

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA
Lotto funzionale Brescia-Verona

PROGETTO ESECUTIVO

INZ3 - NUOVA ROTATORIA VIA BERLINGUER-VIA STAZIONE E COLLEGAMENTO VIA CÀ ROTE

Relazione tecnica generale

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
Consorzio Cepav due Consorzio Cepav due Il Direttore del Consorzio (Ing. T. Taranta) Data: <u>06 GIU 2019</u>	 Data: _____

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA/DISCIPLINA	PROGR	REV
I N O R	1 1	E	E 2	R O	I N Z 3 0 0	0 0 1	A

PROGETTAZIONE						IL PROGETTISTA	
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Data	Data
A	Emissione	Cavaliere	31/10/18	Piacentini	31/10/18		
B							
C							



CIG. 751447334A

File: INOR11EE2ROINZ300001A_10.docx



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

Stampato dal Service di plottaggio ITALFERR S.p.A.

CUP: F81H91000000008

ALBA S.r.l.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 11	Codifica Documento E E2 RO IN Z30 0 001	Rev. A	Foglio 2 di 23
---------	------------------	-------------	--	-----------	-------------------

INDICE

1	PREMESSA	3
2	ELABORATI DI RIFERIMENTO.....	4
3	NORMATIVA E RIFERIMENTI	5
3.1	OPERE IN C.A. E STRUTTURE METALLICHE	5
3.2	GEOTECNICA, FONDAZIONI E GEOLOGIA	5
3.3	ULTERIORI PRESCRIZIONI E SPECIFICHE TECNICHE DI RFI E ITALFERR	5
3.4	BARRIERE STRADALI	5
3.5	STRADE	6
4	PARTE STRADALE.....	7
4.1	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	7
4.2	TRACCIATO STRADALE.....	8
4.2.1	Asse principale	8
4.2.2	Rotatoria.....	16
4.3	SOVRASTRUTTURA STRADALE	20
5	GEOLOGIA E GEOTECNICA.....	20
6	IMPIANTI	21
6.1	DATI DI PROGETTO	21
6.2	TIPO DI IMPIANTO	21
6.3	DISTRIBUZIONE ED UTILIZZAZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA	22
6.4	CARATTERISTICHE DEL PUNTO LUCE	23

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO IN Z30 0 001

Rev.
A

Foglio
3 di 23

1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione è il progetto esecutivo della *NUOVA ROTATORIA TRA VIA BERLINGUER E VIA STAZIONE E IL NUOVO RAMO DI COLLEGAMENTO TRA LA ROTATORIA DI PROGETTO E VIA CA' ROTE*, previsto nel comune di Calcinato, in provincia di Brescia, nell'ambito delle viabilità extra-linea connesse alla realizzazione della linea ferroviaria Torino – Venezia, tratta Milano – Verona.

Il progetto si configura come intervento di riqualificazione e adeguamento di un'intersezione stradale esistente, con un nuovo collegamento delle viabilità esistenti. È previsto quindi che l'incrocio tra Via Berlinguer e Via Stazione venga riorganizzato con circolazione rotatoria e che venga realizzato un nuovo collegamento stradale tra la suddetta rotatoria e Via Cà Rote.

2 ELABORATI DI RIFERIMENTO

Nella presente relazione si fa riferimento ai seguenti documenti

IV00 – RAMPE CAVALCAFERROVIA TIPOLOGICO

STRADA DI CATEGORIA F2. SEZIONI TIPO E DETTAGLI. TAVOLA 1/2
 STRADA DI CATEGORIA F2. SEZIONI TIPO E DETTAGLI. TAVOLA 2/2
 SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE. PARTICOLARI. TAVOLA 1/3
 SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE. PARTICOLARI. TAVOLA 2/3
 SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE. PARTICOLARI. TAVOLA 3/3
 PARTICOLARI RISOLUZIONE INTERFERENZE CON CANALETTE IRRIGUE
 PLINTI PALI DI ILLUMINAZIONE REALIZZATI IN OPERA. SEZIONI TIPO
 PLINTI PALI DI ILLUMINAZIONE PREFABBRICATI. SEZIONI TIPO
 SEGNALETICA VERTICALE E ORIZZONTALE. DETTAGLI
 SEGNALETICA VERTICALE E PLINTI DI FONDAZIONE. GEOMETRIE
 SEGNALETICA VERTICALE. PLINTI DI FONDAZIONE. CARPENTERIA E ARMATURA
 SEZIONI TIPO VIABILITA' SECONDARIE. PISTE CICLABILI. PARTICOLARI

