:

- i margini di tutte le opere d'arte all'aperto, quali ponti, viadotti, ponticelli, sovrappassi e muri di sostegno della carreggiata, indipendentemente dalla loro estensione longitudinale e dall'altezza sul piano di campagna;
- il margine stradale nelle sezioni in rilevato dove il dislivello tra il colmo dell'arginello ed il piano di campagna è maggiore o uguale a 1 m le cui scarpate abbiano pendenza maggiore o uguale a 2/3;
- gli ostacoli fissi che potrebbero costituire un pericolo per gli utenti della strada in caso di urto.

La scelta della categoria minima dei dispositivi di sicurezza installati l'ungo le viabilità di progetto è stata effettuata secondo quanto prescritto dal DM 2367, a seconda della destinazione e ubicazione, della categoria e dell'andamento piano altimetrico dell'infrastruttura stradale ed infine considerando le caratteristiche e la composizione delle correnti veicolari che la percorreranno tanto in termini quantitativi, riferendosi al Traffico Giornaliero Medio (TGM) previsto, quanto qualitativi in termini di categorie veicolari e quantità di veicoli pesanti che le percorreranno.

Pertanto nella definizione del grado di contenimento delle barriere si è fatto riferimento alle seguenti tabelle, contenute nel citato DM 2367, dove la prima definisce il livello di traffico in relazione al TGM e alla percentuale di veicoli pesanti, mentre la seconda definisce il grado di contenimento minimo delle barriere a seconda dell'elemento da proteggere a partire dal tipo di strada e dal livello di traffico atteso.

Livello di Traffico	TGM	% Veicoli con massa > 3.5 t
I	≤ 1000	qualunque
	> 1000	≤ 5
II	> 1000	5 – 15
III	> 1000	> 15

Classificazione dei Livelli di Traffico per la scelta tipologica

Tipo di strada	Tipo di traffico	Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo ponte
Strade extraurbane secondarie (C)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade locali (F)	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

Classificazione progettuale dei dispositivi di sicurezza longitudinali

Il DM2367 classifica le barriere oltre che per la classe di contenimento anche per quanto attiene alla severità dell'urto che viene determinato in base ai valori assunti dagli indici: A.S.I (indice di severità dell'accelerazione), T.H.I.V. (indice di velocità della testa teorica) e P.H.D. (indice di decelerazione della testa dopo l'impatto); tali indici risultano definiti nella norma UNI EN 1317 parti 1 e 2. In base agli indici sopra citati la norma UNI EN 1317-2 individua due classi di severità riassunte nella tabella seguente.

Livello di severità dell'urto	Valori degli indici		
A	ASI ≤ 1.0	THIV ≤ 33 km/h	PHD ≤ 20g
B	ASI ≤ 1.4		

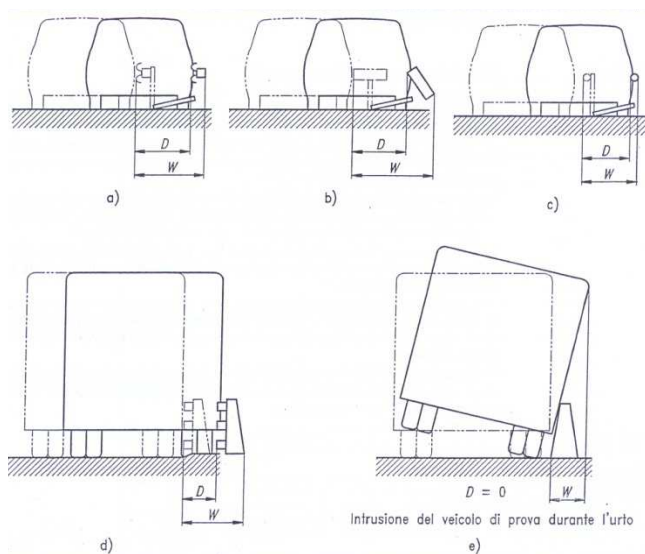
Classificazione delle barriere in termini di severità degli urti

