

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

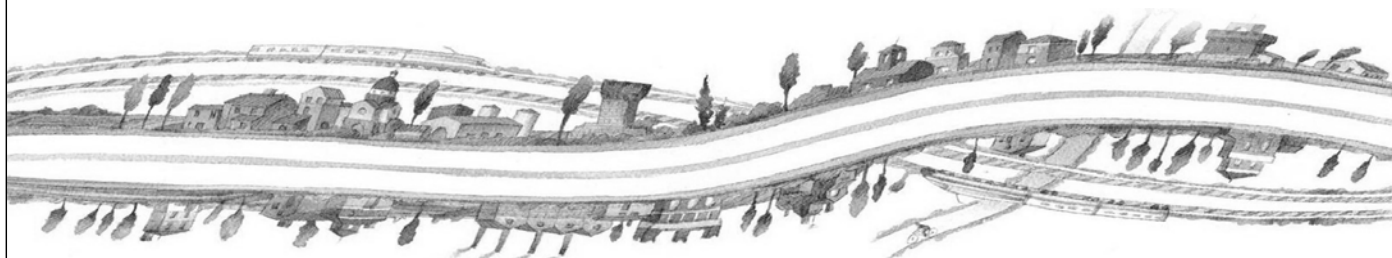
ASSE AUTOSTRADALE (COMPRESIVO DEGLI INTERVENTI LOCALI)

PROGETTAZIONE STRADALE

VIABILITA' DI COLLEGAMENTO

C 11 (EX FE04) - TANGENZIALE OVEST DI FERRARA

RELAZIONE DESCRITTIVA DEL TRACCIATO



IL PROGETTISTA

Ing. Antonio De Fazio
Albo Ing. Prov. 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	Azzolini	De Fazio	Salsi
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDAZIONE	CONTROLLO	APPROVAZIONE

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

NUM. PROGR.	FASE	LOTTO	GRUPPO	CODICE OPERA WBS	TRATTO OPERA	AMBITO	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVO	REV.
1488	PD	0	C11	CCS11	0	SD	RG	01	A

DATA: MAGGIO 2012

SCALA:

INDICE

1. PREMESSA	3
2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO STRADALE DELLA VIABILITA' DI COLLEGAMENTO	4
2.1 Piattaforma stradale e sezioni tipo	8
2.1.1 Svincoli e rotatorie	11
2.2 Andamento planimetrico	12
2.3 Andamento altimetrico	12
3. PROGETTAZIONE ASSI STRADALI	15
3.1 Inquadramento Normativo	15
3.2 Criteri progettuali principali	16
3.2.1 Caratteristiche planimetriche	17
3.2.2 Caratteristiche altimetriche	21
3.2.3 Analisi di visibilità	22
3.2.4 Rappresentazione dei risultati	25
3.3 Progettazione delle intersezioni a rotatoria	26
3.3.1 Intersezioni a rotatoria	26
3.3.2 Tipologie	26
3.3.3 Larghezza delle corsie	27
3.3.4 Geometria delle rotatorie	28
3.4 Distanza e visibilità nelle intersezioni a raso	29
4. RISULTATI DELLE VERIFICHE DI CONGRUENZA CON LE NORMATIVE DI RIFERIMENTO	31
4.1 Assi stradali	31
4.1.1 Andamento planimetrico	31
4.1.2 Andamento altimetrico	31

4.1.3	Verifiche di visibilità	35
4.2	Intersezioni a rotatoria	36
4.2.1	Analisi delle Visibilità	36
4.2.2	Analisi della deflessione	44
5.	ALLEGATI.....	50

1. PREMESSA

La presente relazione è relativa al progetto definitivo per la realizzazione della prosecuzione, fino alla SS 64 “Porretana”, della Tangenziale Ovest di Ferrara. Tale opera, individuata con la WBS C11, fa parte della Viabilità di Collegamento relativa alla realizzazione della nuova Autostrada Regionale Cispadana, la quale è un’infrastruttura stradale di categoria A, avente origine in corrispondenza del Casello di Reggiolo-Rolo, posto sulla A22 “Autostrada del Brennero”, e termine al Casello di Ferrara Sud sulla A13 “Autostrada Bologna-Padova”.

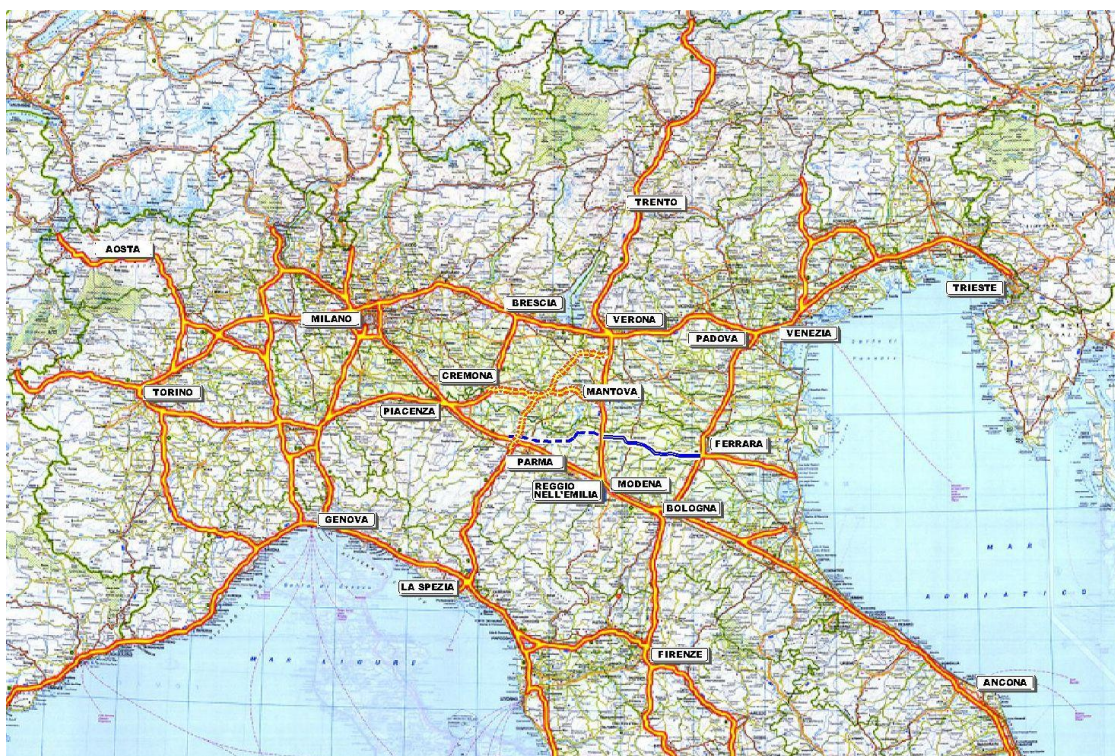


FIGURA 1-1 – L’AUTOSTRADA REGIONALE CISPADANA (BLU), INSERITA NELLA RETE AUTOSTRADALE NAZIONALE

2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO STRADALE DELLA VIABILITA' DI COLLEGAMENTO

L'intervento si colloca nel comune di Ferrara e costituisce il completamento della Tangenziale Ovest del Capoluogo. La nuova viabilità prevede il prolungamento dell'asse Ovest della Tangenziale di Ferrara, consentendo il collegamento della Tangenziale di Ferrara con la SS64 "Porrettana" a sud dell'Abitato di Uccellino ed il collegamento al nuovo svincolo del Raccordo Autostradale Ferrra-Porto Garibaldi, previsto a sud del medesimo. Tale configurazione risolve le criticità presentate dal traffico proveniente da Sud (Bologna) alla penetrazione urbana ed all'immissione del traffico proveniente da Ferrara al Raccordo Autostradale.

L'intervento prevede l'eliminazione del collegamento della Tangenziale Ovest di Ferrara con il Raccordo Autostradale Ferrara-Porto Garibaldi e la prosecuzione della Tangenziale fino alla SS. 64 "Porrettana". Il tracciato stradale in progetto ha origine dalla spalla sud del Cavalcavia posto sul Raccordo Autostradale Ferrara-Porto Garibaldi e prosegue in direzione sud fino ad innestarsi, con un'intersezione a rotatoria, esclusa dal presente progetto, sulla SS. 64 "Porrettana". Il tracciato in progetto interseca, circa a metà del suo sviluppo, la SP n°3 di Poggio Renatico, tale intersezione viene risolta con l'inserimento di una rotatoria.

L'intervento comprende inoltre la realizzazione di una rotatoria posta in asse alla Tangenziale Ovest di Ferrara, questa viene prevista immediatamente a nord della rampa del cavalcavia posto sul Raccordo Autostradale Ferrara Portogaribaldi. Tale rotatoria consente l'innesto in Tangenziale di un tratto di viabilità, facente parte di un altro intervento (WBS V46), che collega la SS64 "Porrettana" con la Tangenziale Ovest di Ferrara.

Il nuovo itinerario presenta giacitura prevalente nord-sud e i capisaldi risultano individuati in prossimità della spalla sud del cavalcavia sul Raccordo Autostradale e nell'innesto alla rotatoria prevista sulla S.S.n°64 "Porrettana", a questi devono aggiungersi i limiti costituiti dai raccordi alle viabilità esistenti, previsti nell'ambito dei lavori necessari alla realizzazione delle intersezioni a rotatoria.

In particolare, gli interventi si possono suddividere, partendo da Nord e procedendo verso Sud, come segue:

- Nuova rotatoria "C11-R2" a raso, posizionata in prossimità dell'intersezione della Tangenziale Ovest di Ferrara con la nuova viabilità di collegamento individuata con la WBS V46. Gli assi progettuali inseriti nell'intervento sono: assi C11-A, C11-B e C11-C;
- Realizzazione di un tratto di viabilità di collegamento, con caratteristica di Categoria C1, tra la spalla sud del cavalcavia posto sul Raccordo Autostradale Ferrara- Porto Garibaldi e la rotatoria prevista all'intersezione con la S.P. n°3 di Poggio Renatico. L' asse progettuale è individuato nell'intervento come asse C11-D;

- Nuova rotatoria “C11-R1” a raso, posizionata in corrispondenza dell’intersezione della Tangenziale Ovest con la S.P. n°3 di “Poggio Renatico”. Gli assi progettuali inseriti nell’intervento sono: asse C11-D, C11-E, C11-F, C11-G e C11-H;
- Realizzazione di un tratto di viabilità di collegamento, con caratteristica di Categoria C1, tra la rotatoria (C11-R1) posta in corrispondenza dell’intersezione della Tangenziale Ovest con la S.P. n°3 di Poggio Renatico e la rotatoria posta sull’intersezione con la S.S.n°64 “Porrettana” (non compresa nel presente intervento). L’ asse progettuale è individuato nell’intervento come asse C11-H.

Di seguito viene fatta una breve descrizione dell’intervento

Asse A, B, C (Rotatoria C11-R2):

L’asse B è l’asse dell’anello della rotatoria C11-R2, da realizzare in asse alla Tangenziale Ovest di Ferrara. Gli assi B e C sono invece i brevi tratti, di lunghezza pari a circa 50 m, di raccordo della viabilità esistente alla rotatoria in progetto. Tali assi si collocano a livello del piano stradale esistente, posto a circa 70÷90 cm da piano campagna.

Asse D

L’asse D è l’asse che collega la spalla sud del Cavalcavia posto sul Raccordo Autostradale Ferrara-Porto Garibaldi e la rotatoria C11-R2, situata in corrispondenza della “SP 8 di Poggio Renatico” di lunghezza pari a circa 635 m. Esso è composto da due rettifili raccordati da una curva circolare preceduta e seguita da rami di clotoide.

Il tracciato si colloca interamente in rilevato. In corrispondenza della spalla sud del Cavalcavia presenta altezza massima pari a circa 8.50 m da p.c., poi scende, con una rampa a pendenza pari a circa 4%, alla quota di circa 70÷90 cm da piano campagna e prosegue in piano fino alla rotatoria C11-R1. Il tracciato insiste su terreno ad uso agricolo e lungo il suo sviluppo non presenta opere d’arte, se non tombini idraulici per la sistemazione del reticolo idrografico. Il tratto iniziale, costituente la rampa di accesso al cavalcavia, viene realizzata risagomando ed in parte demolendo la rampa in curva dell’attuale collegamento della Tangenziale ovest di Ferrara al Raccordo Autostradale. Per mantenere in esercizio il cavalcavia esistente si prevede un limite di velocità di 60 km/h

Asse E, F, G (Rotatoria C11-R1):

L’asse E è l’asse dell’anello della rotatoria C11-R1, da realizzare in asse alla SP 8 di “Poggio Renatico”, intersecata dalla viabilità in progetto. Gli assi F e G sono invece i brevi tratti, di lunghezza pari a circa 70÷80 m, di raccordo della viabilità esistente alla rotatoria in progetto. Tali assi si collocano a livello del piano stradale esistente, posto a circa 50÷70 cm da piano campagna.

Asse H

L'asse H è l'asse che collega la rotatoria C11-R1, in asse a SP 8 di "Poggio Renatico", alla SS64 "Porrettana", con innesto a rotatoria (esclusa dall'intervento in oggetto). Esso ha lunghezza pari a circa 600 m ed è composto da due rettili raccordati da una curva circolare preceduta e seguita da rami di clotoide.

Il tracciato si colloca interamente in rilevato. In corrispondenza dell'innesto con la SS64 "Porrettana" la strada risale con una rampa a pendenza pari a circa 3% alla quota della strada esistente, portandosi all'altezza massima pari a circa 3.00 m da p.c.; il resto del tracciato presenta invece un andamento pianeggiante posto ad una quota di circa 70÷90 cm da piano campagna.

La sezione stradale è di tipo C1 - strada extraurbana secondaria, prevista bidirezionale a 1 carreggiata della larghezza di 10,50 m; la piattaforma stradale è organizzata con due corsie di marcia di 3,75 m oltre due banchine da 1,50 m per parte. L'arginello in terra è previsto di 1,30 m per consentire la corretta installazione dei dispositivi di ritenuta quando richiesti dal quadro normativo vigente. Al piede del rilevato è previsto un fosso con duplice funzione di guardia ed evapotraspirazione.

Nei tratti in cui il rilevato è di altezza inferiore ad un metro sul piano campagna, la pendenza delle scarpate è prevista pari ad $2/3$, il fosso laterale dovrà prevedere le stesse caratteristiche o sostituito da un collettore; in approccio alle intersezioni a raso questa configurazione permetterà l'omissione della barriera di sicurezza dando 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) con materiale anticapillare, bonifica di spessore variabile mediante stabilizzazione a calce. Nei tratti in rilevato e in corrispondenza delle intersezioni a raso la sovrastruttura stradale prevede la seguente composizione.

