

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

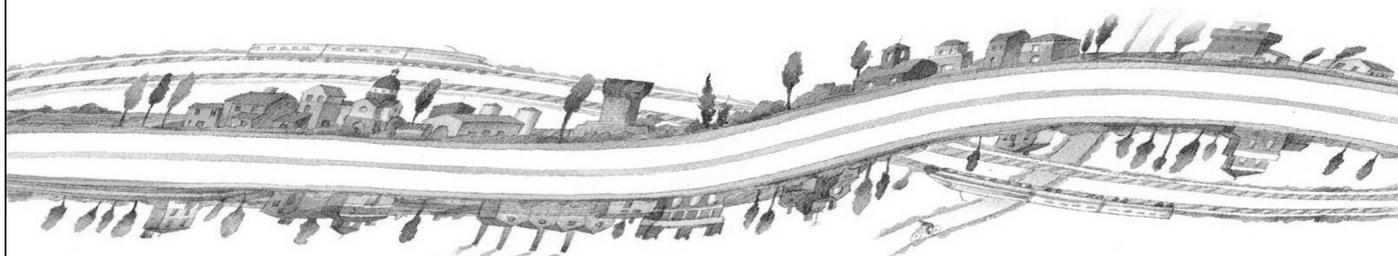
ASSE AUTOSTRADALE (COMPRESIVO DEGLI INTERVENTI LOCALI DI COLLEGAMENTO VIARIO AL SISTEMA AUTOSTRADALE)

PROGETTAZIONE STRADALE

VIABILITA' INTERFERITA

V35 - CAVALCAVIA SP 6 BONDENO CENTO

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.
1934	PD	0	V35	VCS35	0	SD	RT	01	A

SCALA: _

INDICE

1	VIABILITA' V35	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	10
1.4.3	Analisi di visibilità	14
2	VERIFICA DELLA FUNZIONALITA DELLA ROTATORIA	19
2.1	Dati sui flussi di traffico	19
2.1.1	Verifica funzionale	20
2.2	Analisi della visibilità	22
2.3	Analisi dell'angolo di Deviazione	24
3	BARRIERE DI SICUREZZA	26
3.1	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	26
3.1.1	Campo di applicazione del D.M. 223/1992 e s.m.i.	26
3.1.2	Dispositivi di ritenuta impiegabili.....	26
3.1.3	Criteri di scelta delle tipologie di classi dei dispositivi di ritenuta	27
3.1.4	Definizione delle tipologie e classi dei dispositivi di ritenuta	30
3.2	ANALISI DEI FLUSSI	30
3.2.1	Asse principale	30
3.3	MODALITÀ DI INSTALLAZIONE DELLE BARRIERE BORDO LATERALE E BORDO PONTE.....	31
3.3.1	Richiami normativi	31
4	PROGETTO DELLA SEGNALETICA.....	34

1 VIABILITA' V35

1.1 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO PLANO ALTIMETRICO

Dal punto di vista planimetrico il progetto definitivo (fig.1-1) si distacca a sud (in figura a sinistra) dalla viabilità esistente in località Pilastrello attraverso una rotatoria a tre bracci, di raggio esterno di 60,00 metri, che raccorda la via Finalese a via Monsignor Di Sotto.

Dalla rotatoria il nuovo tracciato presenta un breve tratto in rettilineo a cui segue una curva di raggio 250 m per uno sviluppo di circa 210 metri; segue un rettilineo lungo 433,97 metri con cui il tracciato attraversa in cavalcavia l'autostrada Cispadana.

Al rettilineo segue una curva di raggio 250 metri, con uno sviluppo di 242 metri e un rettilineo di 75,64 metri che immette nella rotatoria di svincolo di accesso al casello di Cento.

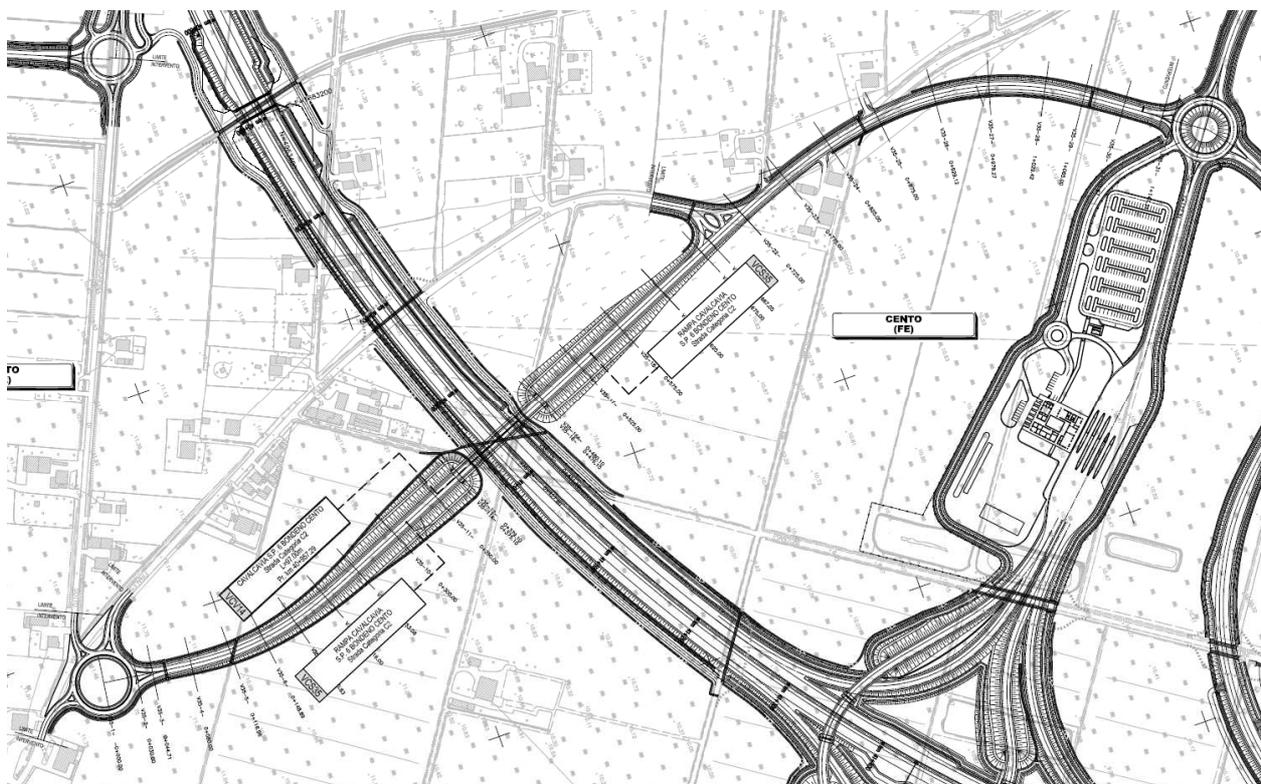


figura 1-1 - Planimetria

La lunghezza della bretella stradale è di circa 1177 metri oltre ai raccordi che si dipartono dalle rotatorie sino al limite di intervento.