Sempre la norma UNI EN 1317-2 puntualizza:

- *“il livello di severità d'urto A garantisce un maggior livello di sicurezza per gli occupanti di un veicolo che esce di strada rispetto al livello B e viene preferito quando altre considerazioni si equivalgono”;*
- *“in luoghi pericolosi specifici in cui il contenimento di un veicolo che esce di strada (come un camion di trasporto pesante) è la considerazione principale, può essere necessario adottare e installare una barriera di sicurezza senza un livello di severità d'urto specifico. I valori degli indici registrati nella prova della barriera di sicurezza, tuttavia, devono essere citati nel resoconto di prova”.*

Riguardo alla deformabilità si è fatto riferimento ai due seguenti parametri che vengono determinati dalle prove di crash-test:

- La deflessione dinamica ovvero è il massimo spostamento dinamico trasversale del frontale del sistema di contenimento;
- La larghezza operativa (W) ovvero la distanza tra la posizione iniziale del frontale del sistema stradale di contenimento e la massima posizione dinamica laterale di qualsiasi componente principale del sistema.



Deflessione dinamica (D) e Larghezza operativa (W)

Ai fini della limitazione degli effetti dell'urto per gli occupanti dei veicoli leggeri, si sono previste barriere con **un indice ASI minore o uguale a 1,0**, ad eccezione del tratto in cavalcavia ritenuto particolarmente pericolosi, in cui il contenimento del veicolo in svio diviene un fattore essenziale ai fini della sicurezza, dove saranno utilizzate barriere con un indice ASI **fino ad 1,4**.

Nella tabella seguente si riporta la classificazione delle barriere di sicurezza in base alla classe di larghezza operativa (W) a cui appartengono.

Classe di appartenenza	W [m]
W1	$W \leq 0,6$
W2	$W \leq 0,8$
W3	$W \leq 1,0$
W4	$W \leq 1,3$
W5	$W \leq 1,7$
W6	$W \leq 2,1$
W7	$W \leq 2,5$
W8	$W \leq 3,5$

Classificazione delle barriere in funzione della larghezza operativa (W)

3.1.4 Definizione delle tipologie e classi dei dispositivi di ritenuta

Nel presente capitolo si illustra la scelta della tipologia e classe di barriere, a partire dai criteri esposti nella sezione precedente.

3.2 ANALISI DEI FLUSSI

Per l'infrastruttura in progetto è stato assunto il tipo di traffico II come definito dal D.M. 2367 del 21/06/2004 considerando il TGM bidirezionale e la percentuale di veicoli pesanti stimati in fase di progettazione definitiva. In particolare, nella tabella seguente vengono riassunte le indagini di traffico che saranno utilizzate per la scelta dei dispositivi di ritenuta da utilizzare nel presente progetto.

Tipo di strada	TGM	% Veicoli con massa > 3.5 t	Livello di traffico
Viabilità V26 S.P. 9 Provincia di Modena	>1000	5-15%	II

Livello di traffico

3.2.1 Asse principale

Con riferimento al D.M. 05/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" è stato possibile definire la tipologia di strada da utilizzare per il presente progetto, strada di tipo C2, e tutte le caratteristiche ad essa connesse (elementi marginali, raccordi plano-altimetrici minimi, ecc.). Pertanto, in funzione di quanto appena accennato e, del tipo di traffico determinato nel paragrafo precedente, si è deciso di proteggere il bordo dei rilevati quando l'altezza supera il metro dal piano campagna e nel caso di scarpate con pendenza maggiore o uguale a 2/3.

Quindi ai fini della scelta della classe di barriere di sicurezza sono stati considerati i seguenti elementi:

- la pendenza delle scarpate;
- l'altezza del rilevato;
- la presenza di elementi rigidi, edifici, strade, ferrovie, depositi materiale pericoloso o simili in prossimità del confine stradale;
- la percentuale di traffico pesante;
- il tipo di strada secondo il DM 05/11/2001.