PARTICOLARE PAVIMENTAZIONE

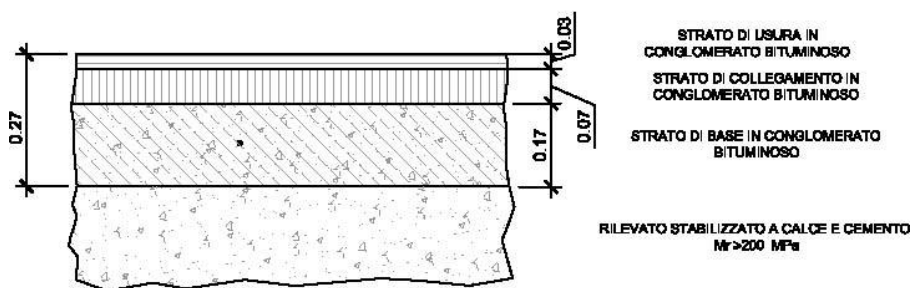


FIGURA 2-1 - COMPOSIZIONE DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE

KEY PLAN

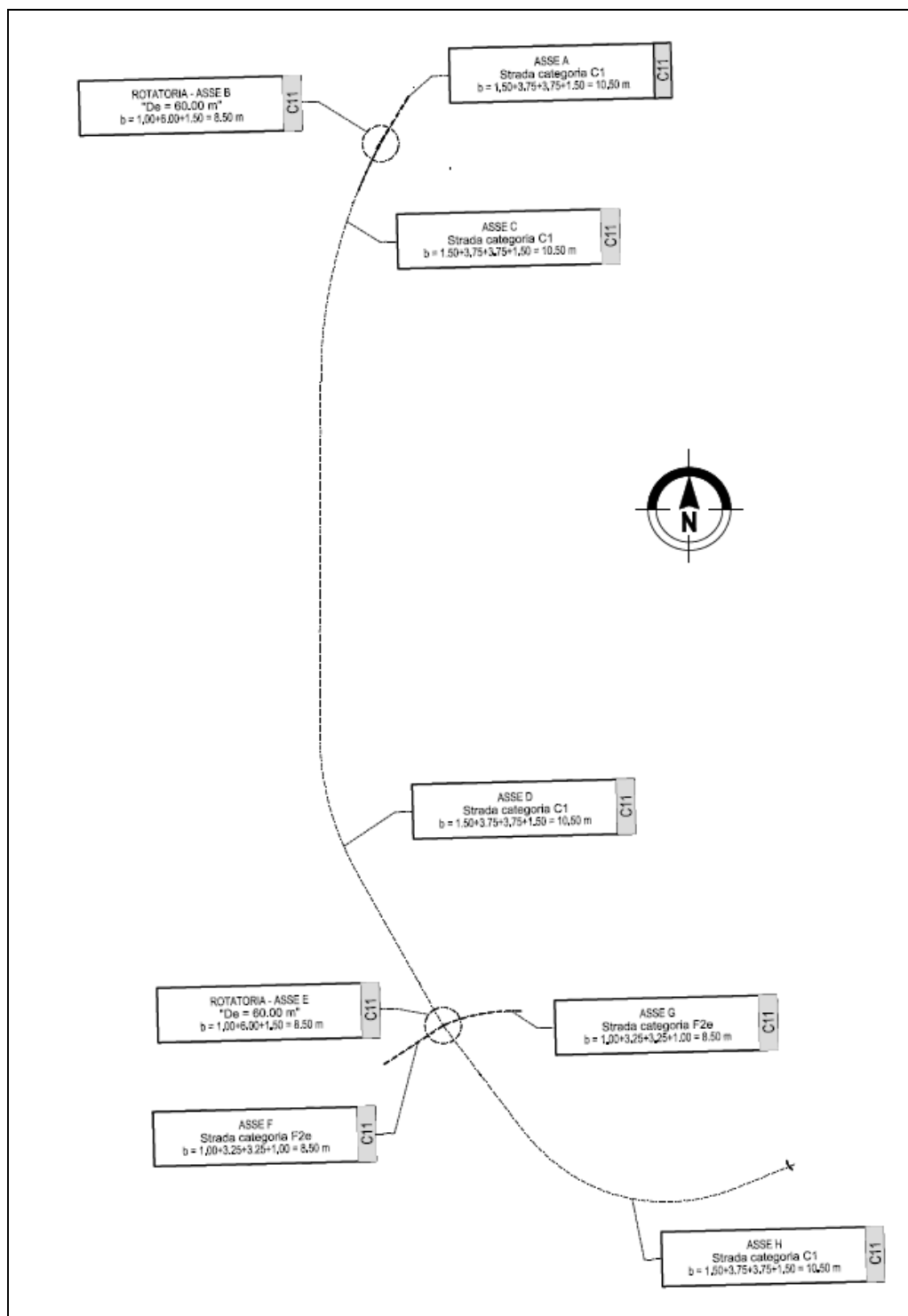


FIGURA 2-2 - SCHEMA ASSI DI TRACCIAMENTO

2.1 PIATTAFORMA STRADALE E SEZIONI TIPO

Con riferimento alla sezione stradale tipo, secondo quanto previsto dalla normativa vigente del D.M. 05/11/2001 sono state adottate le seguenti piattaforme stradali: strada extraurbana secondaria Tipo C1 per gli assi principale “C11-A”, “C11-C”, “C11-D”, “C11-H”, mentre, per i restanti assi secondari, trattandosi di collegamenti di raccordo alle rotonde con le viabilità di nuova realizzazione o di rilevante importanza sono state adottate delle piattaforme di categoria Tipo F2e locali.

Strade tipo C1:

Nel caso di strada tipo C1, la piattaforma risulta costituita da due corsie di marcia oltre alla banchina per una larghezza totale esclusi gli elementi marginali pari a 10.50 m. La pendenza trasversale corrente è pari al 2.50% verso l'esterno per ciascuna corsia (**figura 2.2**).



FIGURA 2.1-1 - ESEMPIO DI SEZIONE TIPO C1 IN RETTIFILO

Le due corsie sono di larghezza pari a 3.75 m, la banchina è di larghezza pari a 1,50 m. Detti calibri sono stati mantenuti costanti lungo il tracciato ad eccezione dei tratti in cui gli assi si innestano nelle rotonde dove necessariamente le piattaforme si allargano per l'inserimento dei bracci di innesto in rotonda o nelle zone in cui sono necessari allargamenti della banchina esterna per garantire la visibilità.

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 e delimitati lungo il ciglio strada da cordolo

bituminoso. 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.

Le scarpate sono realizzate con pendenza 2/3 i primi 30 cm di terreno saranno di tipo vegetale al fine di facilitare l'inerbimento delle scarpate.

La raccolta delle acque avviene a seconda dei casi mediante caditoie carrabili o embrici. Il recapito finale è costituito dal fosso di guardia posizionato al piede del rilevato.

Strade tipo F locali:

Nel caso di strada tipo F locali, la piattaforma risulta costituita da due corsie di marcia oltre alla banchina per una larghezza totale esclusi gli elementi marginali pari a:

1. Strada tipo F2 extraurbana (assi F - G):
 - Larghezza totale della piattaforma: L= 8,50 m;
 - Larghezza corsie: L= 3,25 m;
 - Banchine pavimentate: L= 1,00 m;

Nei tratti in rilevato la piattaforma pavimentata è completata in destra e sinistra da arginelli in terra di larghezza pari a 1,05 m, rialzati di circa 10 cm dal piano del finito e delimitati lungo il ciglio strada da cordolo bituminoso. 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 (**figura 2.2**).

SEZIONE TIPO STRADA CAT. F2

SEZIONE DI RISEZIONAMENTO DI STRADA ESISTENTE LATO DESTRO *
Scala 1:100

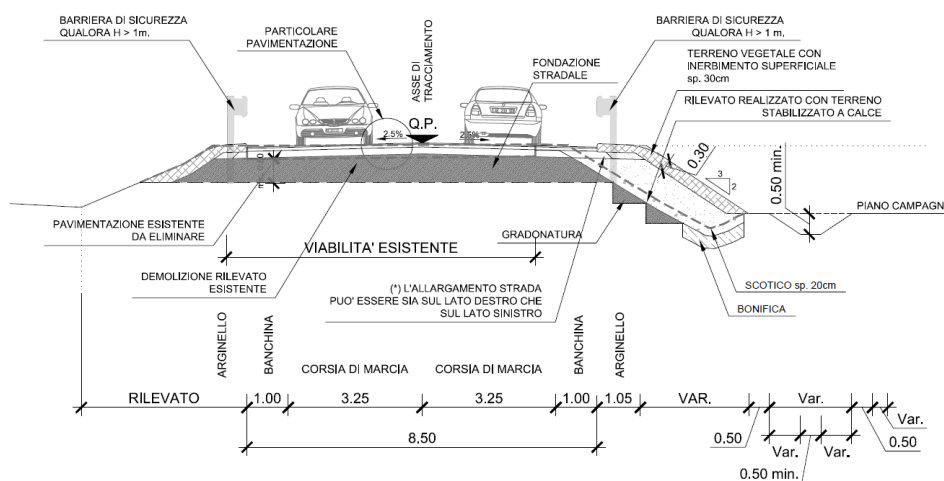


FIGURA 2.1-2 - ESEMPIO DI SEZIONE TIPO F LOCALE IN RETTIFILLO

Le scarpate sono realizzate con pendenza 2/3: i primi 30 cm di terreno saranno di tipo vegetale al fine di facilitare l'inerbimento delle scarpate.

La raccolta delle acque avviene a seconda dei casi mediante caditoie carrabili o embrici. Il recapito finale è costituito dal fosso di guardia posizionato al piede del rilevato.

Per tutte le categorie di strada, il rilevato stradale viene realizzato su piano di posa preparato mediante scotico (sp= 20 cm) e bonifica.

2.1.1 Svincoli e rotatorie

L'intervento in oggetto prevede la realizzazione di due rotatorie a raso. La prima è ubicata in corrispondenza dell'intersezione tra la Tangenziale Ovest di Ferrara e la nuova viabilità di collegamento con la S.S.n°64 Porrettana (WBE V-46) mentre la seconda è prevista in corrispondenza all'intersezione con la S.P.n°3 di Poggio Renatico.

Entrambe le rotatorie sono caratterizzate da raggio interno pari a 21,50 metri (R.est= 30,00 m), con piattaforma pavimentata avente larghezza pari a 8,50 m costituita da una corsia giratoria di 6,00 m affiancata da banchine in destra pari a 1,50 metri e sinistra pari a 1,00 metro. La pendenza trasversale corrente è pari al 2% verso l'esterno.

L'isola centrale sarà delimitata da cordoli in cls a sezione trapezia. La sistemazione a verde della stessa avverrà con terreno di riporto proveniente dagli scavi ed arredata per mezzo specie arboree ed arbustive per la cui definizione si rimanda agli elaborati specifici.

Lungo il perimetro esterno sono previsti elementi marginali analoghi a quelli adottati per il tracciato principale: costituiti da un arginello inerbito di larghezza pari a 1,30 metri. Le scarpate saranno realizzate con pendenza al 2/3 e rivestite da uno strato di terreno vegetale dello spessore di 30 cm (**figura 2.3**).

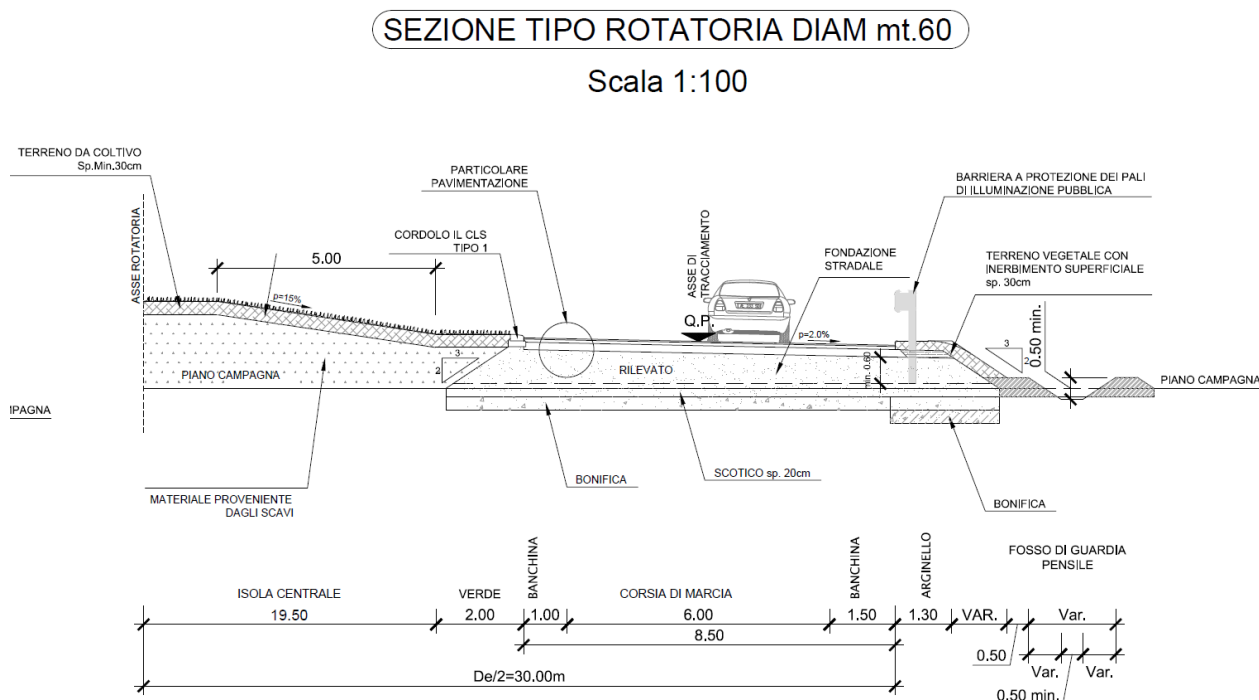


FIGURA 2.1.1-1 - ESEMPIO DI SEZIONE TIPO IN ROTATORIA

Per i rami di ingresso ed uscita delle rotatorie, la piattaforma pavimentata risulta avere una larghezza pari rispettivamente a 5,50 m e 6,50 m così composta:

- Corsia in entrata L= 3,50 m;
- Corsia in uscita L= 4,50 m;
- Banchina in Sx L= 0,50 m;
- Banchina in Dx L= 1,50 m.

Gli elementi marginali rispettano quanto previsto per il rilevato e la trincea della viabilità principale.

2.2 ANDAMENTO PLANIMETRICO

Le caratteristiche degli elementi planimetrici che compongono gli assi stradali sono riportate negli Allegati alla presente relazione.

2.3 ANDAMENTO ALTIMETRICO

Il profilo altimetrico è costituito da tratti a pendenza costante (livellette) collegati da raccordi verticali convessi e concavi. I raccordi altimetrici si distinguono in convessi e concavi e sono realizzati mediante archi di parabola quadratica ad asse verticale, il cui sviluppo (L) viene calcolato con la seguente espressione:

$$L = R_v \times \frac{\Delta i}{100} \quad [m]$$

dove Δi , espressa in percentuale, è la variazione di pendenza fra le due livellette da raccordare e R_v è il raggio del cerchio osculatore, nel vertice della parabola.

Nelle tabelle a seguire vengono sintetizzate le caratteristiche degli elementi altimetrici che compongono l'asse stradale.

Asse "A"

Livellette

N°	PROGRESSIVA	QUOTA	PARZIALE	PARZIALE RES.	i(%)	DISLIVELLO	LUNGHEZZA	LUNGHEZZA R.
0	-42.405	11.824	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	34.991	11.674	77.395	66.425	-0.194	-0.150	77.396	66.425
2	55.123	12.076	20.132	9.161	2.000	0.403	20.136	9.163

Raccordi verticali

N°	TIPO	RAGGIO VERT.	Δi (%)	SVILUPPO	PROGR. INIZ.	PROGR. FIN.	PARZIALE RAC.	Vp(Km/h)	RAGGIO MIN.
1	Par	1000	2.194	21.943	24.020	45.962	21.941	30.000	115.741

Asse "B"

Livellette

N°	PROGRESSIVA	QUOTA	PARZIALE	PARZIALE RES.	i(%)	DISLIVELLO	LUNGHEZZA	LUNGHEZZA R.
0	0.000	11.996	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	160.210	11.996	160.210	160.210	0.000	0.000	160.210	160.210

Asse "C"

Livellette

N°	PROGRESSIVA	QUOTA	PARZIALE	PARZIALE RES.	i(%)	DISLIVELLO	LUNGHEZZA	LUNGHEZZA R.
0	-71.675	11.312	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	22.353	11.495	94.028	75.969	0.194	0.183	94.028	75.969
2	51.436	12.076	29.083	11.025	2.000	0.582	29.089	11.027

Raccordi verticali

N°	TIPO	RAGGIO VERT.	Δi (%)	SVILUPPO	PROGR. INIZ.	PROGR. FIN.	PARZIALE RAC.	Vp(Km/h)	RAGGIO MIN.
1	Par	2000	1.806	36.120	4.294	40.411	36.117	60.000	462.963

Asse "D"

Livellette

N°	PROGRESSIVA	QUOTA	PARZIALE	PARZIALE RES.	i(%)	DISLIVELLO	LUNGHEZZA	LUNGHEZZA R.
0	59.442	12.076	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	88.525	11.495	29.083	11.025	-2.000	-0.582	29.089	11.027
2	385.136	10.919	296.611	165.391	-0.194	-0.576	296.612	165.391
3	618.115	21.452	232.979	7.056	4.521	10.533	233.217	7.063
4	821.537	12.298	203.422	0.150	-4.500	-9.154	203.628	0.150
5	1.063.270	11.838	241.733	124.182	-0.190	-0.459	241.733	124.182
6	1.186.347	13.269	123.077	53.929	1.162	1.430	123.086	53.933
7	1.292.413	11.949	106.065	47.738	-1.244	-1.320	106.073	47.741
8	1.339.935	12.900	47.523	31.302	2.000	0.950	47.532	31.309

Raccordi verticali

N°	TIPO	RAGGIO VERT.	Δi (%)	SVILUPPO	PROGR. INIZ.	PROGR. FIN.	PARZIALE RAC.	Vp(Km/h)	RAGGIO MIN.
1	Par	2000	1.806	36.120	70.466	106.583	36.117	54.214	377.983
2	Par	4800	4.715	226.398	271.974	498.298	226.324	70.000	2118.970
3	Par	2500	-9.021	225.600	505.354	730.877	225.523	70.000	2474.931
4	Par	4200	4.310	181.085	731.027	912.048	181.021	70.000	2.112.410
5	Par	4000	1.352	54.083	1.036.229	1.090.311	54.082	70.000	630.144