1.2 PIATTAFORMA STRADALE E SEZIONE TIPO

La viabilità V35 – Cavalcavia VCV14 in variante alla S.P. 6 Bondeno Cento, in Provincia di Ferrara, 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).

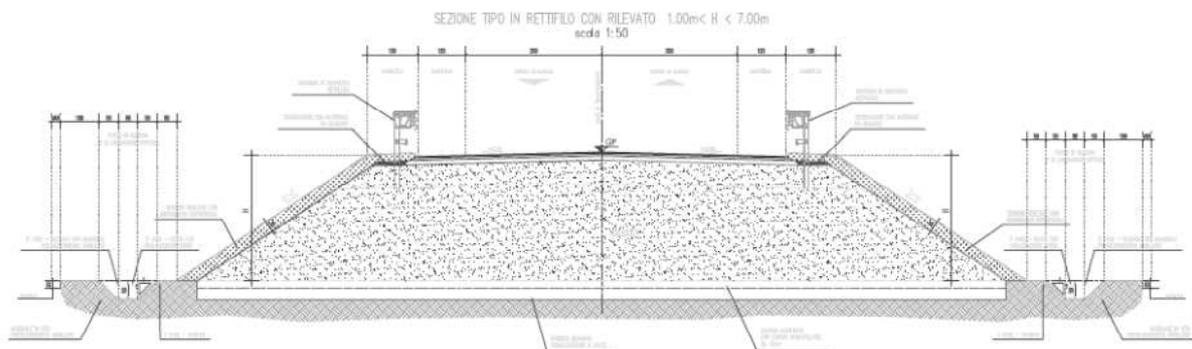


figura 1-3 - Sezione in rettilineo

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 %.

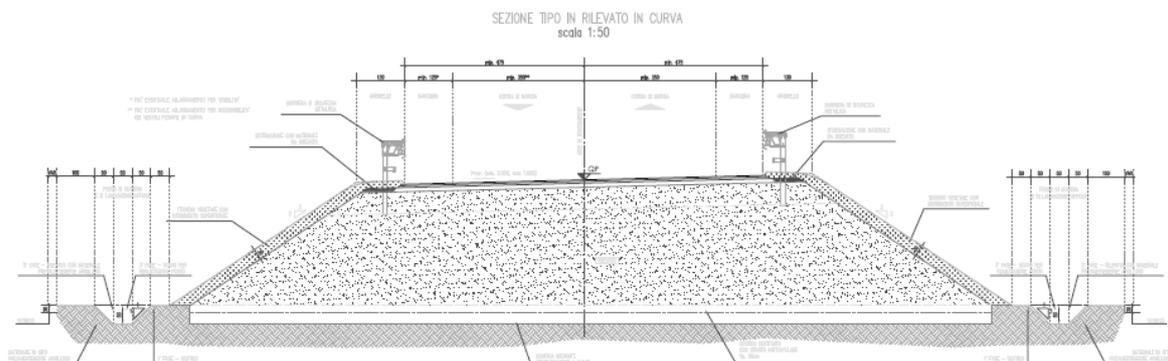


figura 1-4 - Sezione in curva tipologica C2

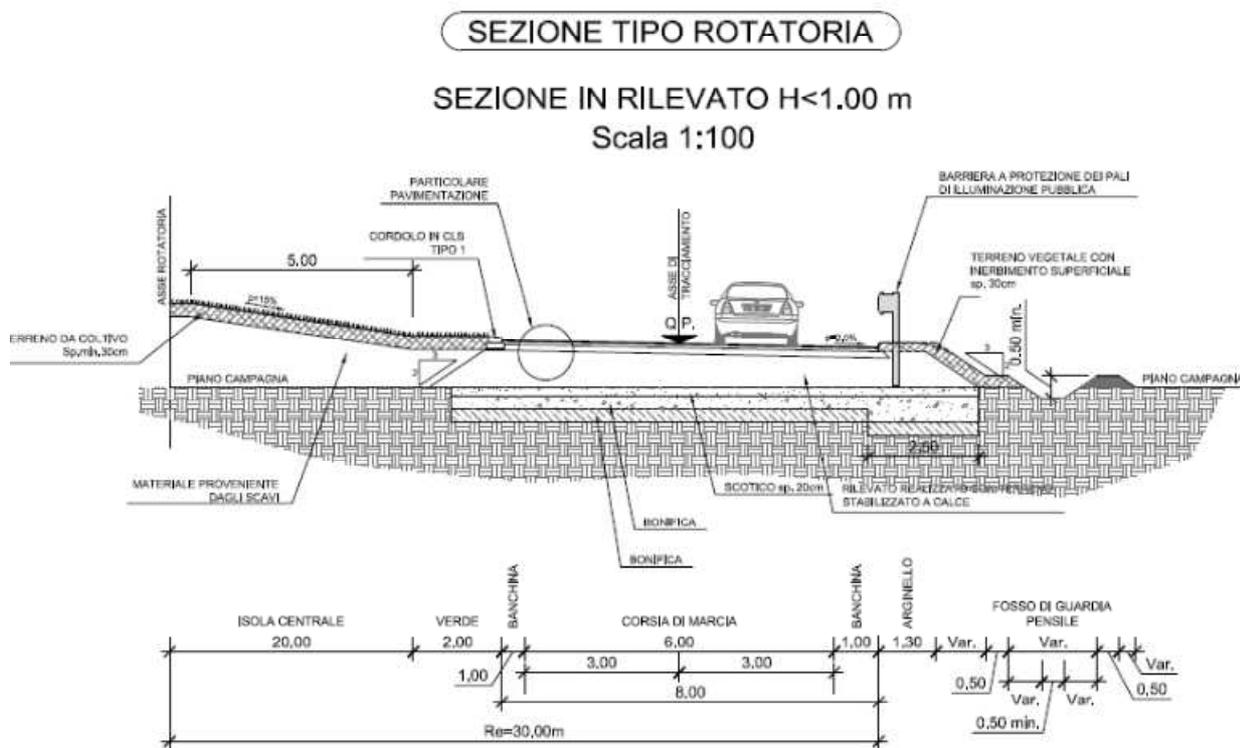


figura 1-5- Sezione in Rotatoria

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 11 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 sud, 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:

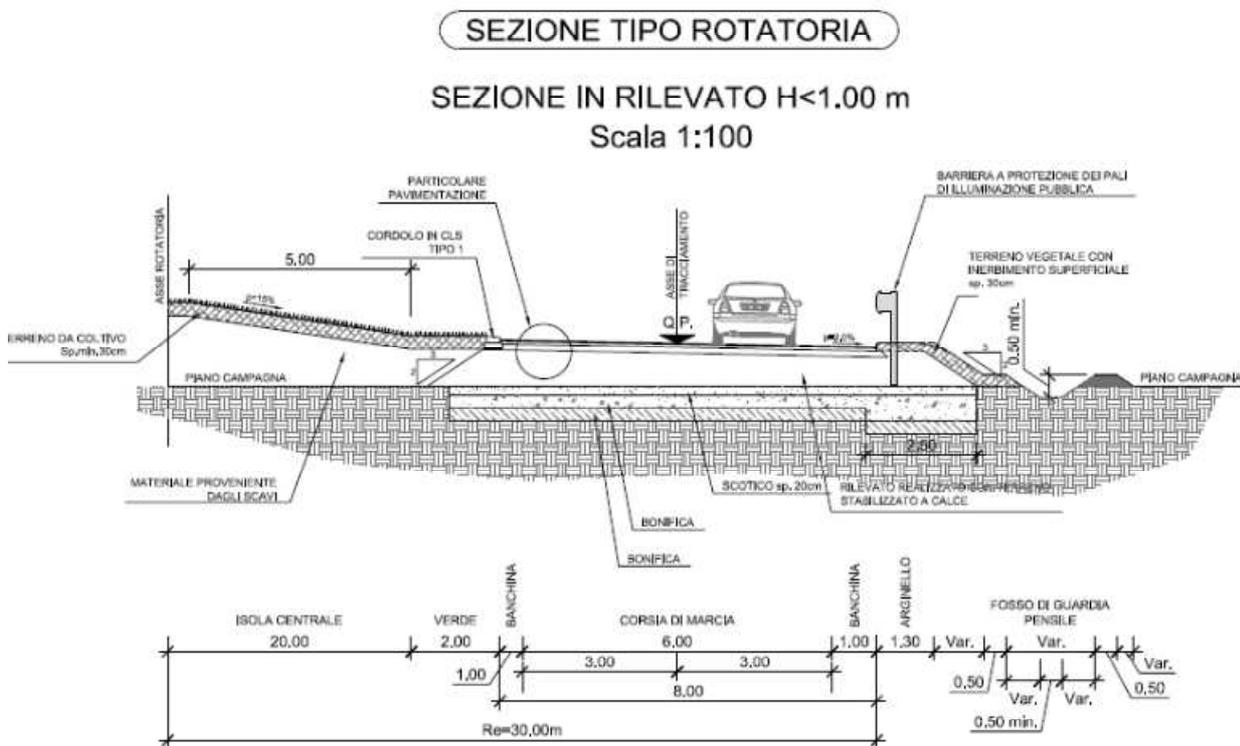


figura 1-5 - Sezione rotatoria

ROTATORIA	INTERSEZIONI CON STRADE	N° BRACCI	Raggio esterno (m)
C35-1	Monsignor di Sotto	4	30,00

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 1,00 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 rettilineo (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 rettilinei:*

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

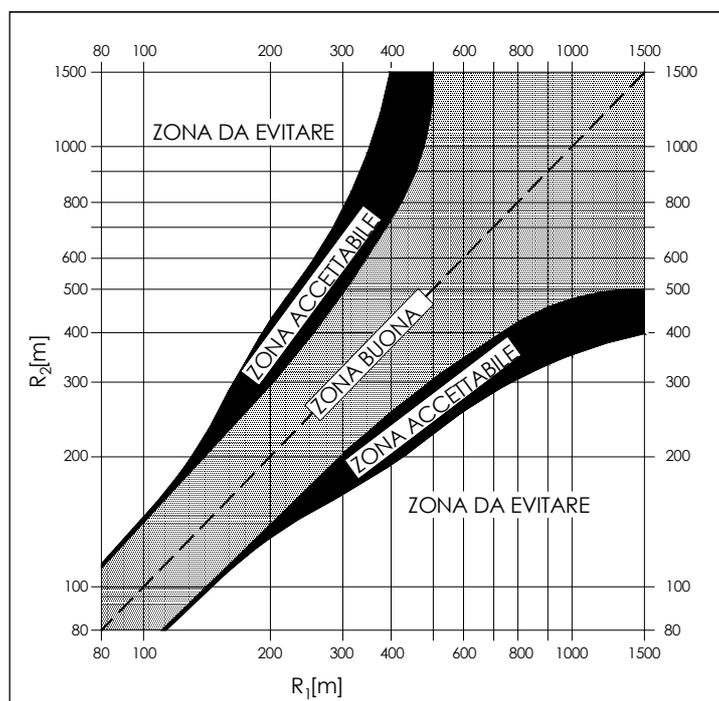
dove V è la velocità massima dell'intervallo delle velocità del progetto, espressa in km/h ed L si ottiene in metri.

(e) *Lunghezza minima dei rettilinei.*

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 rettilineo 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 rettilinei 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)*

Critero 1 (Limitazione del contraccollo)

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, i dati relativi alle curve.

CAVALCAVIA V35
UN.MIS.ANGOLI : CENT. - UN.MIS.LUNGHEZZE : METRI LIN. - LARG.PIATTAFORMA : 9.50

VERTICE 1

COORDINATA VERTICE EST	:	228091.9077	ANGOLO AL VERTICE	:	165.5000
COORDINATA VERTICE NORD	:	196214.1149	ANGOLO AL CENTRO	:	34.5000
Azimut retta entrata	:	10.4657	Azimut retta uscita	:	375.9657
Lunghezza retta entrata	:	45.0536	Lunghezza retta uscita	:	235.1589

CURVA CIRCOLARE

SENSO DELLA CURVA	:	SINISTRORSO
ANGOLO AL VERTICE	:	183.8991
ANGOLO AL CENTRO	:	16.1009
RAGGIO CURVA	Rg :	250.0000
TANGENTE	Tc :	31.7837
SVILUPPO CURVA	Sc :	63.2283
BISETTRICE	Bs :	10.3693
COORDINATE CENTRO EST	:	227833.0154
COORDINATE CENTRO NORD	:	196186.4206

VERTICE 2

COORDINATA VERTICE EST	:	227952.5486	ANGOLO AL VERTICE	:	199.5391
COORDINATA VERTICE NORD	:	196565.5427	ANGOLO AL CENTRO	:	0.4609
Azimut retta entrata	:	375.9657	Azimut retta uscita	:	375.5049
Lunghezza retta entrata	:	235.1589	Lunghezza retta uscita	:	124.6219

CURVA CIRCOLARE

SENSO DELLA CURVA	:	SINISTRORSO
ANGOLO AL VERTICE	:	199.5391
ANGOLO AL CENTRO	:	0.4609
RAGGIO CURVA	Rg :	10250.0000
TANGENTE	Tc :	37.1004
SVILUPPO CURVA	Sc :	74.2005
BISETTRICE	Bs :	0.0671
COORDINATE CENTRO EST	:	218438.0494
COORDINATE CENTRO NORD	:	192752.6460

VERTICE 3

COORDINATA VERTICE EST	: 227795.5502	ANGOLO AL VERTICE	: 134.5074
COORDINATA VERTICE NORD	: 196953.2382	ANGOLO AL CENTRO	: 65.4926
Azimut retta entrata	: 375.5049	Azimut retta uscita	: 40.9975
Lunghezza retta entrata	: 124.6219	Lunghezza retta uscita	: 76.8276

CURVA CIRCOLARE

SENSO DELLA CURVA	:	DESTORSO
ANGOLO AL VERTICE	:	174.5275
ANGOLO AL CENTRO	:	25.4725
RAGGIO CURVA	Rg :	250.0000
TANGENTE	Tc :	50.6933
SVILUPPO CURVA	Sc :	100.0303
BISETTRICE	Bs :	69.3824
COORDINATE CENTRO EST	:	228087.4686
COORDINATE CENTRO NORD	:	196924.2240

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:

- Rv = 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:

- 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 $\vartheta = 1^\circ$.