INOR11EE2WBV00C0002
 INOR11EE2WZIV00C0001
 INOR11EE2BZIV00C8001
 INOR11EE2BZIV00C8002
 INOR11EE2BZIV00C8003
 INOR11EE2BZIV00C8004
 INOR11EE2BZIV00C8002
 INOR11EE2BZIV00C8003
 INOR11EE2BZIV00C8005
 INOR11EE2BBIV00C8001
 INOR11EE2BZIV00C8001
 INOR11EE2BZIV00C9001

INZ3- NUOVA ROTATORIA VIA BERLINGUER – VIA STAZIONE E COLLEGAMENTO VIA CA' ROTE

PLANIMETRIA STATO DI FATTO, DI PROGETTO E DI TRACCIAMENTO
 PROFILI LONGITUDINALI
 ASSE PRINCIPALE. SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 1/2
 ASSE PRINCIPALE. SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 2/2
 ROTATORIA. SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 1/2
 ROTATORIA. SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 2/2
 PLANIMETRIA SEGNALETICA
 SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE. RELAZIONE IDRAULICA
 SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE. PLANIMETRIA
 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE. RELAZIONE ILLUMINOTECNICA E DI CALCOLO
 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE ROTATORIA. PLANIMETRIA E PARTICOLARI COSTRUTTIVI
 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE. SCHEMI ELETTRICI
 TOMBINO CIRCOLARE IN10335. CARPENTERIA, ARMATURA E DATI DI TRACCIAMENTO
 SEZIONI TIPO E DETTAGLI
 RELAZIONE GEOTECNICA
 PROFILO STRATIGRAFICO

INOR11EE2PZINZ300001
 INOR11EE2F7INZ300002
 INOR11EE2W9INZ300001
 INOR11EE2W9INZ300002
 INOR11EE2W9INZ300003
 INOR11EE2W9INZ300004
 INOR11EE2P7INZ309001
 INOR11EE2RIINZ306001
 INOR11EE2PZINZ306001
 INOR11EE24RINZ309001
 INOR11EE2PZINZ309001
 INOR11EE24AINZ309001
 INOR11EE2BZINZ306001
 INOR11EE2BZINZ309001
 INOR11EE2RBINZ300001
 INOR11EE2F7INZ300001

3 NORMATIVA E RIFERIMENTI

Le normative adottate per la progettazione sono elencate di seguito.

3.1 Opere in c.a. e strutture metalliche

- D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni;
- CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n.617 “Istruzione per l’applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008;
- UNI EN 1990 (Eurocodice 0) – Aprile 2006: “Criteri generali di progettazione strutturale”;
- UNI EN 1991-1-1 (Eurocodice 1) – Agosto 2004: “Azioni sulle strutture – Parte 1-1: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici”;
- UNI EN 1991-1-4 (Eurocodice 1) – Luglio 2005: “Azioni sulle strutture – Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento”;
- UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) – Novembre 2005: “Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: “Regole generali e regole per gli edifici”;
- Linee guida sul calcestruzzo strutturale - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale;
- UNI EN 197-1:2011 – “Cemento: composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni;
- UNI EN 11104:2016 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”, Istruzioni complementari per l’applicazione delle EN 206-1;
- UNI EN 206:2016 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”;

3.2 Geotecnica, fondazioni e geologia

- UNI EN 1997-1 (Eurocodice 7) – Febbraio 2005: “Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali”;
- UNI EN 1998-5 (Eurocodice 8) – Gennaio 2005: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”;
- UNI EN 1536:2010: “Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Pali trivellati”.