Nella tabella seguente sono riassunte le scelte effettuate nella redazione del progetto definitivo per la definizione del livello di contenimento delle barriere da installare in relazione alle diverse caratteristiche fisiche degli elementi costituenti il corpo stradale. In aggiunta a quanto indicato nella tabella seguente si precisa che tutte le barriere da bordo laterale è previsto siano caratterizzate dalla classe minima di danno

agli occupanti (ASI A) mentre per le barriere bordo opera si è contemplata la possibilità di installare barriere con severità all'urto di classe ASI B lasciando facoltà di scelta al direttore ai lavori anche in relazione alla disponibilità sul mercato di barriere bordo opera con determinato W e classe di severità all'urto di classe ASI A.

Tipo strada di	Destinazione	Strada tipo C
Viabilità di Collegamento	Bordo laterale con rilevato $H_{ril} < 1$ m	nessuna protezione ⁽¹⁾
	Bordo laterale con rilevato $H_{ril} \geq 1$ m	H1
	Opera d'arte di luce $L \geq 10$ m	H3

Classi di barriere adottate in progetto

3.3 MODALITÀ DI INSTALLAZIONE DELLE BARRIERE DA BORDO LATERALE E BORDO PONTE

3.3.1 Richiami normativi

Nei paragrafi che seguono verranno illustrate le principali modalità di installazione delle barriere bordo rilevato e bordo opera previste nel progetto delle barriere di sicurezza.

In generale la lunghezza minima di una installazione (L_f) indipendente si può assumere pari a 90 ml (esclusi i terminali) essendo al pari delle usuali estese di prova di crash-test. Per le barriere bordo rilevato:

- l'interasse tra i montanti e la loro profondità di infissione sono descritti nei report di crash-test di ciascun dispositivo
- la lunghezza d'infissione secondo certificato dovrà essere rispettata, in ogni modo non dovrà essere inferiore a 1.5 - 2 volte l'altezza fuori terra del montante;
- la sagoma dell'arginello deve essere tale che a tergo del montante vi siano 70-80cm minimo di terreno ricoperto in modo che il montante possa lavorare come nei crash-test, si ritiene che una dimensione dell'arginello paria 1.30 metri necessaria e sufficiente allo scopo precedentemente esposto;
- tutte le barriere bordo rilevato sono previste con classe di severità all'urto ASI A.

Per le barriere bordo opera:

- le barriere metalliche bordo opera debbono essere installate mediante flangia imbullonata su cordolo, sia quest'ultimo parte integrante dell'opera d'arte, elemento prefabbricato o elemento appositamente realizzato sul ciglio stradale;
- sistemi di ancoraggio della barriera devo essere gli stessi dell'installazione di prova, il cordolo deve avere una sezione di almeno 70cm x 70cm e deve essere fondato su un cls magro con Rck superiore a 15;
- l'emersione del cordolo dal piano stradale adiacente deve essere uguale a quella dell'installazione di prova, usualmente paria a 5cm.
- Si prevede l'installazione di barriere bordo ponte con classe di severità all'urto A o B a seconda della disponibilità sul mercato.

Modalità di installazione delle barriere da bordo laterale

In ragione dell'andamento piano altimetrico dell'asse in oggetto caratterizzato da altezze di rilevato di poco superiori al metro e considerando la tipologia di strada ricadente nella classe C2 secondo il DM 05/11/2001 si è prevista lungo tutto il suo sviluppo l'installazione di barriere di classe H1 bordo rilevato con larghezza di funzionamento massima paria $W5 \leq 1,70$ metri.

Modalità di installazione delle barriere da bordo opera d'arte

In corrispondenza dei cavalcavia barriere H3 bordo ponte, come previsto dalla normativa vigente e come dichiarato nei paragrafi precedenti, con larghezza di funzionamento massima paria $W5 \leq 1,70$ metri.