6	Par	3500	-2.406	84.217	1.144.240	1.228.455	84.215	70.000	1.147.677
7	Par	1000	3.244	32.442	1.276.192	1.308.633	32.441	46.862	502.808

Asse "E"
Livellette

N°	PROGRESSIVA	QUOTA	PARZIALE	PARZIALE RES.	i(%)	DISLIVELLO	LUNGHEZZA	LUNGHEZZA R.
0	0.000	12.290	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	165.189	12.290	165.189	165.189	0.000	0.000	165.189	165.189

Asse "F"
Livellette

N°	PROGRESSIVA	QUOTA	PARZIALE	PARZIALE RES.	i(%)	DISLIVELLO	LUNGHEZZA	LUNGHEZZA R.
0	0.000	12.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	55.677	11.929	55.677	45.026	-0.130	-0.072	55.677	45.026
2	76.732	12.350	21.056	10.405	2.000	0.421	21.060	10.407

Raccordi verticali

N°	TIPO	RAGGIO VERT.	Δi (%)	SVILUPPO	PROGR. INIZ.	PROGR. FIN.	PARZIALE RAC.	Vp(Km/h)	RAGGIO MIN.
1	Par	1000	2.130	21.303	45.026	66.327	21.302	40.000	205.761

Asse "G"
Livellette

N°	PROGRESSIVA	QUOTA	PARZIALE	PARZIALE RES.	i(%)	DISLIVELLO	LUNGHEZZA	LUNGHEZZA R.
0	0.000	12.245	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	40.000	12.502	40.000	29.293	0.642	0.257	40.001	29.293
2	72.875	12.009	32.875	11.669	-1.500	-0.493	32.879	11.670
3	89.905	12.350	17.030	6.531	2.000	0.341	17.033	6.532

Raccordi verticali

N°	TIPO	RAGGIO VERT.	Δi (%)	SVILUPPO	PROGR. INIZ.	PROGR. FIN.	PARZIALE RAC.	Vp(Km/h)	RAGGIO MIN.
1	Par	1000	-2.141	21.415	29.293	50.707	21.415	60.000	462.963
2	Par	600	3.500	20.998	62.376	83.373	20.997	40.000	370.939

Asse "H"
Livellette

N°	PROGRESSIVA	QUOTA	PARZIALE	PARZIALE RES.	i(%)	DISLIVELLO	LUNGHEZZA	LUNGHEZZA R.
0	6.349	12.673	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	39.369	12.012	33.020	21.387	-2.000	-0.660	33.027	21.392
2	353.168	13.037	313.799	262.596	0.327	1.025	313.800	262.598
3	523.545	12.245	170.378	69.187	-0.465	-0.792	170.380	69.187
4	625.497	14.284	101.952	40.331	2.000	2.039	101.972	40.339

Raccordi verticali

N°	TIPO	RAGGIO VERT.	Δi (%)	SVILUPPO	PROGR. INIZ.	PROGR. FIN.	PARZIALE RAC.	Vp(Km/h)	RAGGIO MIN.
1	Par	1000	2.327	23.267	27.736	51.002	23.265	45.116	261.766
2	Par	10000	-0.791	79.140	313.598	392.738	79.140	79.760	818.114
3	Par	5000	2.465	123.249	461.924	585.167	123.243	67.345	583.252

3. PROGETTAZIONE ASSI STRADALI

3.1 INQUADRAMENTO NORMATIVO

Per quanto riguarda il quadro Normativo completo si rimanda al seguente elaborato:

PD_0_000_00000_0_GE_KT_01_A Elenco delle Normative di riferimento.

Prima di entrare nel dettaglio delle verifiche condotte nell'ambito della progettazione degli assi e bene fare comunque una premessa al quadro normativo applicato all'intervento.

Per i nuovi assi stradali il progetto è stato redatto nel pieno rispetto del D.M. del 5 Novembre 2001 n° 6792 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade".

Nel caso invece di tratti stradali configurabili come "riqualificazione e adeguamento di viabilità esistenti" il progetto è stato sviluppato coerentemente con quanto previsto dal DM n. 67/S del 22.04.2004 di modifica delle "Norme geometriche e funzionali per la costruzione delle strade" ed in attesa di una norma specifica per i progetti di adeguamento delle strade esistenti, prendendo a riferimento i criteri progettuali contenuti nella norma non cogente DM del 5.11.2001, prot. 6792 oltre al rapporto a carattere prenormativo "Norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti", bozza del 21 marzo 2006.

Nella definizione delle soluzioni progettuali particolare attenzione è stata rivolta a non modificare l'impostazione generale della Norma, cercando di conservare quelle disposizioni che possono avere implicazioni dirette sulla sicurezza stradale (ricependo quindi il principio ispiratore del "Nuovo codice della Strada" – contenuto nell' Art. 1 – secondo il quale "Le norme e i provvedimenti attuativi si ispirano al principio della sicurezza stradale, perseguendo gli obiettivi di una razionale gestione della mobilità, della protezione dell'ambiente e del risparmio energetico").

Pertanto, l'intero progetto di adeguamento della viabilità esistente è stato finalizzato al raggiungimento della piena congruenza con la citata normativa, cercando le soluzioni tecnico-geometriche che potessero garantire il raggiungimento di tale obiettivo.

In questa prospettiva, le scelte progettuali sono state ponderate sulla base di condizioni specifiche, quali il livello di urbanizzazione circostante, la sussistenza di problematiche geotecniche e strutturali, le eventuali ripercussioni di una modifica puntuale su porzioni estese di tracciato, l'esistenza di opere già predisposte o comunque compatibili con l'intervento di ampliamento.

In sintesi, per definire le modalità di adeguamento della sede esistente, sono stati adottati quindi i seguenti criteri:

1. minimizzare l'impatto con il sistema antropico attraversato e quindi con la viabilità e con gli insediamenti abitativi ed industriali preesistenti;
2. minimizzare le occupazioni di territorio, per ridurre l'impatto ambientale dovuto all'ampliamento autostradale;
3. utilizzare quanto più possibile la sede stradale e le opere d'arte esistenti, al fine di ridurre l'impatto ambientale ed economico degli interventi;
4. prevedere una esecuzione per fasi dei lavori che garantisca l'esercizio delle viabilità esistente durante i lavori.

Per la progettazione degli svincoli l'unico documento nazionale con valore prescrittivo è il Decreto Ministeriale 19 aprile 2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali", il quale ha introdotto i criteri di dimensionamento degli svincoli in funzione della tipologia di intersezione, della categoria stradale degli assi intersecanti e di altri parametri geometrici tipici della geometria stradale (raggi di curvatura, velocità di progetto, ecc.).

Analogamente per le intersezioni esistenti la suddetta norma è stata presa a riferimento laddove si è intervenuti a modificare le attuali geometrie in relazione alla mutata larghezza della piattaforma stradale.

Fermo restando quanto detto sopra, il progetto di adeguamento delle strade esistenti e delle aree di svincolo è stato finalizzato al raggiungimento della piena congruenza con le citate normative, cercando le soluzioni tecnico-geometrico che potessero garantire il raggiungimento di tale obiettivo.

Le situazioni di non conformità sono state circoscritte ai casi in cui le condizioni al contorno (vincoli territoriali, condizioni legate alla sicurezza della circolazione, il rispetto di accordi presi con le Amministrazioni interessate dall'intervento) non hanno consentito la piena rispondenza alle citate normative.

Queste situazioni verranno evidenziate nel dettaglio nel corso delle analisi sulle geometrie dei tracciati stradali studiati ed opportunamente commentate e giustificate.

3.2 CRITERI PROGETTUALI PRINCIPALI

3.2.1 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

pari a 45 metri nel caso di strade extraurbane locali TIPO F

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

$$\begin{aligned} \text{per } L < 300 \text{ m} \quad R &\geq L \\ \text{per } L \geq 300 \text{ m} \quad R &\geq 400 \text{ m} \end{aligned}$$

(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 figura **3.2.1-2**;

(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 rettifilo 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

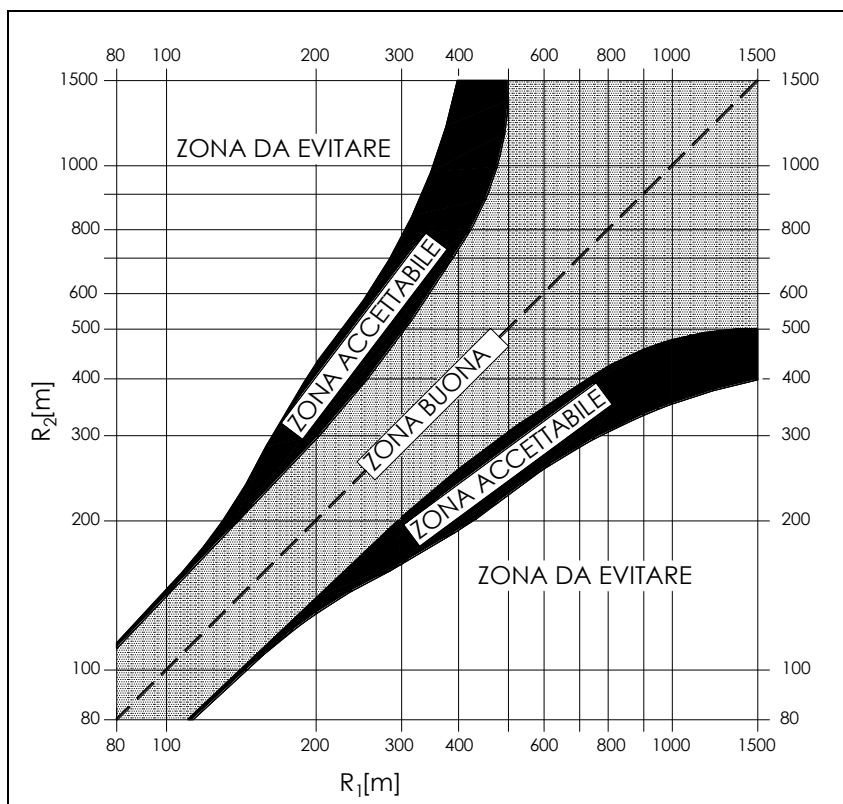


FIGURA 3.2.1-2 – ABACO DI KOPPEL (DM 05/11/01)

(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).

La costruzione del diagramma di velocità lungo l'asse stradale è stata effettuata secondo quanto prescritto dal DM 05/11/2001 e di seguito riportato.

La velocità è mantenuta costante lungo lo sviluppo delle curve con raggio inferiore a $R_{2,5}$.

La velocità varia crescendo verso la velocità massima dell'intervallo di progetto lungo i rettifili, le clotoidi e gli archi con raggio non inferiore a $R_{2,5}$;

Il valore di accelerazione e decelerazione è pari a 0,8 m/s². Tale valore è stato mantenuto invariato anche per i tratti in approccio alle intersezioni con schema a rotatoria.

In corrispondenza delle rotatorie si è assunta una velocità di percorrenza pari a 30 km/h;

La pendenza longitudinale non influenza la velocità di progetto.

(g) *Lunghezza minima delle curve circolari.*

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

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

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 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:

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

dove:

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

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

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

che, esprimendo la velocità in km/h diviene:

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

Il DM 6792/2001 propone, in alternativa, di effettuare il calcolo con una formula approssimata che non tiene conto della componente dell'accelerazione centripeta compensata dalla variazione di pendenza trasversale. L'espressione per il calcolo di A_{min} diventa, in questo caso:

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

Critero 2 (Sovrapendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata)

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

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

dove:

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

Nel caso di curve di continuità il medesimo criterio diventa:

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

Critero 3 (Ottico)

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

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

che, nel caso di clotoidi di continuità, diventa:

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

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

Oltre ai criteri precedentemente descritti si è proceduto alla verifica del rapporto AE/AU delle due clotoidi in ingresso e in uscita da una curva circolare e del rapporto A1/A2 tra due clotoidi in un flesso asimmetrico, secondo quanto prescritto dal D.M. 5/11/2001:

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

3.2.2 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%.

La pendenza massima delle livellette, consentita dal DM 05/11/01 per strade di tipo F (strade extraurbane locali), è pari al 10%.

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

(j) *Raccordi verticali convessi*

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

se D è inferiore allo sviluppo L del raccordo si ha

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

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

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

- se invece $D > L$

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

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

= 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.

3.2.3 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:

$$D_A = D_1 + D_2 = \frac{V_0}{3,6} \times \tau - \frac{1}{3,6^2} \int_{v_0}^{v_1} \frac{V}{g \times \left[f_i \left(\frac{i}{100} \right) + \frac{Ra}{m} + r_0 \right]} dV \quad [m]$$

dove:

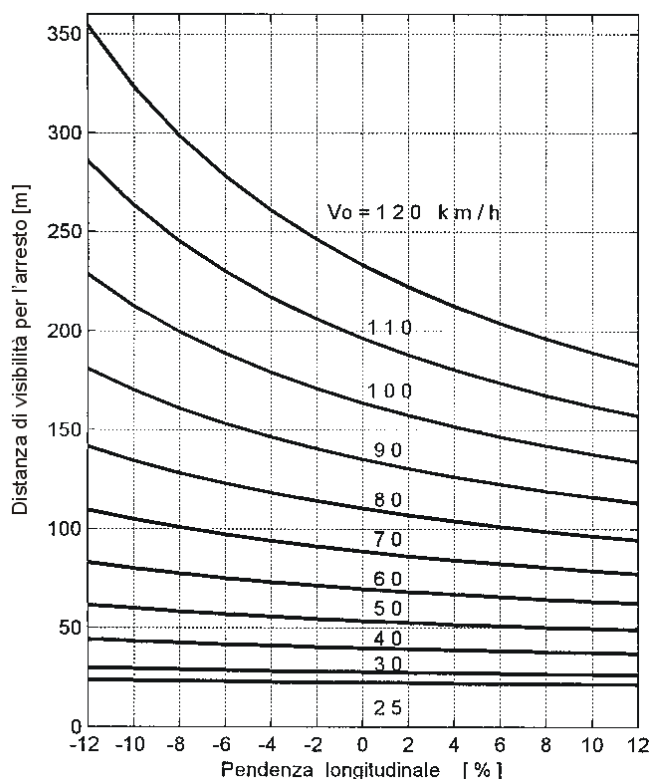
- D1 = spazio percorso nel tempo τ
- D2 = spazio di frenatura

- V_0 = velocità del veicolo all'inizio della frenatura [km/h]
- V_1 = velocità finale del veicolo, in cui $V_1 = 0$ 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]
- R_a = resistenza aerodinamica [N]
- m = massa del veicolo [kg]
- f_l = quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile longitudinalmente per la frenatura
- r_0 = resistenza unitaria al rotolamento, trascurabile [N/kg]

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

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

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:

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

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.

3.2.4 **Rappresentazione dei risultati**

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).

3.3 PROGETTAZIONE DELLE INTERSEZIONI A ROTATORIA

3.3.1 Intersezioni a rotatoria

Nella progettazione delle intersezioni a rotatoria vengono applicate le norme contenute nel DM 19 Aprile 2006: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali".

3.3.2 Tipologie

Si considerano tre tipologie fondamentali di rotatorie in base al diametro della circonferenza esterna (limite della corona rotatoria, in riferimento alla Fig. 1):

- rotatorie convenzionali con diametro esterno compreso tra 40 e 50 m;
- rotatorie compatte con diametro esterno compreso tra i 25 e i 40 m;
- mini-rotatorie con diametro esterno compreso tra i 14 e i 25 m.

Per sistemazioni con "circolazione rotatoria", che non rientrano nelle tipologie su esposte il dimensionamento e la composizione geometrica debbono essere definiti con il principio dei tronchi di scambio tra due bracci contigui. In questi casi le immissioni devono essere organizzate con appositi dispositivi.

Un ulteriore elemento distintivo tra le tre tipologie fondamentali di attrezzatura rotatoria è rappresentato dalla sistemazione dell'isola circolare centrale, che può essere resa in parte transitabile per le manovre dei veicoli pesanti, nel caso di miniroatorie con diametro esterno compreso tra 25 e 18 m, mentre lo diventa completamente per quelle con diametro compreso fra 18 e 14 m; le rotatorie compatte sono invece caratterizzate da bordature non sormontabili dell'isola centrale.