3.3 Ulteriori prescrizioni e specifiche tecniche di RFI e ITALFERR

- RFI DTC SI PS MA IFS 001 A: “Manuale di progettazione delle opere civili”;
- RFI DTC SI SP IFS 001 A: “Capitolato tecnico generale di appalto delle opere civili”.

3.4 Barriere stradali

- D.m. 18 febbraio 1992, n. 223 (G.U. n. 139 del 16.6.95) – barriere stradali di sicurezza. Decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223
- Circolare 9 giugno 1995, n. 2595 (G.U. n. 139 del 16.6.95) – barriere stradali di sicurezza. Decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223.

- D.M. 15 ottobre 1996 (G.U. n. 283 del 3.12.96) – Aggiornamento del decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223, recante istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza
- D. M. Min. LL. PP. del 3 giugno 1998 – Ulteriore aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell’omologazione
- D. M. Min. LL. PP. del 11 giugno 1999 – Integrazioni e modificazioni al decreto ministeriale 3 giugno 1998, recante “Aggiornamenti delle istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza “
- D.M. 2 agosto 2001 (G.U. n. 301 del 29.12.01) – Proroga dei termini previsti dall’art. 3 del D.M. 11 giugno 1999, inerente le barriere stradali di sicurezza
- D.M. 21.06.2004 n. 2367 – Recante le Istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali
- D.M. 28.06.2011 – Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale

3.5 Strade

- D.M. 5 novembre 2001 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade
- D.M. 22 aprile 2004 – Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”
- Decreto Legislativo 30 aprile 1992 n. 285– Nuovo codice della strada;
- D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495 – Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada;
- D.Lgs. 15 gennaio 2002 n. 9 – disposizioni integrative e correttive del nuovo codice della strada, a norma dell’articolo 1, comma 1, della L. 22 marzo 2001, n. 85.
- D.L. 20 giugno 2002 n. 121 – disposizioni urgenti per garantire la sicurezza nella circolazione stradale
- L. 1 agosto 2002 n. 168 – conversione in legge, con modificazioni, del D.L. 20 giugno 2002, n. 121, recante disposizioni urgenti per garantire la sicurezza nella circolazione stradale
- D.L. 27 giugno 2003 n. 151 – modifiche ed integrazioni al codice della strada
- L. 1 agosto 2003 n. 214 – conversione in legge, con modificazioni, del D.L. 27 giugno 2003, n. 151, recante modifiche ed integrazioni al codice della strada
- D.M. 30 novembre 1999 n. 557 – Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili
- Bollettino CNR n. 150 – Norme sull’arredo funzionale delle strade urbane
- D.Lgs. 19 aprile 2006 - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali
- Regione Lombardia – Regolamento regionale 24 aprile 2006 n.7 – Norme tecniche per la costruzione delle strade

4 PARTE STRADALE

4.1 Descrizione dell'intervento

Il nuovo collegamento stradale di collegamento tra la rotonda in progetto e Via Cà Rote prevede la realizzazione di un asse stradale di lunghezza pari a 228.44m secondo una strada tipo F2 (vedi DM 05/11/2001).

Il nuovo tracciato presenta raggi di curvatura compresi tra 45 e 70 m, mentre l'andamento altimetrico presenta una pendenza massima pari al 6.30%.

La sezione stradale tipo F2 risulta di larghezza pavimentata pari a 8,5 m, costituita da due corsie di 3,25 m, da due banchine laterali della larghezza pari ad 1.00 m e da arginelli laterali larghi 1.05m in terreno vegetale.

La pendenza trasversale della piattaforma in rettilineo è 2.50%.

Il rilevato raggiunge un'altezza massima di circa 1.0 m, compatibile con le caratteristiche meccaniche dei terreni di fondazione.