Transizioni

Nelle more dell'emanazione della nuova norma EN 1317-4 specificatamente dedicata alle transizioni tra barriere diverse, le transizioni da prevedere in progetto dovranno rispettare i seguenti criteri:

- le transizioni dovranno avvenire senza soluzioni di continuità strutturale degli elementi longitudinali resistenti
- le transizioni tra barriere metalliche di diverso tipo dovranno essere ottenute utilizzando i raccordi ed i pezzi speciali di giunzione previsti dal costruttore;
- l'interruzione di elementi longitudinali secondari nelle zone di transizione dovrà avvenire mediante l'installazione degli elementi terminali di ciascun componente previsti dal costruttore, avendo comunque cura di arretrare l'elemento stesso rispetto all'allineamento degli elementi longitudinali continui principali, prima della sua interruzione. Ciò al fine di ridurre la possibilità che restino parti degli elementi longitudinali secondari delle barriere esposti al possibile impatto frontale del veicolo in svio;
- nel caso di transizione tra barriere dotate di mancorrente superiore e barriere prive del suddetto elemento longitudinale dovrà essere previsto un pezzo speciale terminale centinato vincolato al primo paletto della barriera del bordo priva di mancorrente;
- lo sviluppo delle transizioni dovrà essere almeno pari a 12.5 volte la differenza tra la deflessione dinamica massima (valore registrato nella prova di crash con veicolo pesante) delle due barriere da raccordare. Nella redazione degli elaborati si è indicata una lunghezza delle transizioni pari a 4,5 metri essendo questo un valore mediamente contemplato dai produttori; tuttavia in fase realizzativa dovranno essere installate transizioni conformi alle specifiche caratteristiche delle barriere scelte per la messa in opera.
- Sono ammesse transizioni tra barriere di classe diversa a condizione che queste non differiscano per più di due classi. In questo caso la deflessione dinamica della barriera di classe superiore dovrà essere preventivamente convertita in una "deflessione equivalente" della classe inferiore mediante i seguenti coefficienti:

Barriera di classe superiore	Barriera di classe inferiore	Fattore di riduzione della deformazione dinamica della barriera di classe superiore
H3	H1	0.5

Si rammenta che, dal punto di vista strutturale, il livello di contenimento della transizione è da considerare equivalente alla classe minore tra quelle delle due barriere accoppiate e la transizione stessa dovrà pertanto essere realizzata al di fuori del tratto ove si rende necessaria la protezione di classe maggiore.

Modalità di installazione delle barriere da bordo laterale in corrispondenza dei punti singoli

Lungo lo sviluppo delle viabilità in progetto sono presenti una serie di ostacoli fissi che necessitano di protezione, tali corpi adiacenti alla carreggiata sono costituiti da:

- pali di illuminazione;
- portali della segnaletica:

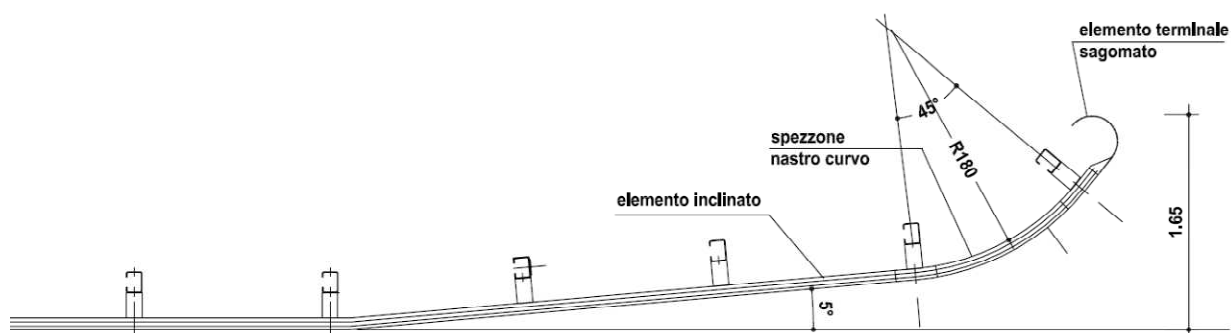
I pali di illuminazione si prescrive di installarli ad una distanza dal ciglio pavimentato maggiore uguale a 1,70 metri, pertanto lungo i bordi laterali delle viabilità in progetto verranno installati dispositivi di ritenuta aventi larghezza di funzionamento massima pari a $W5 \leq 1,70$ metri come specificato nei paragrafi precedenti, pertanto i due elementi sopra citati risultano protetti con la messa in opera delle barriere previste senza la necessità di prevedere installazioni ad hoc.