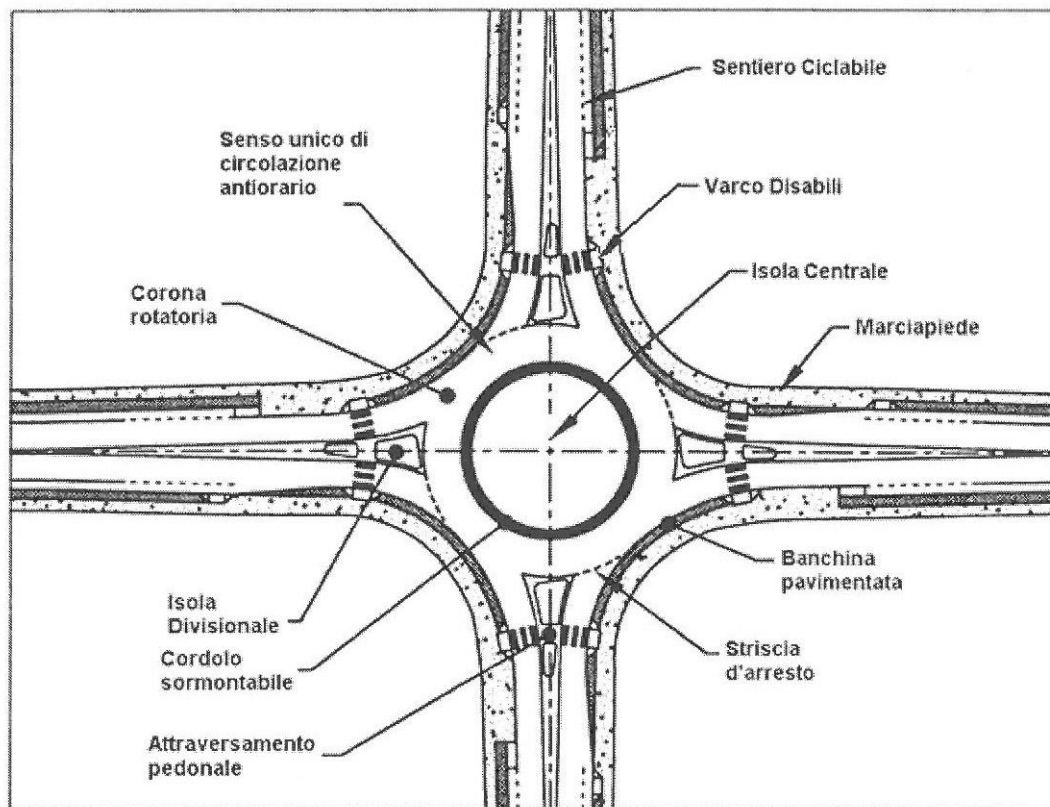


FIGURA 3.3.2-1

In base alla classificazione riportata nel capitolo 3 del DM 19 Aprile 2006, in ambito extraurbano l'adozione di minirotorie viene limitata agli incroci di tipo F/F tra strade locali, mentre le rotatorie compatte sono consentite per gli incroci tipo C/C, C/F e F/C.

Un'intersezione stradale risolta a rotatoria va accompagnata da strumenti di regolazione della velocità nei rami di approccio, ipotizzando l'arresto del veicolo nei punti di ingresso, e sviluppando tutte le conseguenti verifiche di visibilità.

3.3.3 Larghezza delle corsie.

Con riferimento alla figura 1, si definiscono le larghezze degli elementi modulari delle rotatorie, secondo quanto indicato nella Tabella 1.

Elemento modulare	Diametro esterno della rotatoria (m)	Larghezza corsie (m)
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi ad una corsia	≥ 40	6,00
	Compreso tra 25 e 40	7,00

	Compreso tra 25 e 40	7,00 - 8,00
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi a più corsie	≥ 40	9,00
	< 40	8,50 - 9,00
Bracci di ingresso (**)		3,50 per una corsia 6,00 per due corsie
Bracci di uscita (*)	< 25	4,00
	≥ 25	4,50

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

(**) organizzati al massimo con due corsie.

TABELLA 1

3.3.4 Geometria delle rotatorie

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 (vedi Fig.2). 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°

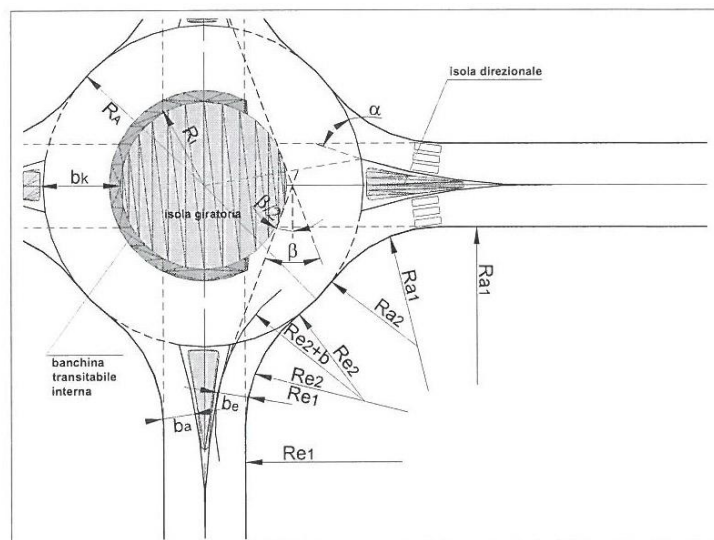


FIGURA 3.3.4-1 – ELEMENTI DI PROGETTO E TIPIZZAZIONE DELLE ROTATORIE

3.4 DISTANZA E VISIBILITÀ NELLE INTERSEZIONI A RASO.

Al fine di garantire un regolare funzionamento delle intersezioni a raso, e come principio di carattere più generale, risulta opportuno procedere sempre ad una gerarchizzazione delle manovre in modo da articolare le varie correnti veicolari in principali e secondarie; ne consegue la necessità di introdurre segnali di precedenza e stop per ogni punto di conflitto, evitando di porre in essere situazioni di semplice precedenza a destra senza regolazione segnaletica.

Per le traiettorie prioritarie si devono mantenere all'interno dell'area di intersezione le medesime condizioni di visibilità previste dalla specifica normativa per le arterie stradali confluenti nei nodi; la presenza dell'intersezione non può di fatti costituire deroga agli standard usuali in rapporto alla visibilità del tracciato.

Per le manovre non prioritarie le verifiche vengono sviluppate secondo il criterio dei triangoli di visibilità relativi ai punti di conflitto di intersezione generati dalle correnti veicolari.

Il lato maggiore del triangolo di visibilità viene rappresentato dalla distanza di visibilità principale D , data dall'espressione:

$$D = v \times t$$

In cui:

v = velocità di riferimento [m/s], pari al valore della velocità di progetto caratteristica del tratto considerato o, in presenza di limiti impositivi di velocità, dal valore prescritto dalla segnaletica;

t = tempo di manovra pari a:

- In presenza di manovre regolate da precedenza: 12 s
- In presenza di manovre regolate da stop: 6 s

Tali valori vanno incrementati di un secondo per ogni punto percentuale di pendenza longitudinale del ramo secondario superiore al 2%.

Il lato minore del triangolo di visibilità sarà commisurato ad una distanza di 20 m dal ciglio della strada principale, per le intersezioni regolate da precedenza, e di 3 m dalla linea di arresto, per quelle regolate da Stop.

All'interno del triangolo di visibilità non devono esistere ostacoli alla continua e diretta visione reciproca dei veicoli afferenti al punto di intersezione considerato. Si considerano ostacoli per la visibilità oggetti isolati aventi la massima dimensione planimetrica superiore a 0,8 m.

Negli incroci a rotatoria, i conducenti che si avvicinano alla rotatoria devono vedere i veicoli che percorrono l'anello centrale al fine di cedere ad essi la precedenza o eventualmente arrestarsi; sarà sufficiente una visione completamente libera sulla sinistra per un quarto dello sviluppo dell'intero anello, secondo la costruzione geometrica riportata nella figura 3, posizionando l'osservatore a 15 metri dalla linea che delimita il bordo esterno dell'anello giratorio.

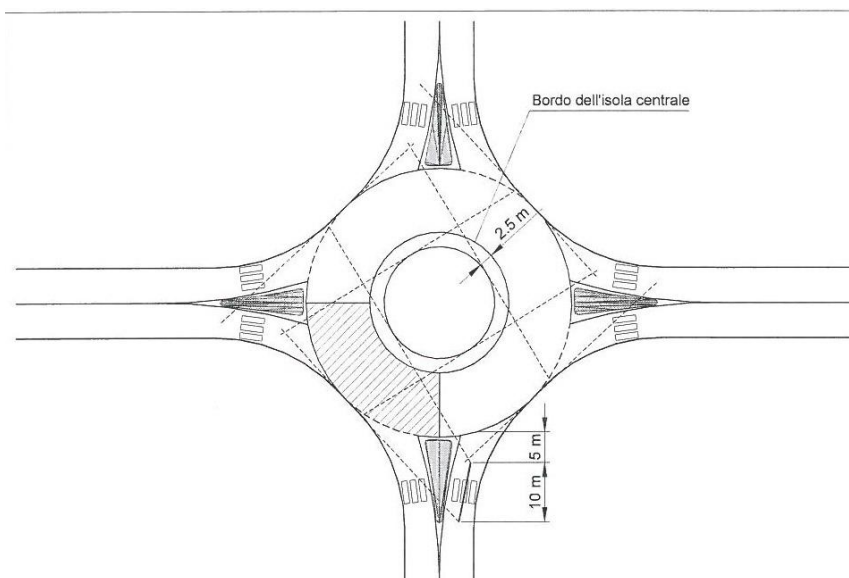


FIGURA 3.4-1 – CAMPI DI VISIBILITÀ IN UN INCROCIO A ROTATORIA.

4. RISULTATI DELLE VERIFICHE DI CONGRUENZA CON LE NORMATIVE DI RIFERIMENTO

4.1 ASSI STRADALI

Nel seguito si riportano i risultati delle analisi di congruenza del progetto stradale rispetto ai criteri indicati nella normativa di riferimento DM 05/11/2001.

4.1.1 Andamento planimetrico

I risultati delle analisi di congruenza del progetto stradale rispetto ai criteri indicati nella normativa di riferimento DM 05/11/2001 sono riassunti negli allegati alla presente relazione.

4.1.2 Andamento altimetrico

La pendenza longitudinale delle livellette degli assi in esame risulta sempre inferiore al valore massimo indicato dalla normativa che prescrive per strade di categoria C – strade secondarie extraurbane di non superare la pendenza del 7% e per le strade di categoria F – strade extraurbane locali di non eccedere il 10%.

Nelle tabelle a seguire vengono riportati i risultati della verifica della distanza di visibilità per l'arresto per i raccordi verticali, effettuata con riferimento alla velocità desunta dal diagramma di velocità dell'asse stradale.

Risulta infatti che il valore del raggio del raccordo verticale è sempre maggiore di quello minimo imposto dalla normativa.

Asse "A"

Livellette

N°	PROGRESSIVA	QUOTA	PARZIALE	PARZIALE RES.	i(%)	DISLIVELLO	LUNGHEZZA	LUNGHEZZA R.
0	-42.405	11.824	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	34.991	11.674	77.395	66.425	-0.194	-0.150	77.396	66.425
2	55.123	12.076	20.132	9.161	2.000	0.403	20.136	9.163

Raccordi verticali

N°	TIPO	RAGGIO VERT.	Δi (%)	SVILUPPO	PROGR. INIZ.	PROGR. FIN.	PARZIALE RAC.	Vp(Km/h)	RAGGIO MIN.
1	Par	1000	2.194	21.943	24.020	45.962	21.941	30.000	115.741

Asse "B"

Livellette

N°	PROGRESSIVA	QUOTA	PARZIALE	PARZIALE RES.	i(%)	DISLIVELLO	LUNGHEZZA	LUNGHEZZA R.
0	0.000	11.996	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	160.210	11.996	160.210	160.210	0.000	0.000	160.210	160.210

Asse "C"
Livellette

N°	PROGRESSIVA	QUOTA	PARZIALE	PARZIALE RES.	i(%)	DISLIVELLO	LUNGHEZZA	LUNGHEZZA R.
0	-71.675	11.312	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	22.353	11.495	94.028	75.969	0.194	0.183	94.028	75.969
2	51.436	12.076	29.083	11.025	2.000	0.582	29.089	11.027

Raccordi verticali

N°	TIPO	RAGGIO VERT.	Δi (%)	SVILUPPO	PROGR. INIZ.	PROGR. FIN.	PARZIALE RAC.	Vp(Km/h)	RAGGIO MIN.
1	Par	2000	1.806	36.120	4.294	40.411	36.117	60.000	462.963

Asse "D"
Livellette

N°	PROGRESSIVA	QUOTA	PARZIALE	PARZIALE RES.	i(%)	DISLIVELLO	LUNGHEZZA	LUNGHEZZA R.
0	59.442	12.076	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	88.525	11.495	29.083	11.025	-2.000	-0.582	29.089	11.027
2	385.136	10.919	296.611	165.391	-0.194	-0.576	296.612	165.391
3	618.115	21.452	232.979	7.056	4.521	10.533	233.217	7.063
4	821.537	12.298	203.422	0.150	-4.500	-9.154	203.628	0.150
5	1.063.270	11.838	241.733	124.182	-0.190	-0.459	241.733	124.182
6	1.186.347	13.269	123.077	53.929	1.162	1.430	123.086	53.933
7	1.292.413	11.949	106.065	47.738	-1.244	-1.320	106.073	47.741
8	1.339.935	12.900	47.523	31.302	2.000	0.950	47.532	31.309

Raccordi verticali

N°	TIPO	RAGGIO VERT.	Δi (%)	SVILUPPO	PROGR. INIZ.	PROGR. FIN.	PARZIALE RAC.	Vp(Km/h)	RAGGIO MIN.
1	Par	2000	1.806	36.120	70.466	106.583	36.117	54.214	377.983
2	Par	4800	4.715	226.398	271.974	498.298	226.324	70.000	2118.970
3	Par	2500	-9.021	225.600	505.354	730.877	225.523	70.000	2474.931
4	Par	4200	4.310	181.085	731.027	912.048	181.021	70.000	2112.410
5	Par	4000	1.352	54.083	1.036.229	1.090.311	54.082	70.000	630.144
6	Par	3500	-2.406	84.217	1.144.240	1.228.455	84.215	70.000	1147.677
7	Par	1000	3.244	32.442	1.276.192	1.308.633	32.441	46.862	502.808

Asse "E"

Livellette

N°	PROGRESSIVA	QUOTA	PARZIALE	PARZIALE RES.	i(%)	DISLIVELLO	LUNGHEZZA	LUNGHEZZA R.
0	0.000	12.290	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	165.189	12.290	165.189	165.189	0.000	0.000	165.189	165.189

Asse "F"
Livellette

N°	PROGRESSIVA	QUOTA	PARZIALE	PARZIALE RES.	i(%)	DISLIVELLO	LUNGHEZZA	LUNGHEZZA R.
0	0.000	12.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	55.677	11.929	55.677	45.026	-0.130	-0.072	55.677	45.026
2	76.732	12.350	21.056	10.405	2.000	0.421	21.060	10.407

Raccordi verticali

N°	TIPO	RAGGIO VERT.	Δi (%)	SVILUPPO	PROGR. INIZ.	PROGR. FIN.	PARZIALE RAC.	Vp(Km/h)	RAGGIO MIN.
1	Par	1000	2.130	21.303	45.026	66.327	21.302	40.000	205.761

Asse "G"
Livellette

N°	PROGRESSIVA	QUOTA	PARZIALE	PARZIALE RES.	i(%)	DISLIVELLO	LUNGHEZZA	LUNGHEZZA R.
0	0.000	12.245	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	40.000	12.502	40.000	29.293	0.642	0.257	40.001	29.293
2	72.875	12.009	32.875	11.669	-1.500	-0.493	32.879	11.670
3	89.905	12.350	17.030	6.531	2.000	0.341	17.033	6.532

Raccordi verticali

N°	TIPO	RAGGIO VERT.	Δi (%)	SVILUPPO	PROGR. INIZ.	PROGR. FIN.	PARZIALE RAC.	Vp(Km/h)	RAGGIO MIN.
1	Par	1000	-2.141	21.415	29.293	50.707	21.415	60.000	462.963
2	Par	600	3.500	20.998	62.376	83.373	20.997	40.000	370.939

Asse "H"
Livellette

N°	PROGRESSIVA	QUOTA	PARZIALE	PARZIALE RES.	i(%)	DISLIVELLO	LUNGHEZZA	LUNGHEZZA R.
0	6.349	12.673	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	39.369	12.012	33.020	21.387	-2.000	-0.660	33.027	21.392
2	353.168	13.037	313.799	262.596	0.327	1.025	313.800	262.598
3	523.545	12.245	170.378	69.187	-0.465	-0.792	170.380	69.187
4	625.497	14.284	101.952	40.331	2.000	2.039	101.972	40.339

Raccordi verticali

N°	TIPO	RAGGIO VERT.	Δi (%)	SVILUPPO	PROGR. INIZ.	PROGR. FIN.	PARZIALE RAC.	Vp(Km/h)	RAGGIO MIN.
1	Par	1000	2.327	23.267	27.736	51.002	23.265	45.116	261.766

2	Par	10000	-0.791	79.140	313.598	392.738	79.140	79.760	818.114
3	Par	5000	2.465	123.249	461.924	585.167	123.243	67.345	583.252

4.1.3 Verifiche di visibilità

La definizione dell'asse stradale ha seguito un percorso iterativo di successivi affinamenti finalizzati all'ottimizzazione del progetto in relazione:

- Alla congruenza geometrica degli elementi componenti il tracciato, sia per quanto riguarda la loro successione, sia per gli aspetti cinematici che regolano le effettive velocità di percorrenza dell'asse;
- Alla verifica delle visuali libere, attraverso la definizione degli opportuni allargamenti in curva.