L'intersezione tra Via Berlinguer, Via Stazione e il nuovo ramo di collegamento con Via Cà Rote viene riorganizzata mediante la realizzazione di una rotonda a quattro rami, composta da un'aiuola circolare di raggio pari a 11.00 m, una carreggiata larga 7.00 m completata da banchine laterali da 1.00 m ciascuna, per un diametro esterno pari a 40.00 m. Esternamente alla rotonda è prevista la ricucitura del percorso ciclo-pedonale esistente sul lato est di Via Stazione. La piattaforma pavimentata risulta quindi avere una larghezza pari a 9.00 m, costituita dalla corsia giratoria di 7.00 m affiancata da banchine in destra e sinistra pari a 1.00 metro.

La pendenza trasversale della piattaforma è 2.00%, a scolare verso l'esterno. Inoltre è presente un anello interno sormontabile di larghezza pari a 1,50m a pendenza verso l'esterno pari a 4%. L'aiuola centrale è modellata, mediante terreno di riporto proveniente dagli scavi, con pendenza trasversale pari a 10.00% verso l'esterno

Su tale rotonda si innestano l'asse stradale precedentemente descritto e 3 rami di collegamento con la viabilità esistente.

All'attacco dei rami di innesto in rotonda con la viabilità esistente sono poi previsti tratti di raccordo graduali fra la nuova viabilità e quella attuale che presenta una larghezza inferiore. Tali raccordi sono stati definiti garantendo le geometrie minime da normativa per quanto riguarda l'allargamento delle corsie di marcia e la deviazione massima della segnaletica orizzontale rispetto agli assi di tracciamento.

Lungo il margine est del ramo sud e nord della rotonda, un'aiuola in terreno vegetale separa la piattaforma stradale dal percorso ciclo-pedonale. L'aiuola è larga 1.30 m ed è delimitata su ambo i lati da cordoli da marciapiede in elementi prefabbricati di calcestruzzo.

Il percorso ciclo-pedonale è delimitato esternamente da una cordolatura posata a raso con la pavimentazione, oltre la quale è presente un ciglio erboso largo circa un metro e una scarpata di modesta altezza (inferiore al metro), modellata con pendenza 2/3, che raggiunge, a quota superiore, il piano campagna circostante.

4.2 Tracciato Stradale

4.2.1 Asse principale

Il tracciato stradale è stato definito secondo una sezione trasversale tipo F2 (Strada Locale in Ambito Extraurbano) per la quale le "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" di cui al D.M. 05/11/2001 prescrivono un intervallo di velocità di progetto (40 ÷ 100) km/h.

Dal diagramma di velocità si evince che la velocità massima attuabile al fine di soddisfare le verifiche geometriche e di sicurezza tutti gli elementi planimetrici del tracciato è pari a 40 km/h. Tale valore di velocità comporta l'introduzione di un limite amministrativo, ovvero valore oltre il quale non è consentito percorrere l'infrastruttura, pari a 30 km/h; a tale scopo si prevede l'introduzione di opportuna segnaletica verticale. Pertanto, tutte le verifiche sono state condotte con un limite superiore dell'intervallo di velocità di progetto pari a 40 km/h e sulla base di tale valore sono stati valutati tutti i parametri geometrici con riferimento ai raggi planimetrici, alle clotoidi, ai rettifili, agli allargamenti per la visibilità ed ai raccordi verticali. In ogni caso gli elementi del tracciato sono verificati in base alla velocità di progetto che si evince dal diagramma delle velocità.

Per quanto riguarda la sezione tipo si osserva che la larghezza della sede pavimentata è costantemente pari a 8.5 m, composta da due corsie di larghezza 3.25 m e da banchine di larghezza pari a 1.00 m (sezione tipo F2).

Le caratteristiche geometriche delle viabilità in progetto risultano condizionate dalle caratteristiche antropiche presenti sul territorio (strade esistenti, confini di proprietà, ecc.). Il tratto stradale in progetto si configura infatti come intervento di "riqualificazione e adeguamento di viabilità esistenti". Il progetto è stato quindi sviluppato coerentemente con quanto previsto dal D.M. n.67/S del 22.04.2004, che modifica le "Norme geometriche e funzionali per la costruzione delle strade" (D.M. 5/11/2001). Secondo quanto stabilito da questa modifica, per l'adeguamento di strade esistenti le Norme citate (D.M. 5/11/2001) non sono cogenti, ma rappresentano solo un riferimento a cui tendere.