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

Asse n. 7 PROVA CAVALCAVIA V35
Tipo strada C2 - Extraurbana secondaria Velocita'di progetto 60-100

PROGRESSIVA (m)	RAGGIO DI RACCORDO (m)	VELOCITA' (Km/h)	DISTANZA DI ARRESTO (m)	RAGGIO MINIMO (m)	VERIFICA
148.952	2250.000	70.	89.341	1938.072	OK
367.042	2200.000	70.	84.765	1928.019	OK
502.462	2200.000	70.	89.341	2141.820	OK
680.052	2175.000	70.	97.627	2162.388	OK
1147.940	0.000	70.	89.272	0.000	OK
1147.940	0.000	70.	89.341	0.000	OK
680.052	2175.000	70.	89.432	1940.519	OK
502.462	2200.000	70.	83.414	1867.068	OK
367.042	2200.000	70.	89.341	2141.820	OK
148.952	2250.000	70.	95.446	2103.161	OK

VERTICI VERTICALI - PROF.N. 1				
PROGRESSIVA	QUOTA	RAGGIO	NOME VERTICE	TIPO RACCORDO
0.000	12.300	0.00		CIRCOLARE
148.952	12.300	2250.00		PARABOLICO
367.042	21.830	2200.00		PARABOLICO
502.462	21.830	2200.00		PARABOLICO
680.052	11.780	2175.00		PARABOLICO
1147.940	12.090	0.00		CIRCOLARE
1177.944	12.090	0.00		CIRCOLARE

LIVELLETTA	PUNTI DI CAMBIO				PENDENZA
	I N I Z I A L E		F I N A L E		
	PROGR.	QUOTA	PROGR.	QUOTA	
1 - 2	0.000	12.300	99.792	12.300	0.00000
2 - 3	198.112	14.448	318.975	19.730	0.04370
3 - 4	415.109	21.830	440.212	21.830	0.00000
4 - 5	564.712	18.307	680.052	11.780	-0.05659
5 - 6	680.052	11.780	1147.940	12.090	0.00066
6 - 7	1147.940	12.090	1177.944	12.090	0.00000

1.4.2 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:

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

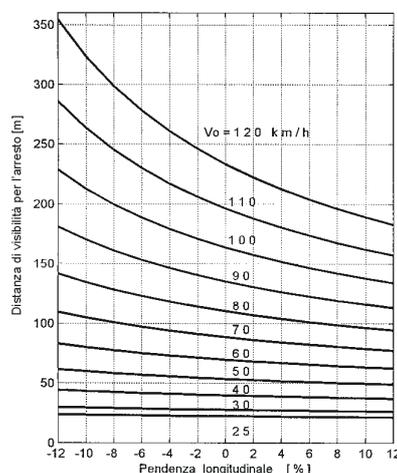
dove:

- 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 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

DATA

PAG. 2

Asse n. 1 V35 bondeno-cento

Tipo strada 2 - 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
1177.940	70.	193.000	500.000	193.000	89.341	OK
1037.311	70.	126.000	476.260	126.000	89.432	OK
917.835	70.	159.633	456.000	159.633	89.432	OK
890.567	70.	185.768	400.412	185.768	89.432	OK
837.311	70.	500.000	291.848	291.848	89.432	OK
742.264	70.	500.000	98.090	98.090	89.302	OK
715.826	70.	500.000	98.090	98.090	88.138	OK
687.311	70.	500.000	100.971	100.971	86.763	OK
617.736	70.	437.425	108.000	108.000	83.493	OK
604.467	70.	424.440	100.639	100.639	83.414	OK
591.198	70.	411.887	95.278	95.278	83.414	OK
577.929	70.	398.618	90.916	90.916	83.414	OK
567.978	70.	388.666	89.646	89.646	83.459	OK
564.660	70.	385.349	90.555	90.555	83.534	OK
530.691	70.	352.380	89.555	89.555	85.034	OK
524.638	70.	346.327	91.166	91.166	85.322	OK
521.612	70.	343.300	93.972	93.972	85.466	OK
520.098	70.	341.787	95.375	95.375	85.538	OK
518.585	70.	340.274	98.778	98.778	85.610	OK
506.478	70.	328.251	114.000	114.000	86.187	OK
460.768	70.	284.457	100.778	100.778	88.363	OK
437.913	70.	262.541	94.166	94.166	89.283	OK
426.485	70.	251.257	90.861	90.861	89.341	OK
415.057	70.	240.972	89.555	89.555	89.461	OK
409.454	70.	235.929	89.755	89.755	89.689	OK
403.401	70.	230.090	91.167	91.167	90.066	OK
398.861	70.	225.550	95.375	95.375	90.349	OK
397.159	70.	223.863	98.953	98.953	90.455	OK
396.307	70.	223.097	100.742	100.742	90.508	OK
395.456	70.	222.330	104.531	104.531	90.561	OK
394.818	70.	221.756	106.748	106.748	90.601	OK
394.179	70.	221.181	110.965	110.965	90.641	OK
393.541	70.	220.607	115.182	115.182	90.681	OK
392.902	70.	220.032	121.399	121.399	90.721	OK
390.300	70.	217.690	250.015	217.690	90.883	OK
385.241	70.	213.137	500.000	213.137	91.198	OK
377.370	70.	206.053	500.000	206.053	91.689	OK
207.311	70.	96.000	500.000	96.000	95.446	OK
198.060	70.	96.000	500.000	96.000	95.446	OK
187.311	70.	96.000	500.000	96.000	95.446	OK
137.311	70.	500.000	500.000	500.000	89.341	OK
99.740	70.	500.000	500.000	500.000	89.341	OK
0.000	70.	500.000	500.000	500.000	89.341	OK