In pratica, si è proceduto prima ad uno studio per l'ottimizzazione della composizione degli elementi del tracciato in modo tale che fossero coordinati e compatibili con le velocità di progetto, successivamente si è proceduto all'analisi delle visuali libere confrontando le distanze minime da garantire lungo il tracciato in base al diagramma di velocità e all'andamento altimetrico, confrontate con quelle effettivamente disponibili e calcolate. La verifica da esito positivo se la distanza minima calcolata è minore di quella disponibile. Di conseguenza sono state identificate le criticità di ostacolo e quindi definiti gli opportuni allargamenti della piattaforma stradale.

Questo processo è stato sviluppato per ogni curva del tracciato, su entrambe le direttrici di marcia.

La verifica delle visuali libere è stata sviluppata mediante l'utilizzo di un applicativo Autocad che, partendo da un modello 3D della strada, comprensivo degli ostacoli fissi limitanti la visibilità è in grado di stimare le distanze di visuali disponibili, valutando di fatto gli effetti combinati dell'andamento planimetrico e dell'altimetria del tracciato ai fini della percezione che l'utente ha della strada. Il programma traccia tutti i raggi di visione a partire dall'asse della singola corsia, arrestandole in corrispondenza del primo ostacolo incontrato, sia esso il pavimentato od un ostacolo posizionato marginalmente alla carreggiata. Di seguito, in base al diagramma di velocità ed all'andamento altimetrico, il programma calcola le relative distanze minime da garantire lungo il tracciato, che saranno confrontate con quelle effettivamente disponibili e calcolate secondo il procedimento grafico esposto prima.

In termini di visibilità planimetrica la distanza di visuale libera risulta quasi sempre compatibile con la distanza necessaria per l'arresto, ad eccezione della curva di raggio $R= 250,00$ (asse H) m in cui si reso necessario allargare la piattaforma stradale. I valori dell'allargamento sono riportati negli appositi elaborati di progetto ("PD_0_C11_CCS11_0_SD_FL_01_A "PROFILI LONGITUDINALI 1" e PD_0_C11_CCS11_0_SD_SZ_01_A "SEZIONI TRASVERSALI ASTA PRINCIPALE - QUADERNO")

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 (vedi elaborato n° 'PD_0_C11_CCS11_0_SD_DV_01-02_A DIAGRAMMI DI VELOCITA' E VISIBILITA' ASTA PRINCIPALE TAV. 1 e 2).

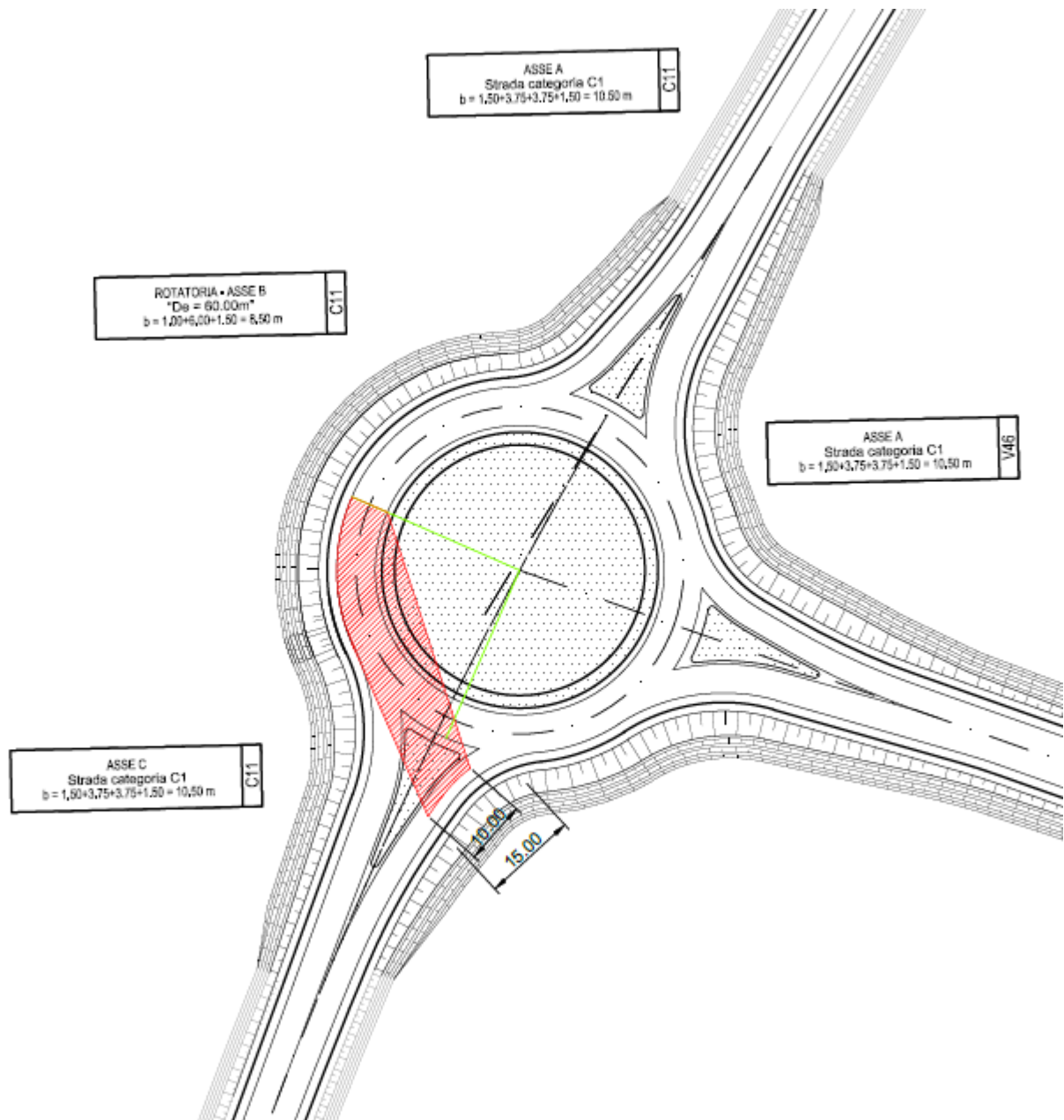
4.2 INTERSEZIONI A ROTATORIA

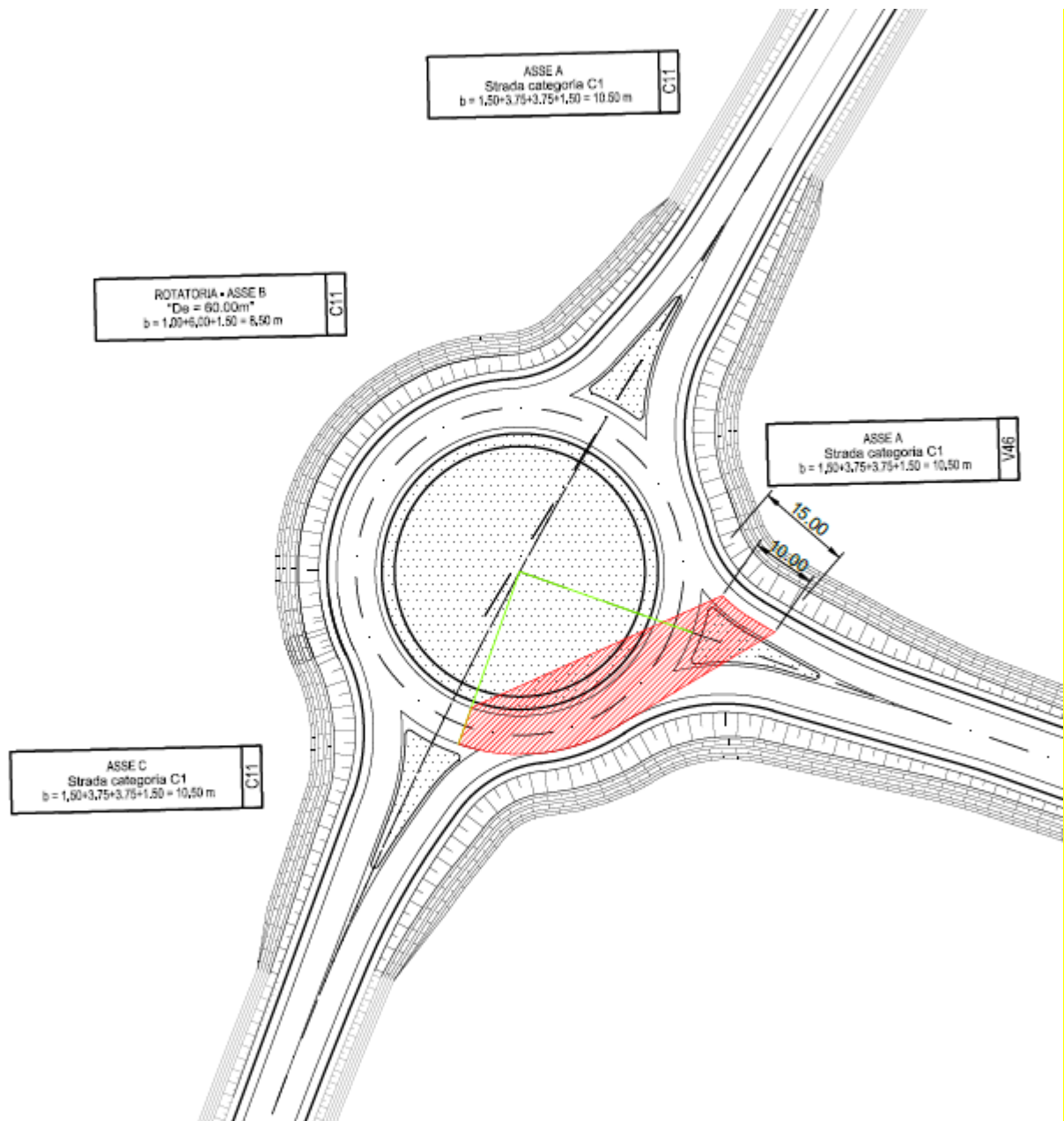
4.2.1 Analisi delle Visibilità

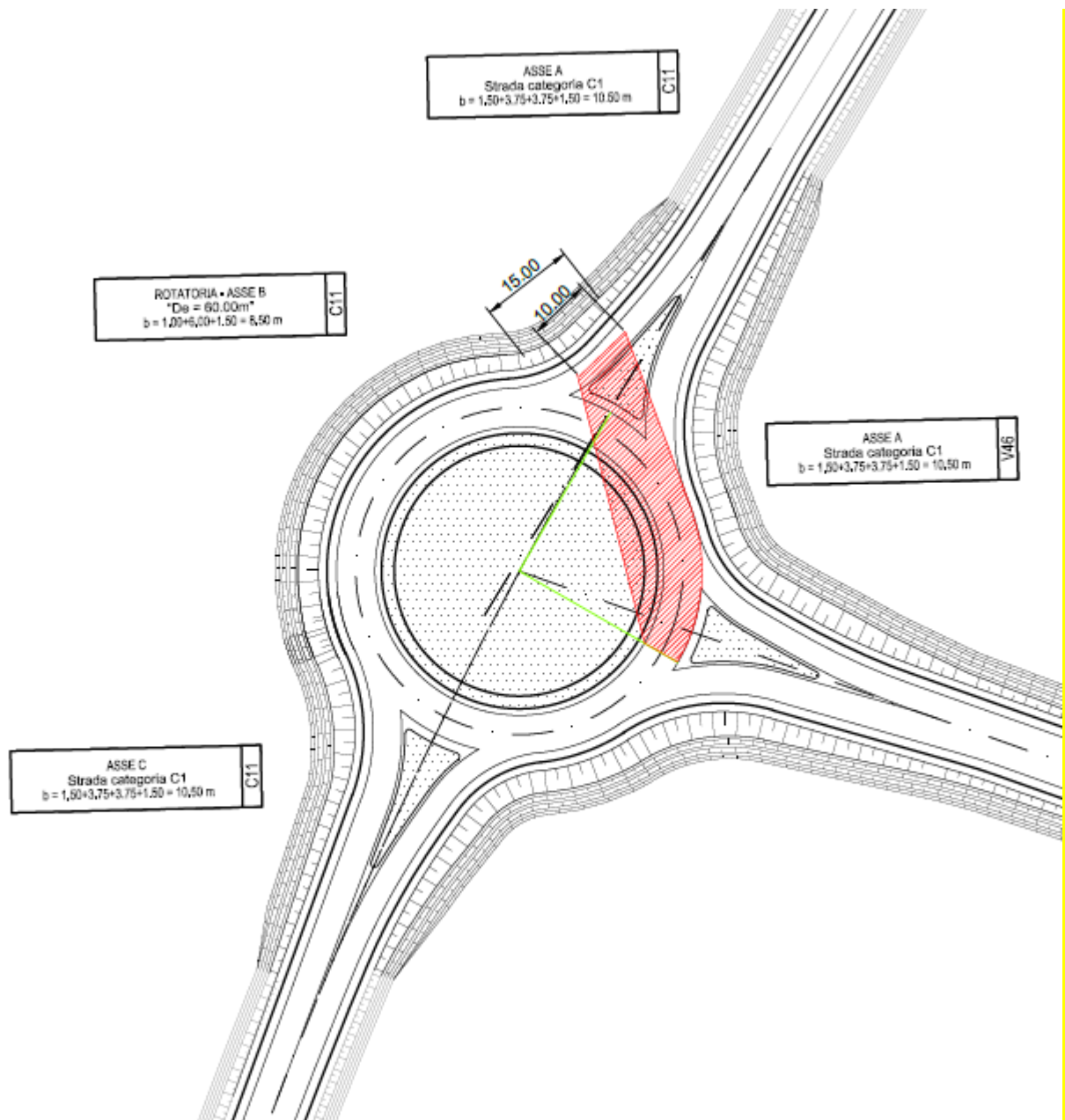
L'analisi delle visibilità relativa agli accessi alle rotatorie è stata sviluppata per fornire indicazioni progettuali sulle aree da mantenere libere da ostacoli al margine delle rotatorie stesse o nelle isole centrali. In particolare si devono adottare le seguenti prescrizioni:

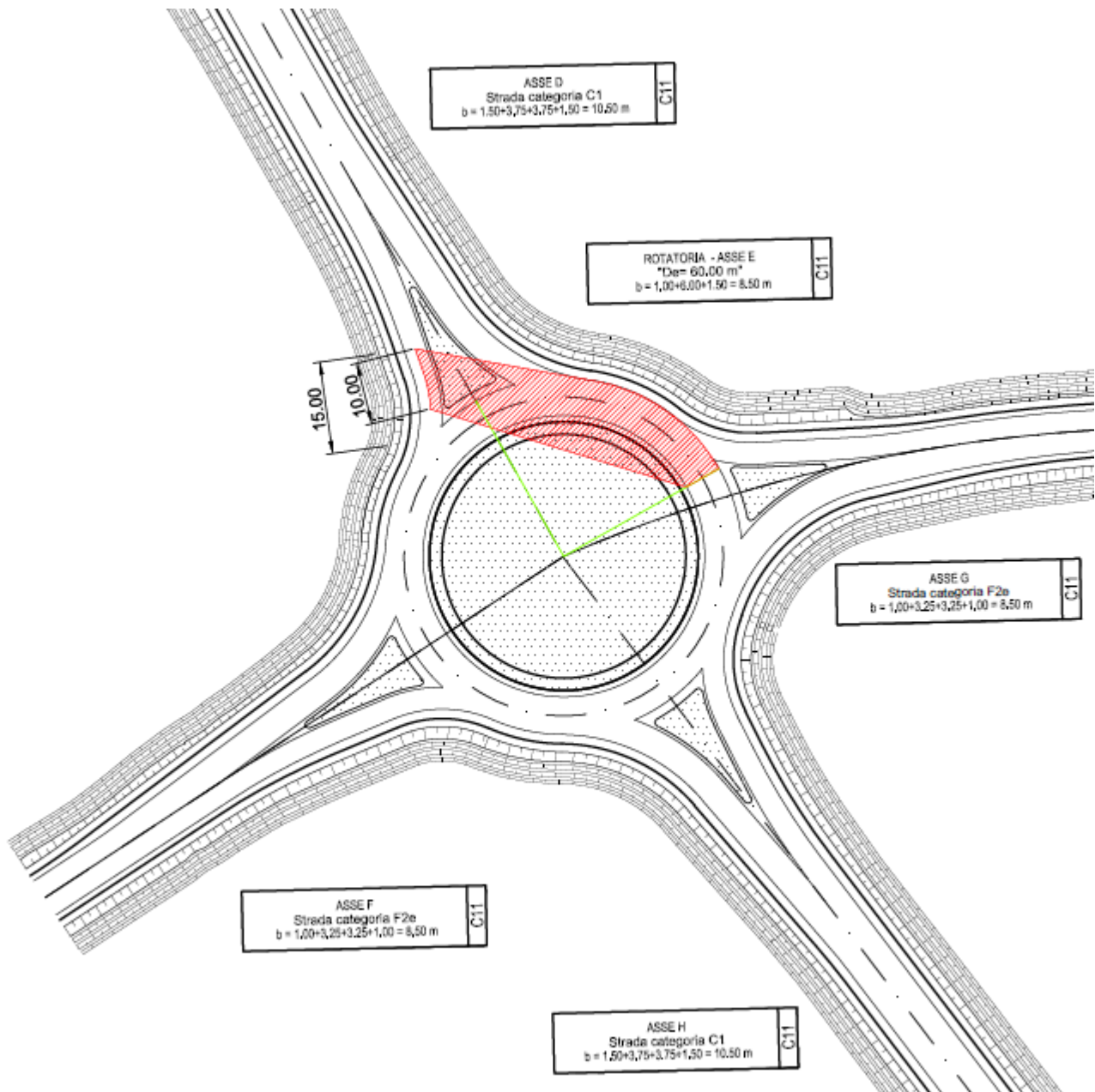
- Il punto di osservazione si pone ad una distanza di 15m dalla linea di arresto coincidente con il bordo della circonferenza esterna;
- la posizione planimetrica si pone sulla mezzeria della corsia di entrata in rotatoria (o delle corsie di entrata) e l'altezza di osservazione si colloca ad 1m sul piano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

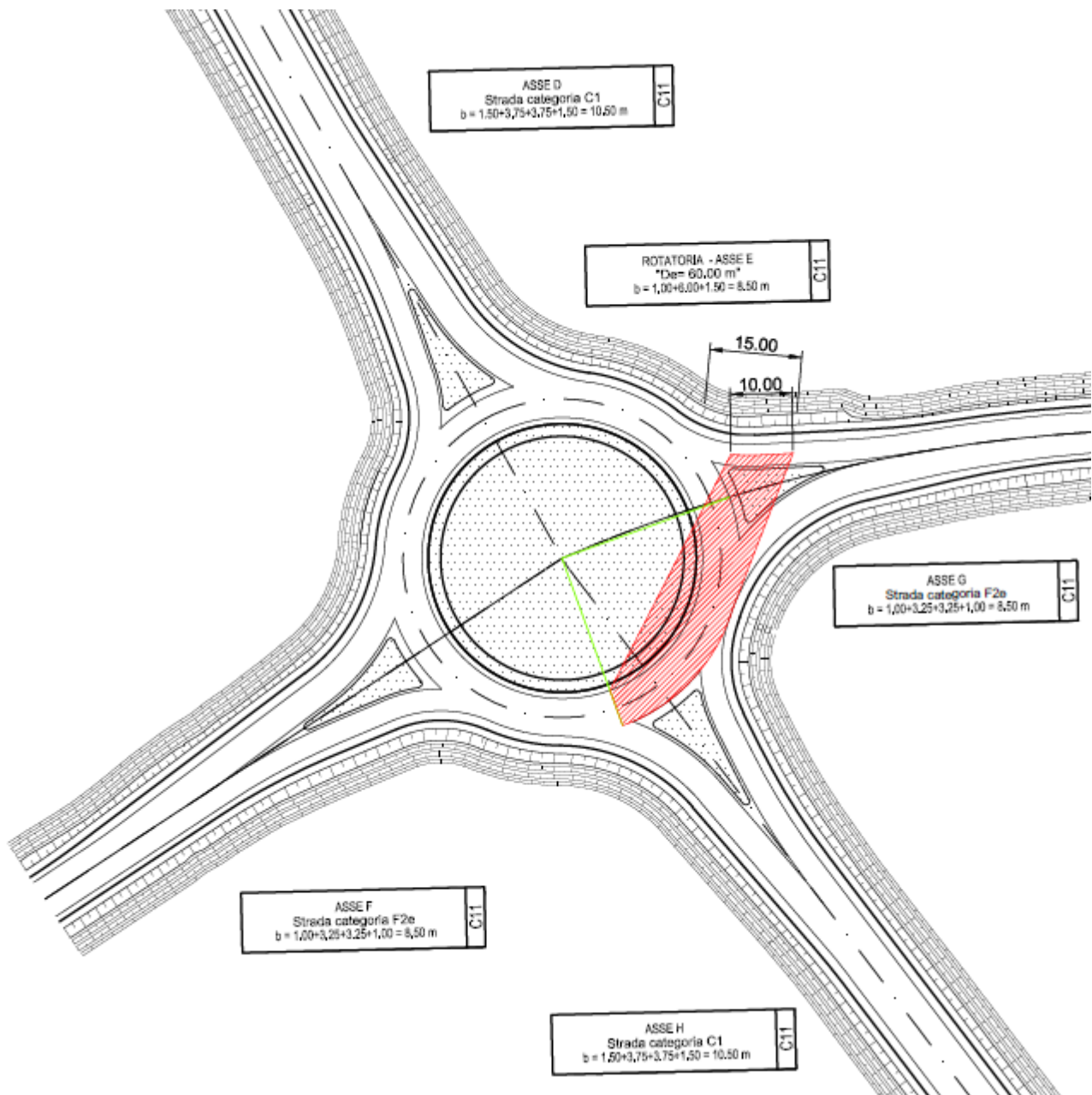
Nella corona giratoria è stato previsto comunque di lasciare libera da ogni tipologia di ostacolo una fascia di larghezza pari a 2.0m misurata a partire dal bordo interno della corona sormontabile. Il risultato è rappresentato nelle figure riportate di seguito in cui sono rappresentate le superfici nelle quali non devono essere previsti ostacoli di altezza superiore ad 1.0m.

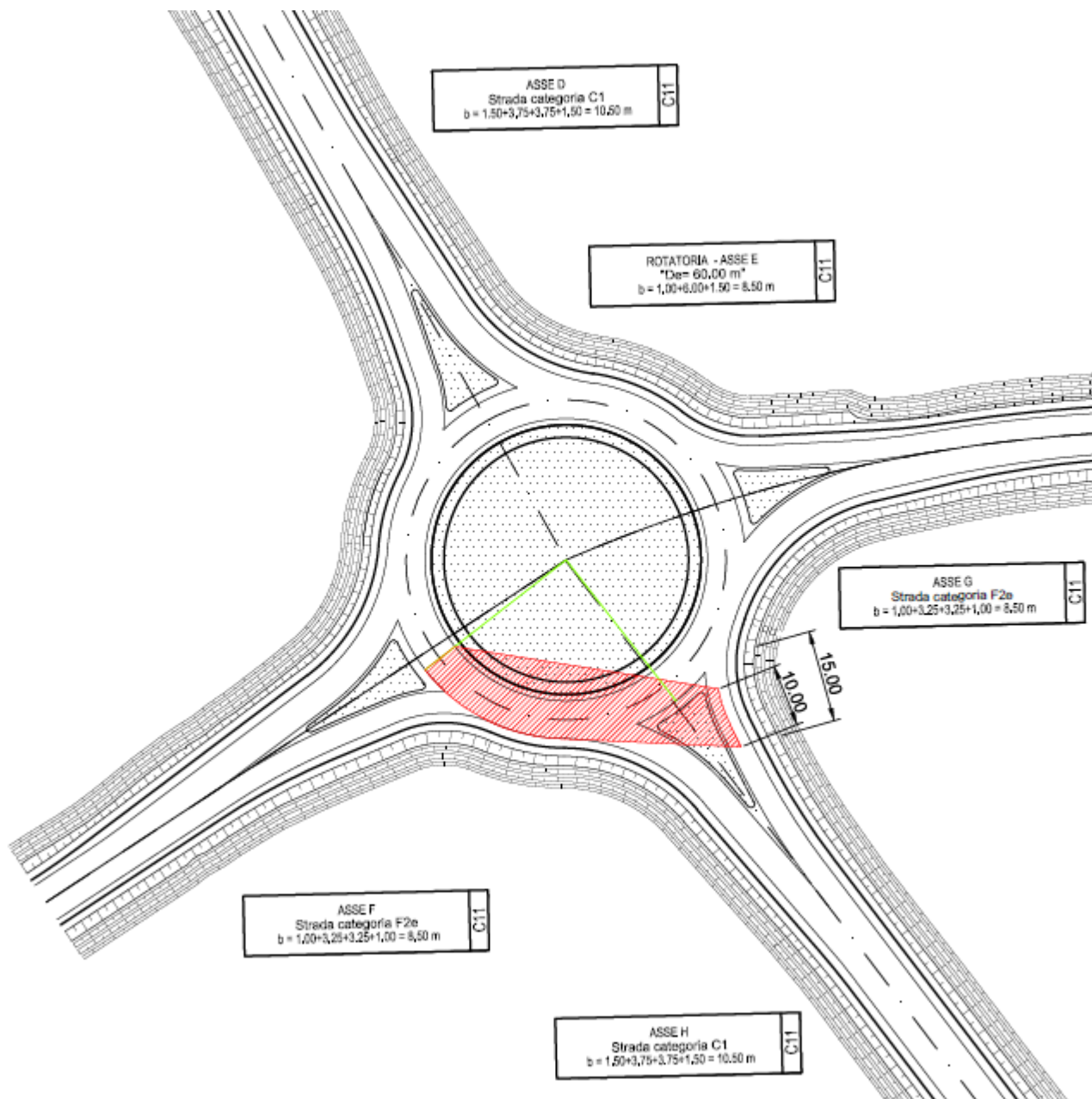


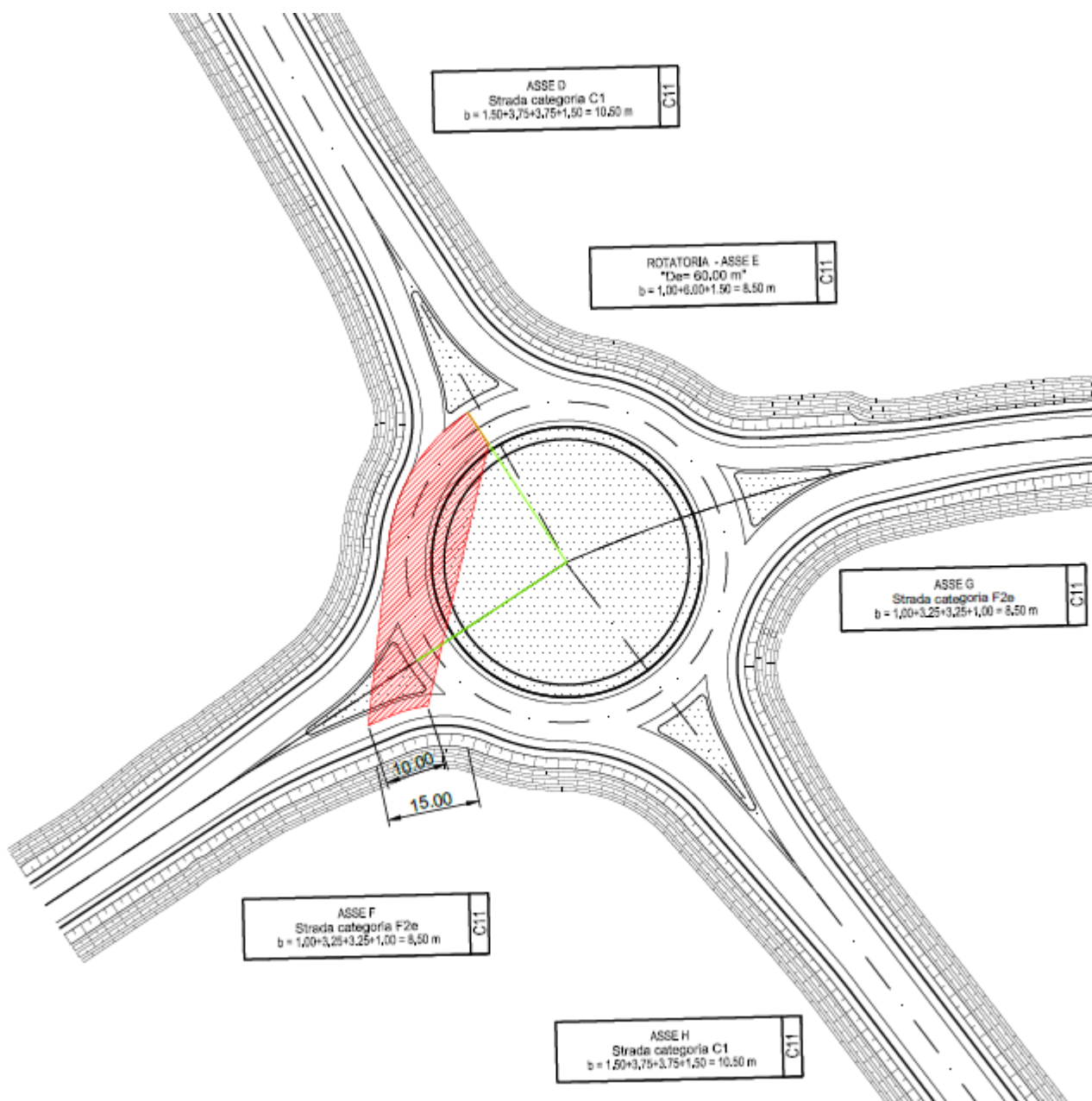












Dalle verifiche sopra effettuate si evince che nelle aree evidenziate non sono presenti ostacoli che impediscono la visibilità dei veicoli in ingresso in rotatoria.

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 si ritengono verificate le rotatorie relativamente alle visuali libere.

4.2.2 Analisi della deflessione

La valutazione del valore della deviazione è effettuata per mezzo dell'angolo di deviazione β (Figura 4). Per determinare la tangente al ciglio dell'isola centrale corrispondente all'angolo di deviazione, bisogna aggiungere al raggio di entrata **Re,2** un incremento b pari a 3.50 m .

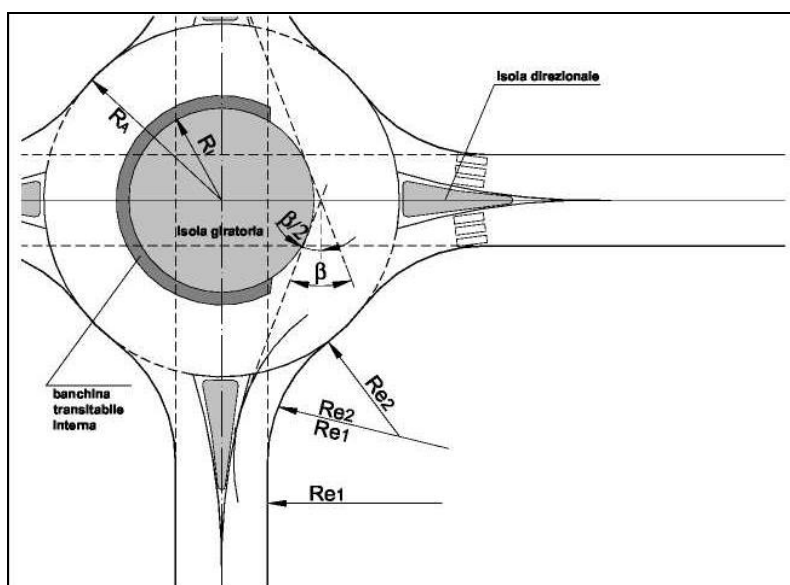


FIGURA 4.2.2-1 – ELEMENTI DI PROGETTO E TIPIZZAZIONE DELLE ROTATORIE (DM 19/ 04/06)

Per ciascun braccio d'immissione deve esserci un valore dell'angolo β di deviazione di almeno 45° .