La velocità di progetto, considerato che lungo tutta la viabilità attuale di Via Stazione vige il limite di velocità di 30 km/h, è 40 Km/h per tutto lo sviluppo del tracciato.

Per quanto riguarda il tracciato in progetto sono comunque state svolte le verifiche di congruenza alla normativa di riferimento, in considerazione anche di quanto indicato nel documento a carattere prenormativo "Norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti", bozza del 21 marzo 2006.

Le verifiche effettuate si riferiscono all'analisi di conformità dei seguenti parametri progettuali.

Caratteristiche planimetriche

(a) Rettifili

- lunghezza dei rettifili;

(b) Curve Circolari

- raggio minimo delle curve planimetriche;

- lunghezza minima delle curve circolari;

(c) Curve di transizione (clotoidi)

- verifica del parametro di scala (A) degli elementi a curvatura variabile (Clotoidi) in relazione ai 3 criteri:

- limitazione del contraccollo;
- limitazione della sovrappendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata;
- percezione ottica del tracciato.

Caratteristiche altimetriche

(d) Pendenze longitudinali

- verifica pendenza longitudinale massima;

(e) Raccordi altimetrici

- verifica raggio minimo dei raccordi verticali concavi e convessi.

Verifica del diagramma delle velocità

La verifica è stata condotta controllando che tra due elementi planimetrici successivi, a curvatura costante, la variazione di velocità rientri nei limiti previsti dal D.M. 05/11/2001.

Verifica delle distanze di visuale libera

La verifica è stata condotta confrontando le distanze di visuale libera con le distanze di visibilità richieste per l'arresto.

TABELLA TRACCIATO ASSE PRINCIPALE

	Progr. Iniziale	Progr. Finale	R/A	L
Rettilineo	20,000	50,898	---	30,898
Clotoide	50,898	75,147	41,20	24,249
Curva Circolare	75,147	112,770	70	37,623
Clotoide	112,770	137,019	41,20	24,249
Rettilineo	137,019	154,305	---	17,286
Clotoide	154,305	177,061	32	22,756
Curva Circolare	177,061	205,030	45	27,969
Clotoide	205,030	227,785	32	22,756
Rettilineo	227,785	228,044	---	0,259

Andamento planimetrico**a) Rettifili****Lunghezza massima dei rettifili**

Secondo quanto prescritto dal D.M. 05/11/2001 per evitare il superamento delle velocità consentite, la monotonia, la difficile valutazione delle distanze e per ridurre l'abbagliamento nella guida notturna è opportuno che i rettifili abbiano una lunghezza L_r contenuta nel seguente limite:

$$L_r = 22 \times V_{pmax}$$

dove V_{pmax} è il limite superiore dell'intervallo di velocità di progetto della strada, in km/h; pertanto nel caso in studio, ove $V_{pmax} = 40$ km/h, risulta un valore della lunghezza massima $L_r = 880$ m.

b) Curve circolari**Raggio minimo delle curve planimetriche**

Il minimo raggio planimetrico adottato è compatibile con il diagramma delle velocità. In via preliminare, comunque, si può indicare che il valore minimo di tale raggio può essere assunto pari a circa $R = 45$ m corrispondente ad una velocità di progetto di circa 40 Km/h.

I raggi adottati sono sempre stati assunti maggiori di tali limiti e sempre tali da garantire la $V_{pmax} = 40$ Km/h. Il raggio minimo adottato è pari a 45 m, uguale al limite precedentemente indicato.