VERIFICA DIAGRAMMA DELLE VISIBILITA' PER L'ARRESTO

DATA

PAG. 1

Asse n. 1 V35 bondeno-cento

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.	168.000	388.000	168.000	89.341	OK
80.000	70.	129.000	293.354	129.000	89.341	OK
90.000	70.	129.000	281.523	129.000	89.341	OK
99.740	70.	130.948	270.000	130.948	89.330	OK
113.405	70.	139.405	253.045	139.405	88.706	OK
124.320	70.	155.936	239.500	155.936	88.198	OK
142.755	70.	248.591	217.125	217.125	87.340	OK
148.900	70.	298.980	211.000	211.000	87.054	OK
160.000	70.	500.000	197.678	197.678	86.538	OK
161.190	70.	500.000	196.250	196.250	86.482	OK
173.480	70.	500.000	183.500	183.500	85.910	OK
185.770	70.	500.000	170.750	170.750	85.338	OK
198.060	70.	500.000	160.000	160.000	84.801	OK
228.275	70.	500.000	134.389	134.389	84.765	OK
258.491	70.	500.000	112.778	112.778	84.765	OK
273.599	70.	500.000	103.472	103.472	84.765	OK
288.707	70.	500.000	96.166	96.166	84.765	OK
290.000	70.	500.000	95.798	95.798	84.765	OK
303.815	70.	495.185	91.861	91.861	84.765	OK
318.923	70.	480.077	89.555	89.555	84.766	OK
324.526	70.	474.927	89.555	89.555	85.030	OK
330.579	70.	469.421	91.166	91.166	85.317	OK
333.606	70.	466.394	93.972	93.972	85.461	OK
335.119	70.	464.881	95.375	95.375	85.533	OK
336.632	70.	463.368	98.778	98.778	85.605	OK
348.739	70.	451.261	114.000	114.000	86.182	OK
394.449	70.	407.551	100.778	100.778	88.360	OK
417.305	70.	385.695	94.166	94.166	89.341	OK
428.732	70.	375.141	90.861	90.861	89.341	OK
440.160	70.	363.856	89.555	89.555	89.475	OK
474.129	70.	332.284	91.555	91.555	91.453	OK
490.288	70.	317.741	363.471	317.741	92.459	OK
498.342	70.	310.492	500.000	310.492	92.961	OK
551.244	70.	265.005	321.919	265.005	96.592	OK
617.736	70.	209.038	98.090	98.090	97.439	OK
644.174	70.	187.661	98.090	98.090	95.579	OK
677.754	70.	162.572	235.681	162.572	93.316	OK
742.264	70.	128.094	500.000	128.094	89.363	OK
890.000	70.	91.000	500.000	91.000	89.272	OK
960.000	70.	91.000	500.000	91.000	89.272	OK
1020.000	70.	500.000	500.000	500.000	89.272	OK
1177.940	70.	500.000	500.000	500.000	89.341	OK

I diagrammi di velocità e visibilità asta principale sono riportati nel documento codice:

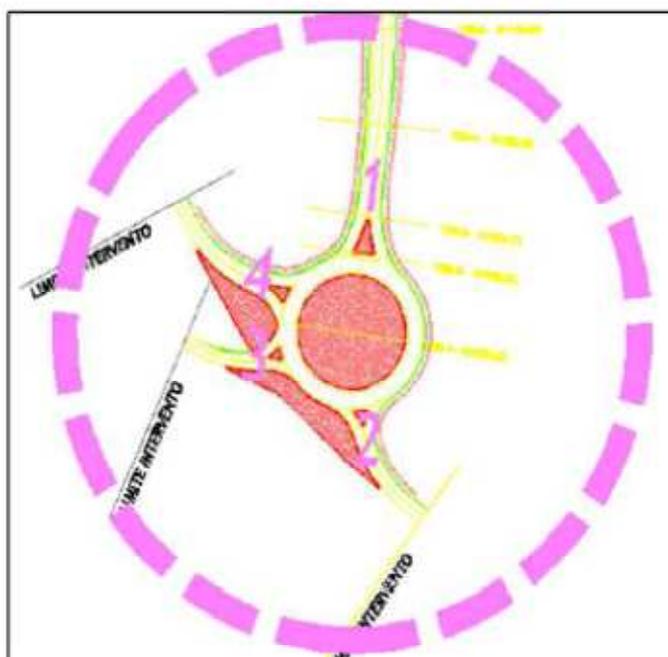
PD_0_V35_VCS35_0_SD_DV_01_A

2 VERIFICA DELLA FUNZIONALITA DELLA ROTATORIA

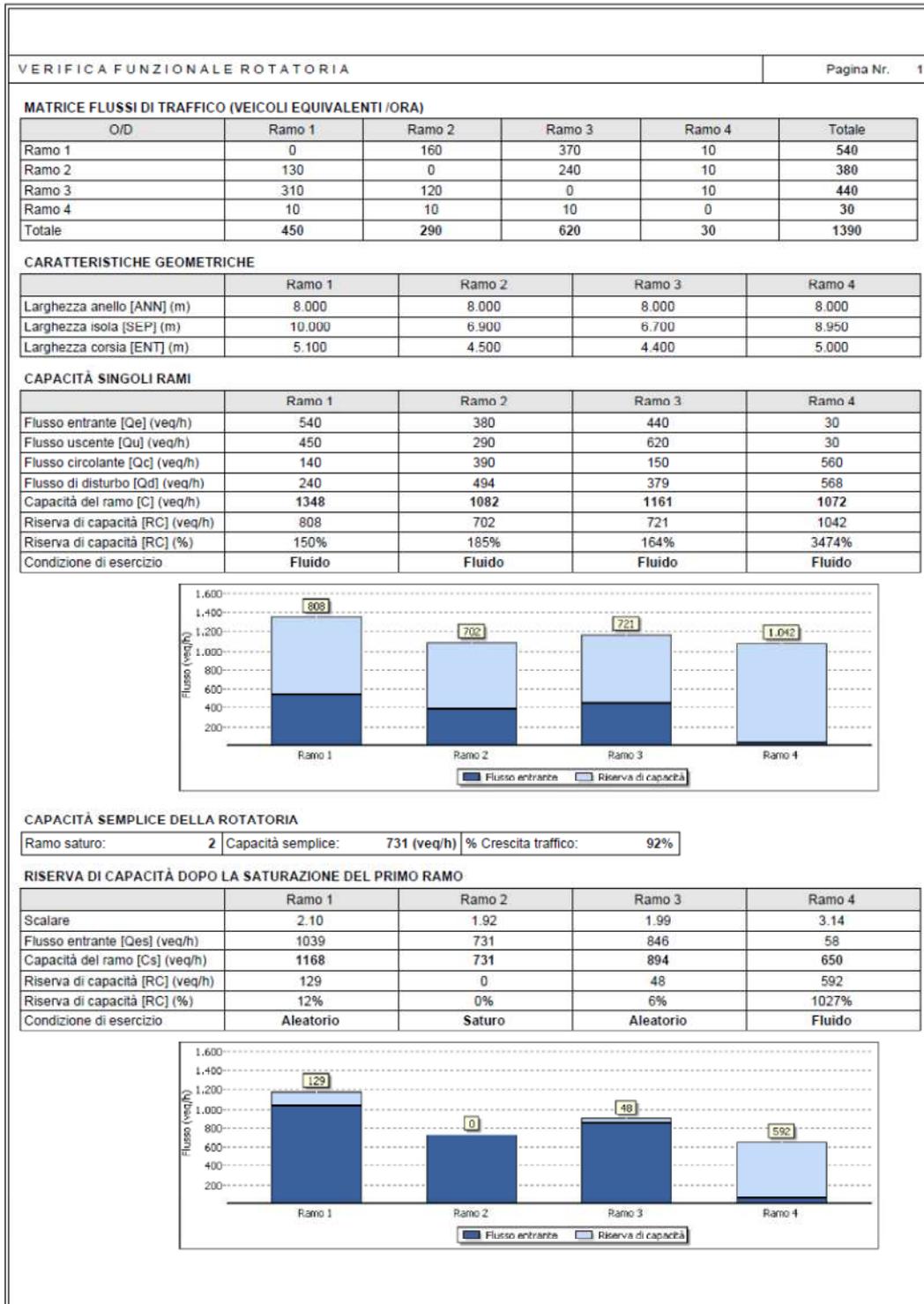
2.1 DATI SUI FLUSSI DI TRAFFICO

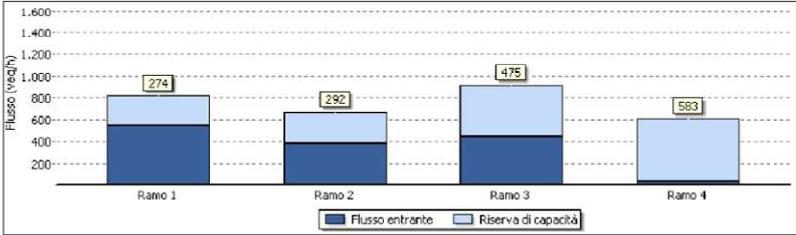
Cavalcavia della Bondeno-Cento: rotatoria Sud

Ora di punta del mattino (giorno medio invernale)					
O	D	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti	Veicoli totali	Veicoli equivalenti
1	2	120	20	140	160
1	3	350	10	360	370
2	1	110	10	120	130
2	3	180	30	210	240
3	2	70	25	95	120
3	1	270	20	290	310

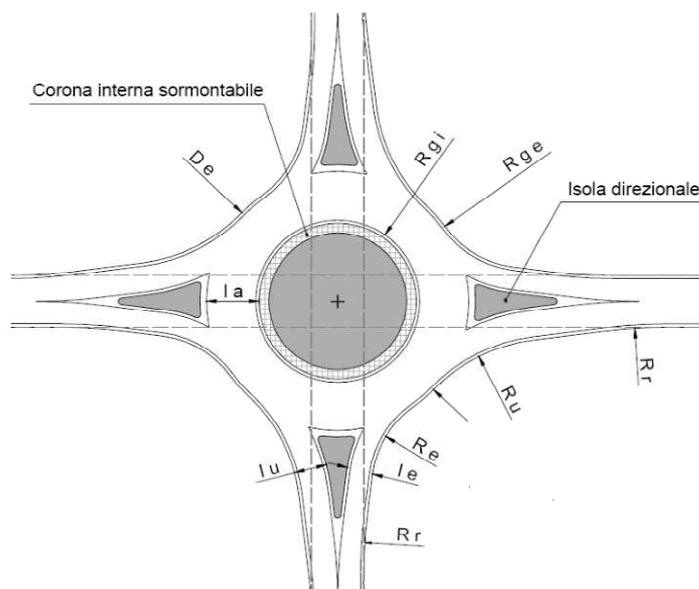


2.1.1 Verifica funzionale



VERIFICA FUNZIONALE ROTATORIA		Pagina Nr. 2		
CAPACITÀ TOTALE DELLA ROTATORIA				
Capacità totale:	3014 (veq/h)	Capacità totale pratica:	2711 (veq/h)	
RISERVA DI CAPACITÀ RISPETTO LA CAPACITÀ TOTALE				
	Ramo 1	Ramo 2	Ramo 3	Ramo 4
Flusso entrante [Qe] (veq/h)	540	380	440	30
Capacità del ramo [Cs] (veq/h)	814	672	915	613
Capacità pratica [Cs'] (veq/h)	734	598	821	559
Riserva di capacità [RC] (veq/h)	274	292	475	583
Riserva di capacità [RC] (%)	51%	77%	108%	1942%
Condizione di esercizio	Fluido	Fluido	Fluido	Fluido
				
LIVELLI DI SERVIZIO E LUNGHEZZA DELLE CODE				
	Ramo 1	Ramo 2	Ramo 3	Ramo 4
Grado di saturazione [x]	0.40	0.35	0.38	0.03
Ritardo medio di fermata [d] (s)	4	5	5	3
Livello di servizio [LOS]	A	A	A	A
Lung. media coda [Lm] (m)	4.00	3.24	3.65	0.17
Lung. media coda [Lm] (veic)	1	1	1	0
Veicoli in coda [Q95] (veic)	2	2	2	0

2.2 ANALISI DELLA VISIBILITA'



Il progetto prevede le seguenti rotatorie:

1. Rotatoria "C35-1" sull'intersezione con la S.P.6 via Finalese; Rest= 30,00 m;

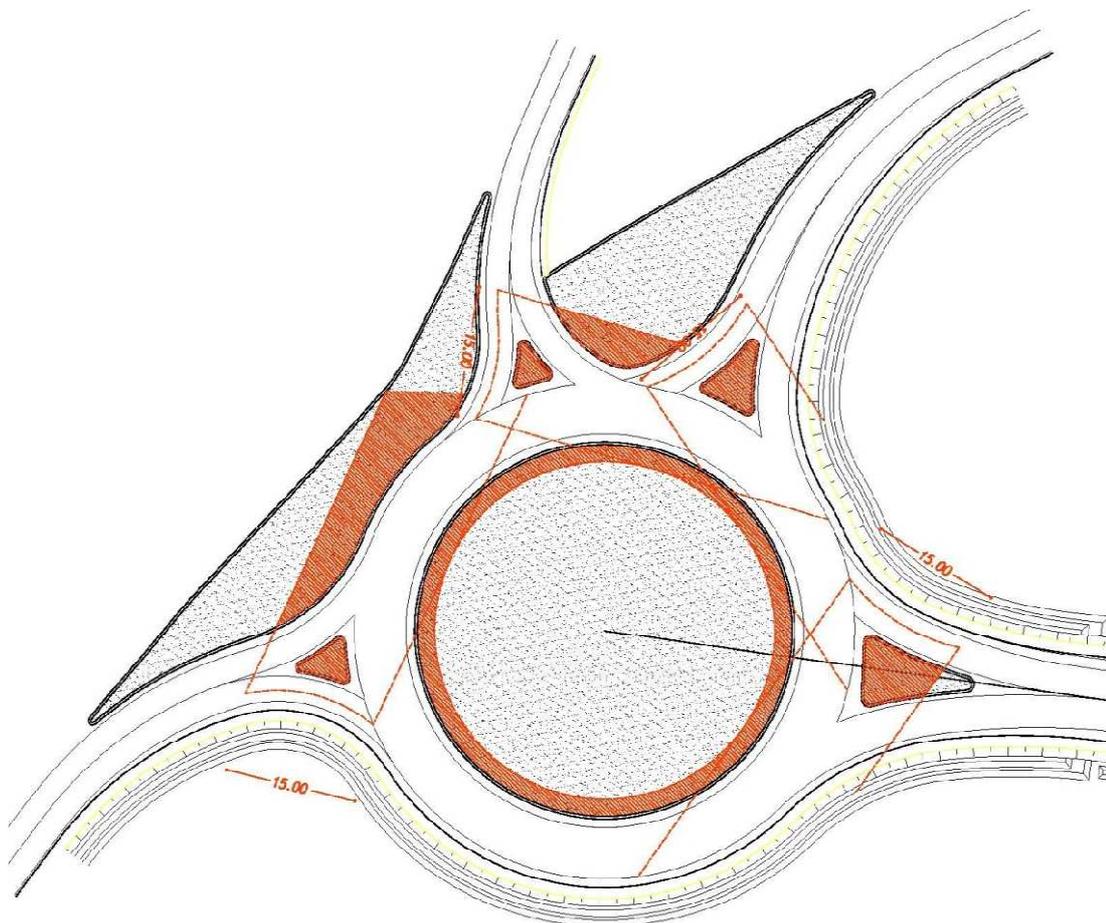
La rotatoria "C35-1" presenta una larghezza dell'anello giratorio pari a 8,00 m composto da una banchina da 1,00 m in SX e una da 1,00 m DX con una corsia di circolazione pari a 6,00 m. L'analisi delle visibilità relativa agli accessi alle rotatorie è stata sviluppata per fornire indicazioni progettuali 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 "C35-1" sud:



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

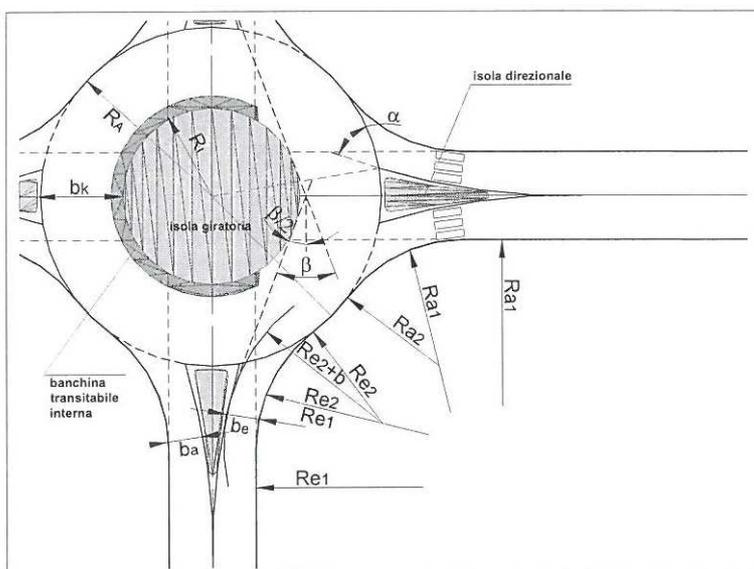
Relativamente a dette aree, il progetto non prevede l'installazione di alcun dispositivo o la realizzazione di alcun manufatto che non consenta all'utente in approccio alla rotatoria di non avere una corretta percezione del quarto di anello alla sua sinistra.

Pertanto risultano verificate le rotatorie relativamente alle visuali libere.

2.3 ANALISI DELL'ANGOLO DI DEVIAZIONE

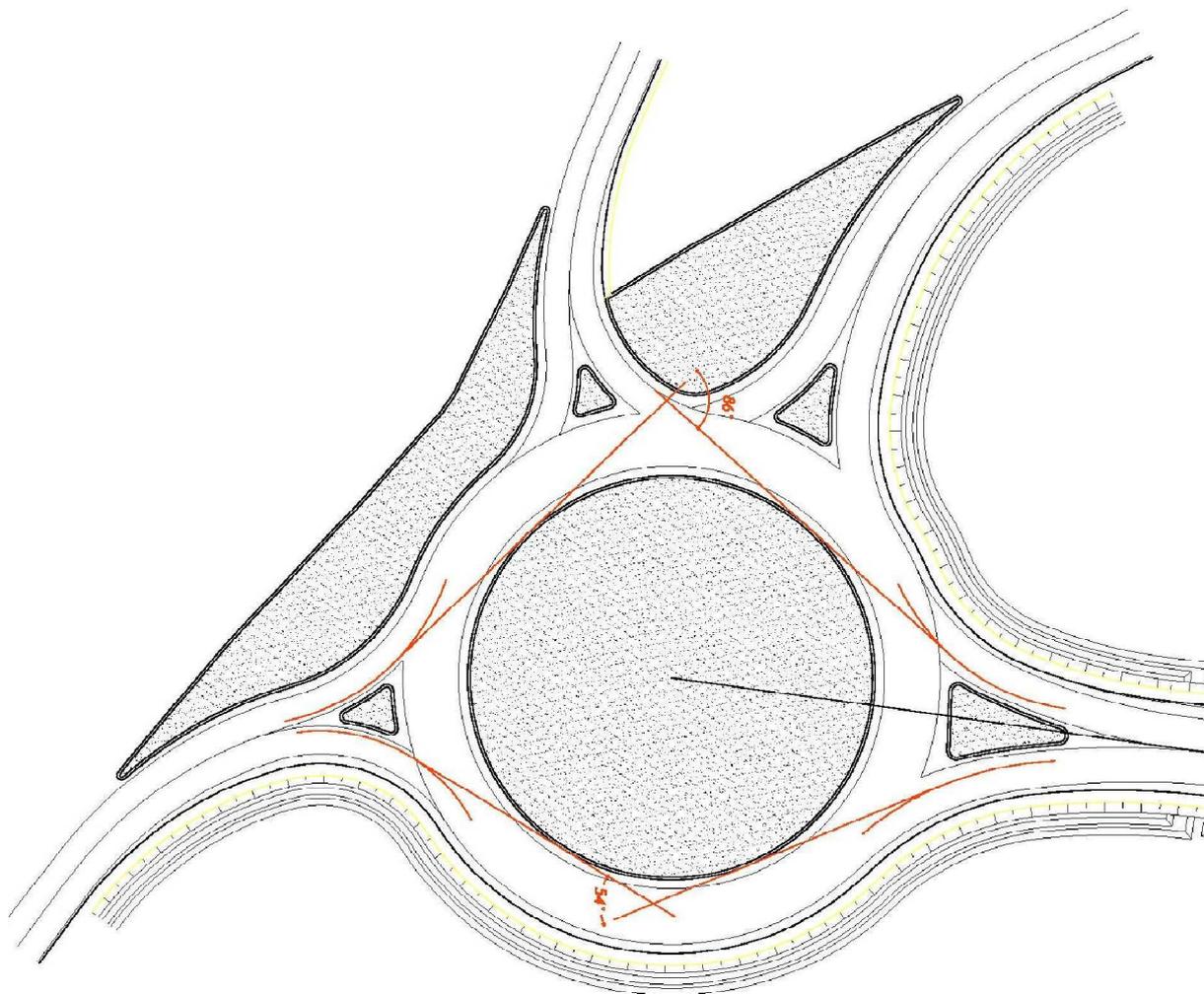
Il criterio principale per definire la geometria delle rotatorie riguarda il controllo della deviazione delle traiettorie in attraversamento del nodo. Infatti, per impedire l'attraversamento di un'intersezione a rotatoria ad una velocità non adeguata, è necessario che i veicoli siano deviati dall'isola 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 "C35-1":