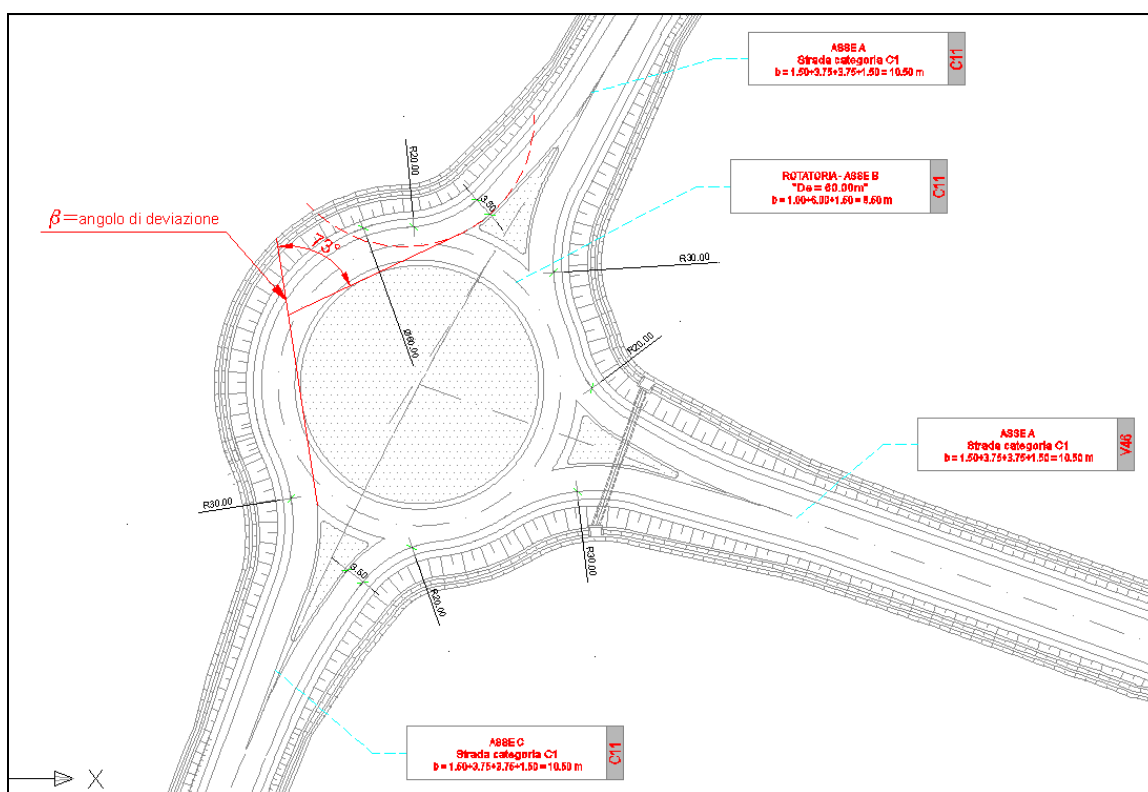
Di seguito si riportano, per ogni rotatoria, i parametri geometrici maggiormente significativi per l'analisi della deflessione:

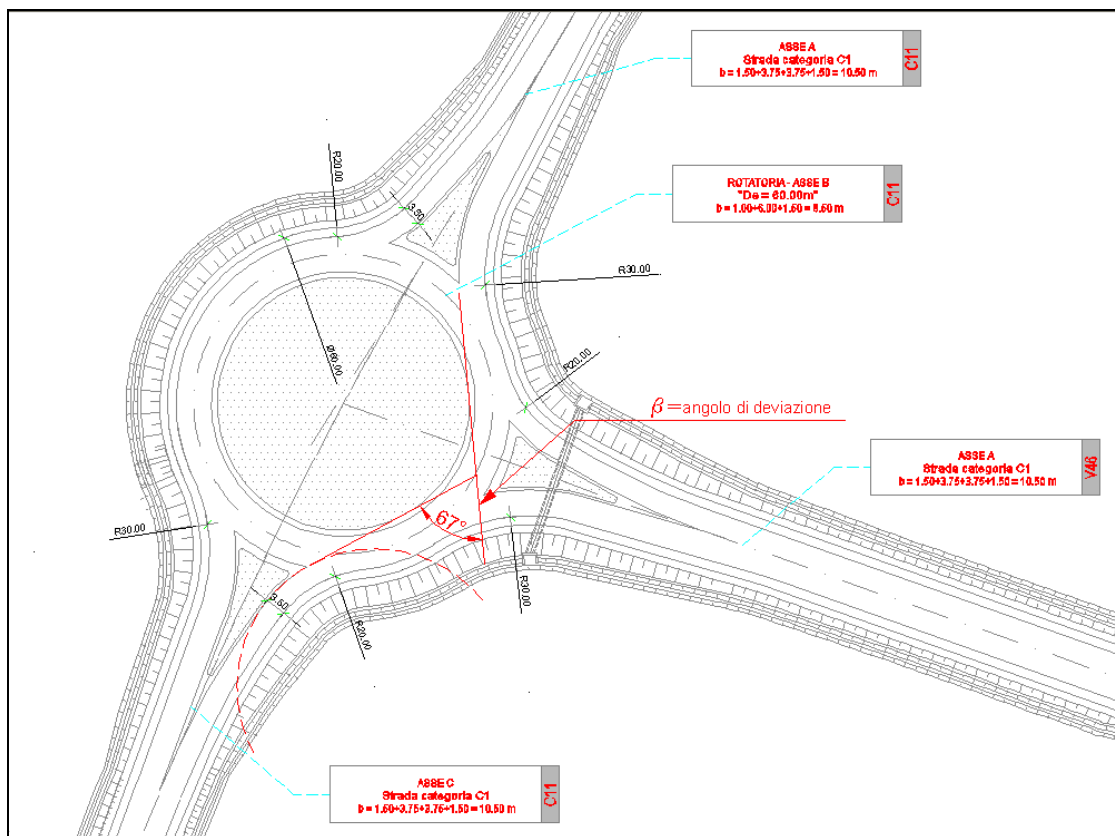
- Angoli di deviazione β per la manovra di attraversamento;
- Raggi **Re,1** e **Re,2** dei rami in ingresso;
- Raggio **Ra,1** dei rami in uscita.

Per la determinazione dell'angolo di deviazione β sono state prese in considerazione le manovre corrispondenti a rami che formano tra loro un angolo prossimo a 180° .

Verifica deflessione Rotatoria C11 - Asse B:

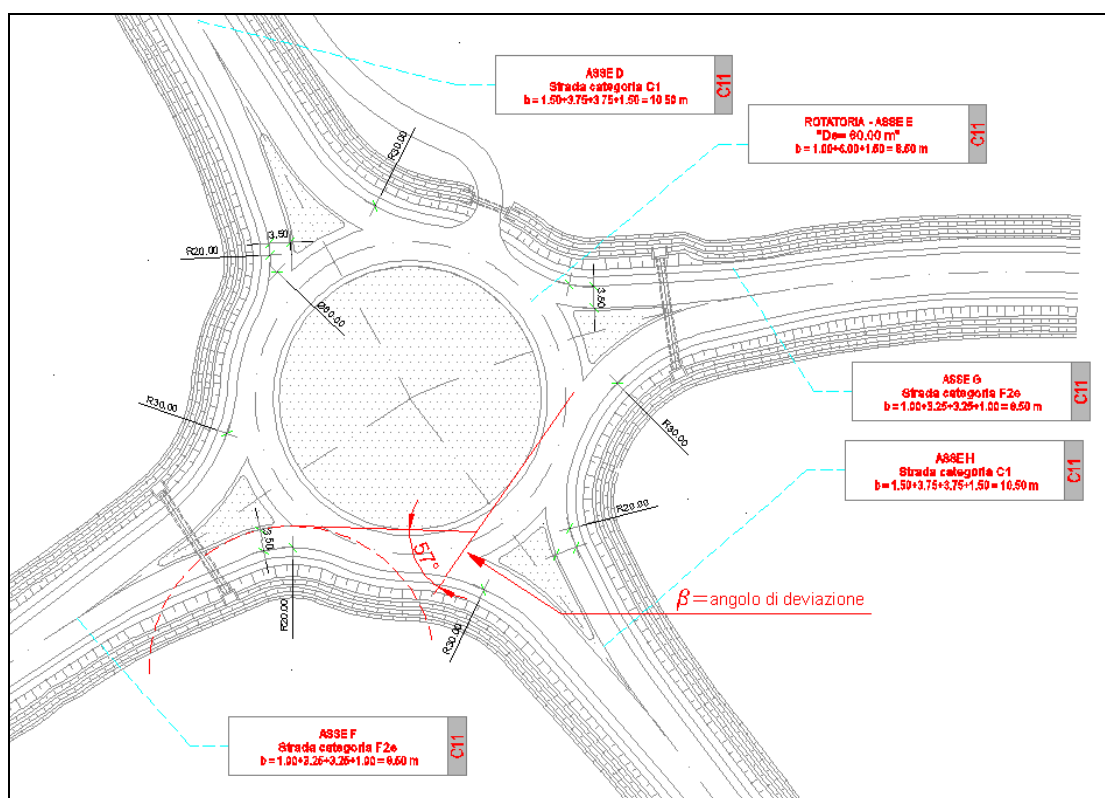
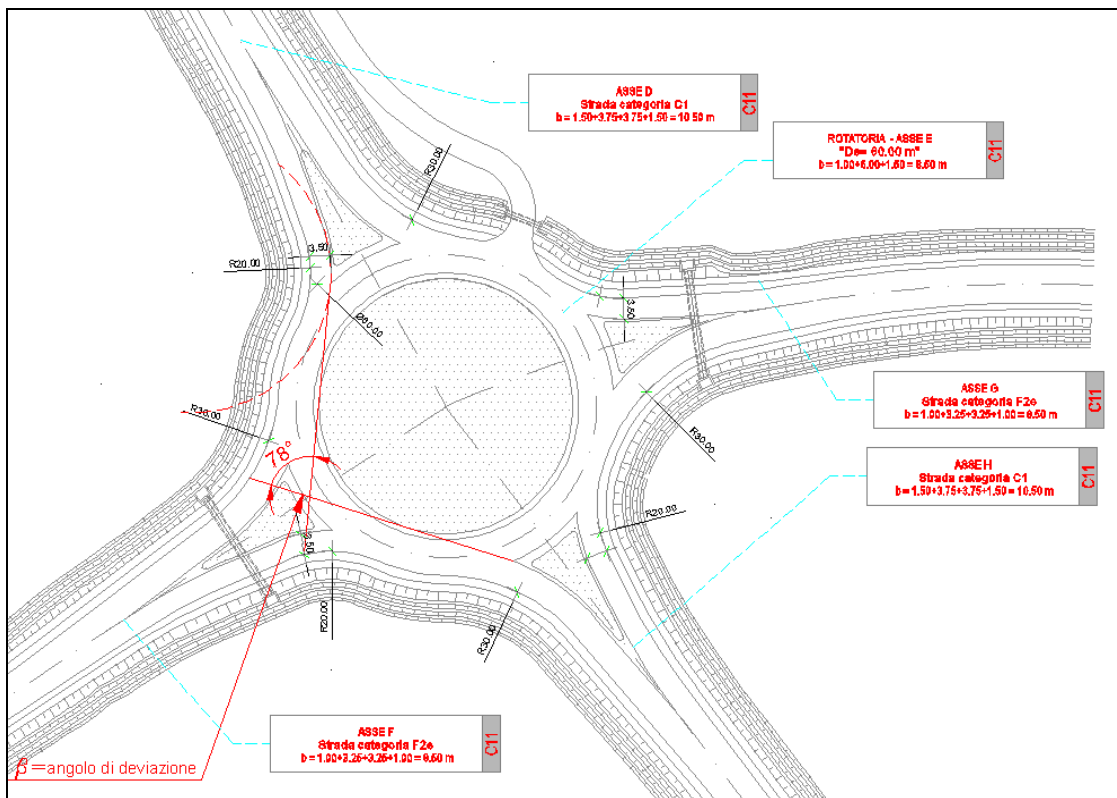
Rotatoria di progetto			Angolo di deviazione	Raggi di ingresso		Raggi di uscita
Diametro esterno [m]	Ramo	Manovra di attraversamento	β [°]	Re,1 [m]	Re,2 [m]	Ra,1 [m]
60	C11 – Asse A	C11 – Asse A , C11 – Asse C	73	110.5	20	30
	V46 – Asse A	V46 – Asse A , C11 – Asse C	-	110.5	20	-
	C11 – Asse C	C11 – Asse C , C11 – Asse A	67	110.5	20	30

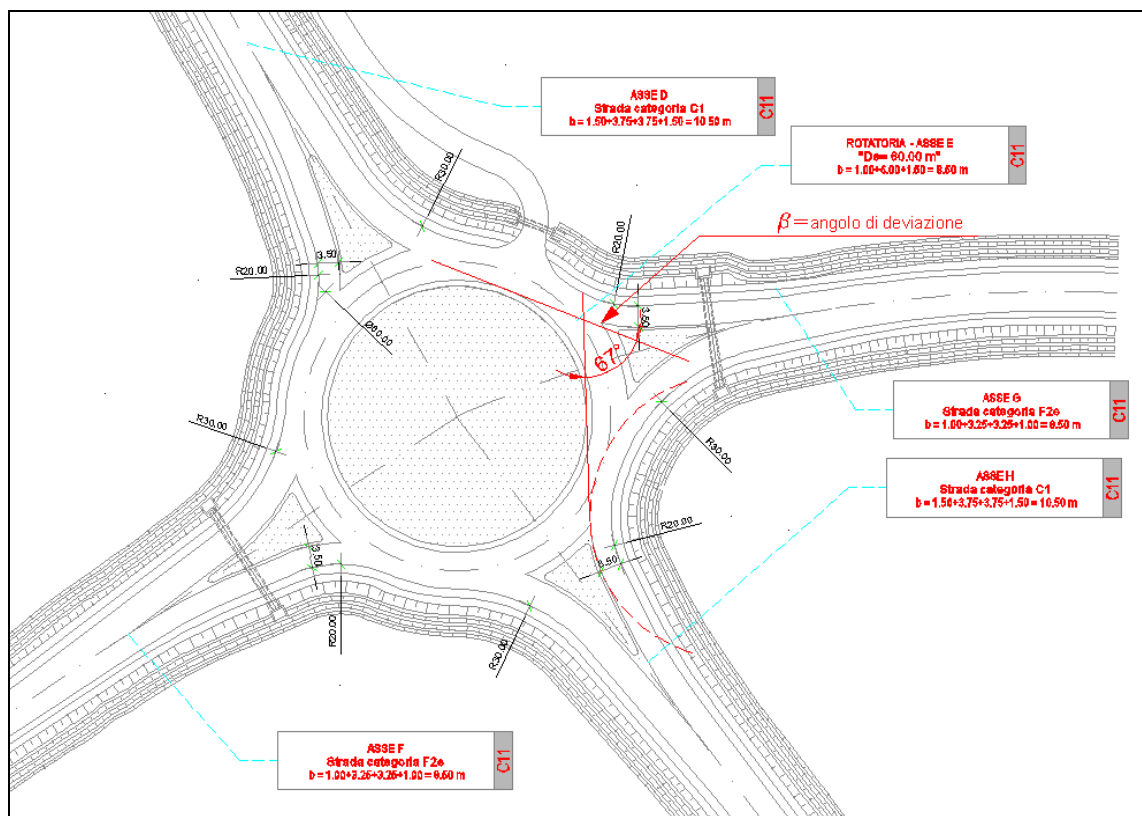
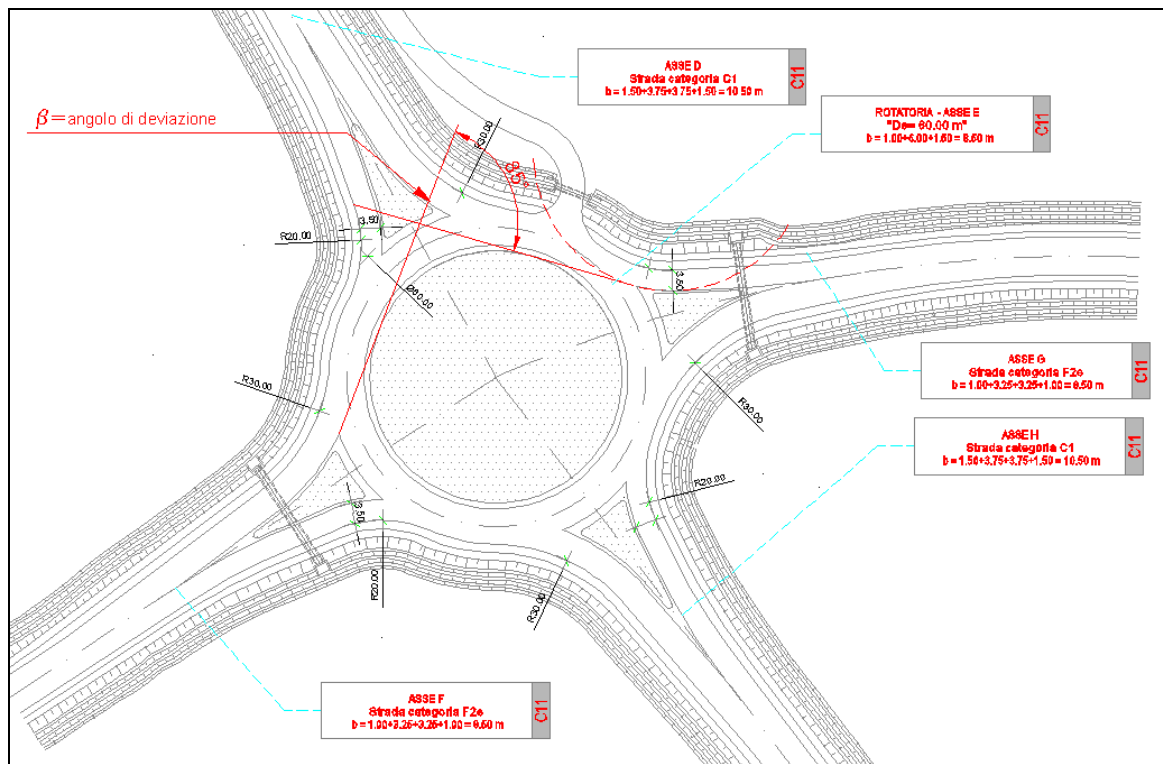




Verifica deflessione Rotatoria C11 - Asse E:

Rotatoria di progetto			Angolo di deviazione	Raggi di ingresso		Raggi di uscita
Diametro esterno [m]	Ramo	Manovra di attraversamento	β [°]	Re,1 [m]	Re,2 [m]	Ra,1 [m]
60	C11 – Asse D	C11 – Asse D , C11 – Asse H	78	110.5	20	30
	C11 – Asse F	C11 – Asse F , C11 – Asse G	57	110.5	20	30
	C11 – Asse G	C11 – Asse G , C11 – Asse F	85	110.5	20	30
	C11 – Asse H	C11 – Asse H , C11 – Asse D	67	110.5	20	30





Dalle verifiche sopra effettuate si evince che, per ciascun braccio di immissione delle rotatorie, il valore dell'angolo di deviazione β è superiore ai 45°, valore minimo da normativa vigente.