Lunghezza minima delle curve circolari

Secondo la normativa una curva circolare, per essere correttamente percepita, deve avere uno sviluppo corrispondente ad un tempo di percorrenza di almeno 2,5 secondi valutato con riferimento alla velocità di progetto della curva.

c) Curve di transizione (Clotoidi)**Verifica del parametro di scala A degli elementi a curvatura variabile (Clotoidi)**

- Limitazione del contraccollo.

$$\text{Criterio 1: } A \geq \frac{V^2}{c-gVR(qf-qi)/c}^{0.5}$$

Per la strada in esame:

$$A \geq 31,0 \quad \text{per} \quad V = 40 \text{ km/h}$$

$$A \geq 47,1 \quad \text{per} \quad V = 50 \text{ km/h}$$

$$A \geq 66,9 \quad \text{per} \quad V = 60 \text{ km/h}$$

- Limitazione della sovrappendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata.

$$\text{Criterio 2: } A \geq \frac{R}{\Delta i_{max} \times 100 \times Bi} \times (qi+qf)^{0.5}$$

dove:

B_i = distanza fra l'asse di rotazione ed il ciglio della carreggiata nella sezione iniziale della curva a raggio variabile;

Δi_{max} = sovrappendenza longitudinale massima della linea costituita dai punti che distano B_i dall'asse di rotazione;

q_i = pendenza trasversale iniziale in valore assoluto espressa in unità assolute;

q_f = pendenza trasversale finale in valore assoluto espressa in unità assolute;

- Percezione ottica del tracciato:

Criterio 3: $R/3 \leq A$

$$A \leq R$$

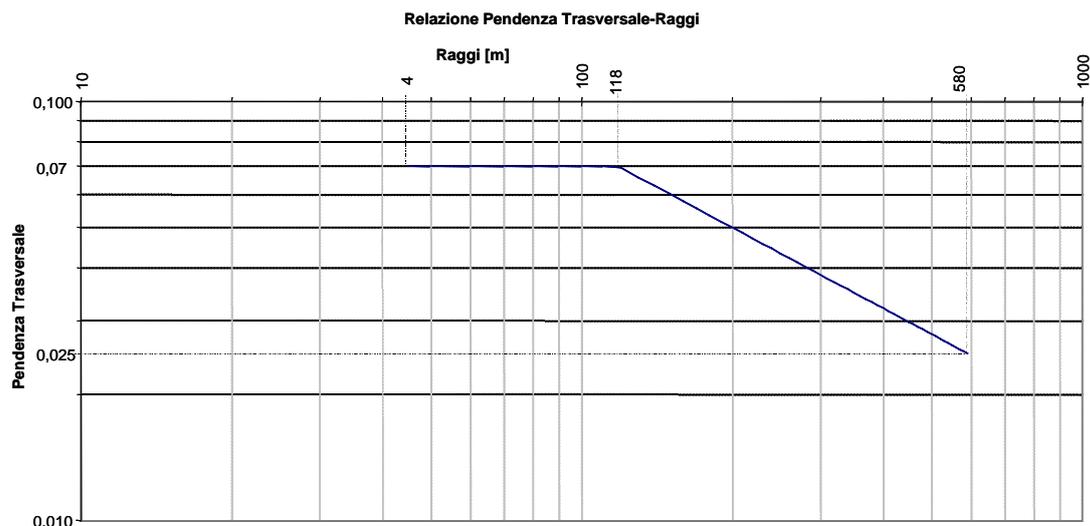
Inoltre tra due clotoidi, di parametro $A1$ e $A2$ rispettivamente, che si connettono ad una stessa curva, deve essere soddisfatta la relazione:

$$2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$$

Per la strada in esame i valori del parametro A variano da 32 a 41.20 e rispettano sempre i tre criteri su esposti.

Per quanto infine riguarda l'andamento dei cigli è importante osservare che la deroga della velocità massima di progetto comporta una definizione della pendenza trasversale della strada diversa da quanto indicato nell'abaco riportato nella fig. 5.2.4.a della normativa che comporterebbe un'errata compensazione delle azioni centripete.