Terminali

Qualsiasi interruzione della continuità longitudinale delle barriere esposte al flusso di traffico è stata dotata di un sistema terminale che prevenga, per quanto possibile, l'urto frontale dei veicoli contro la parte iniziale della barriera.

Il D.M. 21.6.2004 definisce i "terminali semplici" come "normali elementi iniziali e finali di una barriera di sicurezza" che "possono essere sostituiti o integrati alle estremità di barriere laterali con terminali speciali testati secondo UNI ENV 1317-4, di tipo omologato."

In linea prioritaria, dovranno essere utilizzati i sistemi terminali previsti dal produttore ed indicati nei report di prova del crash-test, a condizione che questi risultino inclinati verso l'esterno dell'arginello. In assenza di specifiche previsioni da parte del produttore, il terminale della lama principale dovrà essere costituito da elementi inclinati trasversalmente verso l'esterno del corpo stradale con un angolo di 5° per almeno 3 interassi standard della barriera ed il primo interasse dovrà avere un raggio di curvatura di 1.8 m in modo da non esporre il terminale delle lame al flusso veicolare



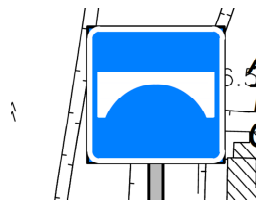
schema di blocco terminale di avvio

4 PROGETTO DELLA SEGNALETICA

Riferendosi ai Decreti specifici, in special modo al nuovo Codice della strada ed al suo regolamento attuativo, Al titolo II (della costruzione e tutela delle strade), capo II (organizzazione della circolazione e segnaletica stradale), artt. 37-45, viene definita la segnaletica stradale mentre l'esecuzione e l'attuazione è rimandata all'apposito regolamento e in particolare agli artt. 74-195.

si è proceduto alla progettazione della segnaletica verticale ed orizzontale. Rimandando agli elaborati specifici per il corretto posizionamento della cartellonistica stradale in questa sede si daranno delle informazioni generali, dato che il codice della strada non lascia molto spazio alla personalizzazione della segnaletica e quindi il riferimento ad esso è condizione necessaria e sufficiente ad un corretto posizionamento dei segnali stradali.

Per quanto riguarda la segnaletica verticale lungo l'asse principale sono stati utilizzati principalmente segnali circolari di divieto (limiti di velocità), segnali di precedenza, segnali di preavviso (in approccio alle intersezioni), segnali di progressiva distanziometrica, sia chilometrica che ettometrica, segnali utili alla guida come quelli che identificano l'attraversamento di ponti, i segnali complementari come delineatori di margine della carreggiata stradale (uno ogni 50 metri)



Per quanto riguarda la segnaletica verticale nella zona delle intersezioni sono stati utilizzati segnali di pericolo (curva stretta, circolazione rotatoria), segnali di precedenza (sia per chi si immette dalle rampe verso l'asse principale, sia per chi dall'asse in progetto si distribuisce lungo la viabilità locale), segnali di direzione, segnali di obbligo, segnali di divieto (principalmente limitazione alla velocità sulle rampe, divieti di sorpasso sulle stesse). Per quanto riguarda la segnaletica orizzontale negli elaborati di progetto sono indicate di massima le eventuali zebraure in corrispondenza degli allargamenti di carreggiata e le strisce di margine degli elementi costitutivi la piattaforma stradale di progetto.

SEGNALETICA ORIZZONTALE
ASSE PRINCIPALE - STRADA TIPO C2



Striscia laterale sinistra spessore 15 cm

Striscia di mezzzeria spessore 12 cm

Striscia laterale destra spessore 15 cm

Planimetria Segnaletica, Codice documento: PD_0_V26_VCS26_0_SD_PP_03_A