Tutti i rami in ingresso alla rotatoria hanno larghezza pari a 3.50m, come imposto dalla norma.

Tutti i rami d'uscita dalla rotatoria hanno larghezza pari a 4.50m come previsto dalla norma per le rotatorie con diametro esterno >25m.

Pertanto si ritengono soddisfatte le verifiche alla deflessione per le rotatorie in esame.

5. ALLEGATI

C11_A

Dati generali sul tracciato C11_A

Progressiva Iniziale (m): 0.000	Lunghezza (m) : 85.342
Progressiva Finale (m): 85.342	
Strada Tipo : C2 Strada extraurbana secondaria	
Intervallo di Velocità di progetto (Km/h): 50 <= Vp <= 70	

Rettifilo 1	ProgI 0.000 - ProgF 85.342
-------------	----------------------------

Coordinate P.to Iniziale X:	247533.646	Coordinate P.to Finale X:	247489.126
Y:	196546.927	Y:	196474.116
Lunghezza :	85.342	Azimut :	239

C11_C

Dati generali sul tracciato C11_C

Progressiva Iniziale (m): 0.000 Lunghezza (m) : 94.438
Progressiva Finale (m): 94.438
Strada Tipo : C2 Strada extraurbana secondaria
Intervallo di Velocità di progetto (Km/h): 50 <= Vp <= 70

Arco 1 Destra ProgI 0.000 - ProgF 94.438

Coordinate vertice X:	247481.344	Coordinate I punto Tg X:	247463.348
Coordinate vertice Y:	196458.890	Coordinate I punto Tg Y:	196415.158
Coordinate centro curva X:	248110.676	Coordinate II punto Tg X:	247505.059
Coordinate centro curva Y:	196148.771	Coordinate II punto Tg Y:	196499.805
Raggio :	699.998	Angolo al vertice :	8
Tangente :	47.291	Sviluppo :	94.438
Saetta :	1.592	Corda :	94.366
Pt (%) :	0.0		

C11_D

Dati generali sul tracciato C11_D

Progressiva Iniziale (m) : 0.000 Lunghezza (m) : 1334.935
 Progressiva Finale (m) : 1334.935
 Strada Tipo : C2 Strada extraurbana secondaria
 Intervallo di Velocità di progetto (Km/h) : 50 <= Vp <= 70

Arco 1 Sinistra ProgI 0.000 - ProgF 380.968

Coordinate vertice X:	247411.575	Coordinate I punto Tg X:	247513.469
Coordinate vertice Y:	196347.283	Coordinate I punto Tg Y:	196513.929
Coordinate centro curva X:	248110.676	Coordinate II punto Tg X:	247410.686
Coordinate centro curva Y:	196148.771	Coordinate II punto Tg Y:	196151.956
Raggio :	699.998	Angolo al vertice :	31
Tangente :	195.329	Sviluppo :	380.968
Saetta :	25.758	Corda :	376.283
Pt (%) :	5.2		
Vp (Km/h) = 70.0			
R >= Rmin =	118.110 OK		
Sv >= Smin =	48.610 OK		
Pt >= Ptmin =	5.182 OK		

Rettifilo 2 ProgI 380.968 - ProgF 845.056

Coordinate P.to Iniziale X:	247410.686	Coordinate P.to Finale X:	247408.574
Coordinate P.to Iniziale Y:	196151.956	Coordinate P.to Finale Y:	195687.872
Lunghezza :	464.088	Azimut :	270
Vp (Km/h) = 70.0			
L >= Lmin =	65.000 OK	Rprec =	700.000 Rprec >= Rmin = 400.000 OK
L <= Lmax =	1540.000 OK	Rsucc =	400.000 Rsucc >= Rmin = 400.000 OK

Curva 3 Sinistra ProgI 845.056 - ProgF 1119.434

Coordinate vertice X:	247407.939	Coordinate I punto Tg X:	247408.574
Coordinate vertice Y:	195548.178	Coordinate I punto Tg Y:	195687.872
		Coordinate II punto Tg X:	247476.664
		Coordinate II punto Tg Y:	195426.553
Tangente Prim. 1:	106.169	TT1 Tangente 1:	139.695
Tangente Prim. 2:	106.169	TT2 Tangente 2:	139.700
Alfa Ang. al Vert.:	150	Numero Archi :	1

Clotoide in entrata ProgI 845.056 - ProgF 911.877

Coordinate vertice X:	247408.371	Coordinate I punto Tg X:	247408.574
Coordinate vertice Y:	195643.309	Coordinate I punto Tg Y:	195687.872
		Coordinate II punto Tg X:	247410.130
		Coordinate II punto Tg Y:	195621.090
Raggio :	400.000	Angolo :	5
Parametro N :	1.000	Tangente lunga :	44.564
Parametro A :	163.489	Tangente corta :	22.289
Scostamento :	0.465	Sviluppo :	66.822
Pti (%) :	2.9	Ptf (%) :	7.0
Vp (Km/h) = 70.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 76.300 OK		
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 80.200 OK		
A >= R/3	= 133.300 OK	A/Au = 1.000	A/Au >= 2/3 = 0.670 OK
A <= R	= 400.000 OK	A/Au = 1.000	A/Au <= 3/2 = 1.500 OK

Arco ProgI 911.877 - ProgF 1052.603

Coordinate vertice X:	247415.739	Coordinate I punto Tg X:	247410.130
Coordinate vertice Y:	195550.214	Coordinate I punto Tg Y:	195621.090
Coordinate centro curva X:	247808.883	Coordinate II punto Tg X:	247445.429
Coordinate centro curva Y:	195652.648	Coordinate II punto Tg Y:	195485.612
Raggio :	400.000	Angolo al vertice :	20
Tangente :	71.098	Sviluppo :	140.726
Saetta :	6.173	Corda :	140.001
Pt (%) :	7.0		
Vp (Km/h) = 70.0			
R >= Rmin =	118.110 OK		
Sv >= Smin =	48.610 OK		
Pt >= Ptmin =	7.000 OK		

C11_D

Clotoide in uscita ProgI 1052.603 - ProgF 1119.434

Coordinate vertice X:	247454.738	Coordinate I punto Tg X:	247445.429
Coordinate vertice Y:	195465.357	Coordinate I punto Tg Y:	195485.612
		Coordinate II punto Tg X:	247476.664
		Coordinate II punto Tg Y:	195426.553
Raggio :	400.000	Angolo :	5
Parametro N :	1.000	Tangente lunga :	44.570
Parametro A :	163.501	Tangente corta :	22.292
Scostamento :	0.465	Sviluppo :	66.831
Pti (%) :	1.6	Ptf (%) :	-2.5

Vp (Km/h) = 70.0
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 76.300 OK
A >= radq(R/dimax*Bi*|Pti-Ptf|*100) = 80.300 OK
A >= R/3 = 133.300 OK Ae/A = 1.000 Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK
A <= R = 400.000 OK Ae/A = 1.000 Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK

Rettifilo 4 ProgI 1119.434 - ProgF 1334.935

Coordinate P.to Iniziale X:	247476.664	Coordinate P.to Finale X:	247582.680
Coordinate P.to Iniziale Y:	195426.553	Coordinate P.to Finale Y:	195238.932
Lunghezza :	215.501	Azimut :	299

Vp (Km/h) = 70.0
L >= Lmin = 65.000 OK Rprec = 400.000 Rprec > Rmin = 215.500 OK
L <= Lmax = 1540.000 OK

C11_E

Dati generali sul tracciato C11_E_ROT

Progressiva Iniziale (m): 0.000 Lunghezza (m) : 160.189
Progressiva Finale (m): 160.189
Strada Tipo :
Intervallo di Velocità di progetto (Km/h): 132 <= Vp <= 0

Arco 1 Sinistra ProgI 0.000 - ProgF 160.189

Coordinate vertice X:	247570.149	Coordinate I punto Tg X:	247570.135
Coordinate vertice Y:	195261.141	Coordinate I punto Tg Y:	195261.133

Coordinate centro curva X:	247582.680	Coordinate II punto Tg X:	247570.163
Coordinate centro curva Y:	195238.932	Coordinate II punto Tg Y:	195261.149

Raggio :	25.500	Angolo al vertice :	0
Tangente :	0.016	Sviluppo :	160.189
Saetta :	0.000	Corda :	0.032
Pt (%) :	2.0		

Vp (Km/h) = 30.1
R >= Rmin = 118.110 No
Sv >= Smin = 20.910 OK
Pt >= Ptmn = 7.000 No

C11_F

Dati generali sul tracciato C11_F	
Progressiva Iniziale (m): 0.000	Lunghezza (m) : 99.232
Progressiva Finale (m): 99.232	
Strada Tipo : C1 Strada extraurbana secondaria	
Intervallo di Velocità di progetto (Km/h): 60 <= Vp <= 100	

Rettifilo 1 ProgI 0.000 - ProgF 99.232					
Coordinate P.to Iniziale X:		247499.810	Coordinate P.to Finale X:	247582.680	
Y:		195184.346	Y:	195238.932	
Lunghezza	:	99.232	Azimut	:	33
Vp (Km/h) = 100.0					
L >= Lmin = 150.000 No					
L <= Lmax = 2200.000 OK					

C11_G

Dati generali sul tracciato C11_G	
Progressiva Iniziale (m): 0.000	Lunghezza (m) : 112.415
Progressiva Finale (m): 112.415	
Strada Tipo : C1 Strada extraurbana secondaria	
Intervallo di Velocità di progetto (Km/h): 60 <= Vp <= 100	

Arco 1 Sinistra ProgI 0.000 - ProgF 112.415			
Coordinate vertice X:	247635.167	Coordinate I punto Tg X:	247692.280
Coordinate vertice Y:	195261.553	Coordinate I punto Tg Y:	195259.373
Coordinate centro curva X:	247682.649	Coordinate II punto Tg X:	247582.680
Coordinate centro curva Y:	195006.968	Coordinate II punto Tg Y:	195238.932
Raggio :	252.589	Angolo al vertice :	25
Tangente :	57.154	Sviluppo :	112.415
Saetta :	6.228	Corda :	111.490
Pt (%) :	5.3		
Vp (Km/h) = 80.1			
R >= Rmin =	44.994 OK		
Sv >= Smin =	55.610 OK		
Pt >= Pmin =	7.000 No		

C11_H

Dati generali sul tracciato C11_H

Progressiva Iniziale (m): 0.000 Lunghezza (m) : 608.483
Progressiva Finale (m): 608.483
Strada Tipo : C2 Strada extraurbana secondaria
Intervallo di Velocità di progetto (Km/h): 50 <= Vp <= 70

Rettifilo 1 ProgI 0.000 - ProgF 154.957

Coordinate P.to Iniziale X:	247582.582	Coordinate P.to Finale X:	247676.380
Y:	195238.868	Y:	195115.524
Lunghezza :	154.957	Azimut :	307
Vp (Km/h) = 64.7 L >= Lmin = 57.108 OK L <= Lmax = 1424.254 OK Rsucc = 250.000 Rsucc > Rmin = 154.960 OK			

Curva 2 Sinistra ProgI 154.957 - ProgF 549.395

Coordinate vertice X:	247813.100	Coordinate I punto Tg X:	247676.380
Coordinate vertice Y:	194935.736	Coordinate I punto Tg Y:	195115.524
		Coordinate II punto Tg X:	248022.289
		Coordinate II punto Tg Y:	195020.922
Tangente Prim. 1:	191.505	TT1 Tangente 1:	225.868
Tangente Prim. 2:	191.505	TT2 Tangente 2:	225.868
Alfa Ang. al Vert.:	105	Numero Archi :	1

Clotoide in entrata ProgI 154.957 - ProgF 222.557

Coordinate vertice X:	247703.685	Coordinate I punto Tg X:	247676.380
Coordinate vertice Y:	195079.617	Coordinate I punto Tg Y:	195115.524
		Coordinate II punto Tg X:	247719.646
		Coordinate II punto Tg Y:	195063.655
Raggio :	250.000	Angolo :	8
Parametro N :	1.000	Tangente lunga :	45.110
Parametro A :	130.000	Tangente corta :	22.573
Scostamento :	0.761	Sviluppo :	67.600
Pti (%) :	-2.5	Ptf (%) :	7.0
Vp (Km/h) = 74.8 A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 78.200 OK A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 99.300 OK A >= R/3 = 83.300 OK A <= R = 250.000 OK A/Au = 1.000 A/Au >= 2/3 = 0.670 OK A/Au = 1.000 A/Au <= 3/2 = 1.500 OK			

Arco ProgI 222.557 - ProgF 481.795

Coordinate vertice X:	247820.500	Coordinate I punto Tg X:	247719.646
Coordinate vertice Y:	194962.793	Coordinate I punto Tg Y:	195063.655
Coordinate centro curva X:	247896.429	Coordinate II punto Tg X:	247958.647
Coordinate centro curva Y:	195240.425	Coordinate II punto Tg Y:	194998.291
Raggio :	250.000	Angolo al vertice :	59
Tangente :	142.635	Sviluppo :	259.238
Saetta :	32.856	Corda :	247.779
Pt (%) :	7.0		
Vp (Km/h) = 79.8 R >= Rmin = 118.110 OK Sv >= Smin = 55.390 OK Pt >= Ptmin = 7.000 OK			

Clotoide in uscita ProgI 481.795 - ProgF 549.395

Coordinate vertice X:	247980.510	Coordinate I punto Tg X:	247958.647
Coordinate vertice Y:	195003.909	Coordinate I punto Tg Y:	194998.291
		Coordinate II punto Tg X:	248022.289
		Coordinate II punto Tg Y:	195020.922
Raggio :	250.000	Angolo :	8
Parametro N :	1.000	Tangente lunga :	45.110
Parametro A :	130.000	Tangente corta :	22.573
Scostamento :	0.761	Sviluppo :	67.600
Pti (%) :	7.0	Ptf (%) :	-2.5
Vp (Km/h) = 64.2 A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 44.000 OK A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 92.000 OK A >= R/3 = 83.300 OK A <= R = 250.000 OK Ae/A = 1.000 Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK Ae/A = 1.000 Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK			

C11_H

Rettifilo 3 ProgI 549.395 - ProgF 608.483

Coordinate P.to Iniziale X:	248022.289	Coordinate P.to Finale X:	248077.013
Y:	195020.922	Y:	195043.207

Lunghezza : 59.088 Azimut : 22

Vp (Km/h) = 52.2

L >= Lmin = 42.169 OK

L <= Lmax = 1147.711 OK Rprec = 250.000 Rprec > Rmin = 59.090 OK