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_V35_VCS35_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		

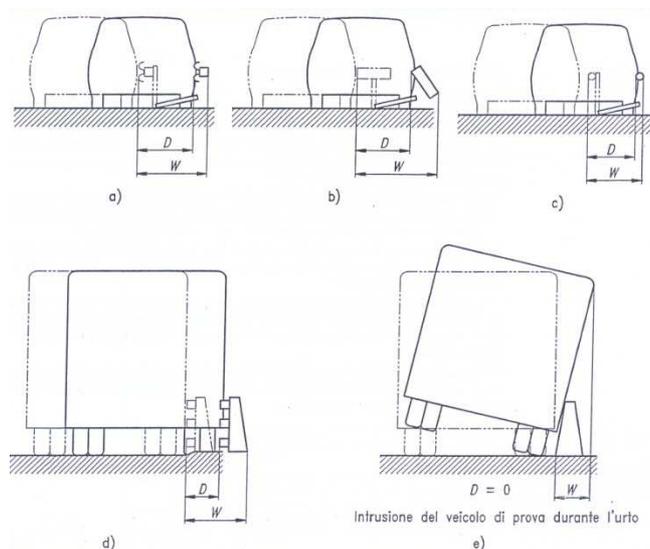
Classificazione delle barriere in termini di severità degli urti

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 V35 Provincia di Ferrara	>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:

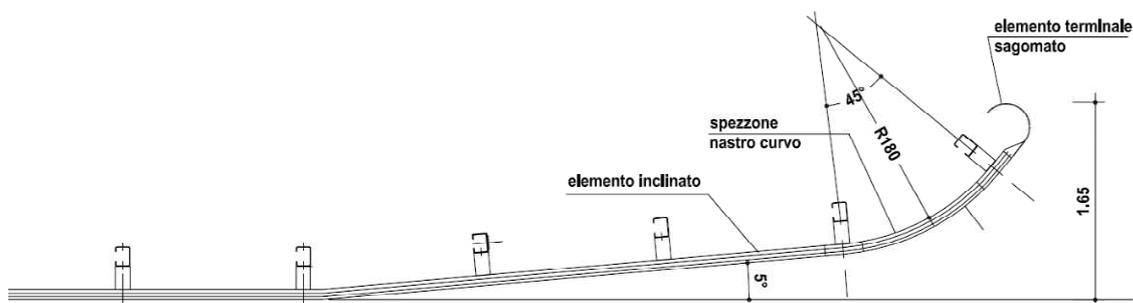
I pali di illuminazione si prescrive di installarli ad una distanza dal ciglio pavimentato maggiore uguale a 1,70 metri, pertanto lungo i bordi laterali delle viabilità in progetto verranno installati dispositivi di ritenuta aventi larghezza di funzionamento massima paria $W5 \leq 1,70$ metri come specificato 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

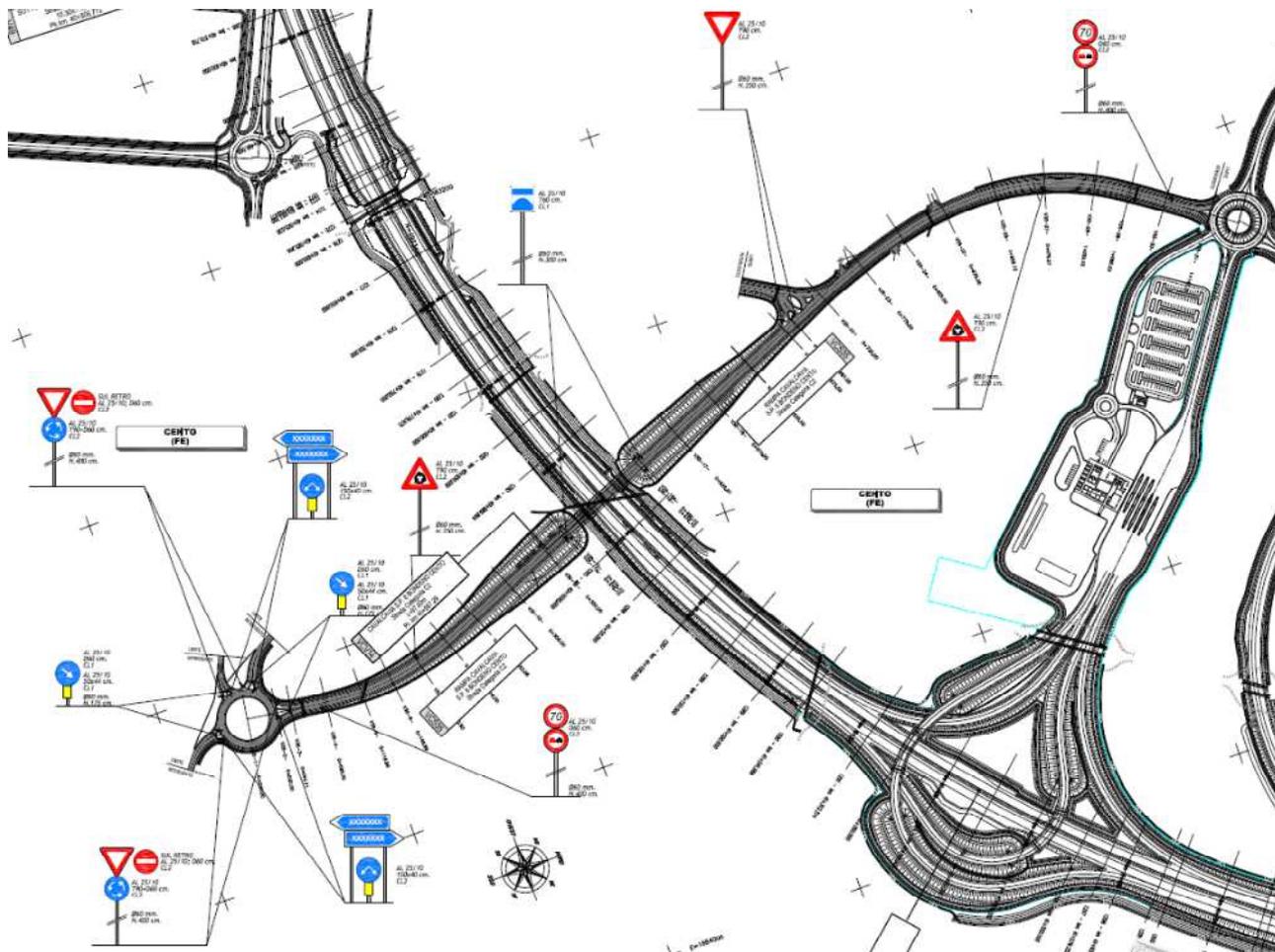
Riferendosi ai Decreti specifici, in special modo al nuovo Codice della strada ed al suo regolamento attuativo, Al titolo II (della costruzione e tutela delle strade), capo II (organizzazione della circolazione e segnaletica stradale), artt. 37-45, viene definita la segnaletica stradale mentre l'esecuzione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