In analogia, pertanto, ai criteri adottati nella stessa normativa, l'andamento dei cigli stradali è stato definito secondo la figura seguente:



Si riportano qui in seguito le verifiche degli elementi del tracciato.

	DATI GENERALI	PUNTI CARATTERISTICI ASSE	PIATTAFORME	ROTAZIONI	ALLARGAMENTI CORSIE	ALLARGAMENTI BANCHINE	ELEMENTI TRACCIATO					
	Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	Vel. [km/h]	Verifica
	RETTIFILO	0.000	50.898	50.898	0.000	0.000	0.000		-1.370	-1.483	40	●
	CLOTOIDE	50.898	75.147	24.249	41.200	0.000	70.000	Sx	0.000	0.000	40	●
	ARCO	75.147	112.770	37.623	0.000	70.000	70.000	Sx	5.276	-5.276	40	●
	CLOTOIDE	112.770	137.019	24.249	41.200	70.000	0.000	Sx	0.000	0.000	40	●
▶	RETTIFILO	137.019	154.305	17.286	0.000	0.000	0.000		2.500	-2.500	40	●
	CLOTOIDE	154.305	177.061	22.756	32.000	0.000	45.000	Sx	0.000	0.000	40	●
	ARCO	177.061	205.030	27.969	0.000	45.000	45.000	Sx	6.999	-6.999	40	●
	CLOTOIDE	205.030	227.785	22.756	32.000	45.000	0.000	Sx	0.000	0.000	40	●
	RETTIFILO	227.785	228.044	0.259	0.000	0.000	0.000		2.500	-2.500	40	●

Per il secondo rettifilo risulta:

	Esito	Descrizione	Confronto Valori
▶	●	L >= Lmin	17.286 > 30.000
	●	L <= Lmax	17.286 <= 880.000
	●	Rprec > Rmin	70.00 > 17.29
	●	Rsucc > Rmin	45.00 > 17.29

Per il terzo rettifilo risulta:

	Esito	Descrizione	Confronto Valori
▶	●	L >= Lmin	0.259 > 30.000
	●	L <= Lmax	0.259 <= 880.000
	●	Rprec > Rmin	45.00 > 0.26

Si fa notare che il secondo e terzo rettifilo hanno lunghezze inferiori a quelle minime prescritte dalla Norma (D.M. 5/11/2001). Al riguardo, il citato rapporto prenormativo del 21 marzo 2006 propone quanto segue:

“Sono ammesse deviazioni rispetto alle prescrizioni dell’allegato tecnico al D.M. 5.11.2001 e quelli successivamente emanati ai sensi dell’art. 13, comma 1, del D. L.vo 285/92 per i seguenti aspetti:

- lunghezza minima e massima dei rettifili
- lunghezza minima dello sviluppo delle curve circolari

L’andamento planimetrico in progetto risulta quindi adeguato.

Diagramma di Velocità

Avendo previsto un limite di velocità amministrativo pari a 30 km/h, la massima velocità attuabile è pari a 40 km/h lungo l'intero sviluppo del tracciato.

Verifica delle distanze di visuale libera

Nel presente punto si analizzano le distanze di visuale libera in relazione all'andamento planimetrico mentre le verifiche delle visuali libere in relazione ai raccordi verticali verranno riportate nei paragrafi seguenti. Le verifiche vengono condotte confrontando la distanza di visuale libera disponibile con la distanza richiesta per l'arresto.

Nella tabella successiva si riporta il valore delle distanze di arresto al variare della velocità e della pendenza longitudinale della strada.

V [km/h]	i[%]												
	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
60	74,25	73,30	72,39	71,52	70,70	69,91	69,16	68,45	67,76	67,10	66,47	65,87	65,29
55	64,63	63,89	63,19	62,52	61,88	61,27	60,68	60,12	59,59	59,07	58,58	58,11	57,65
50	55,94	55,38	54,84	54,33	53,84	53,37	52,93	52,50	52,08	51,69	51,31	50,94	50,59
45	48,10	47,68	47,28	46,89	46,52	46,17	45,83	45,50	45,19	44,89	44,60	44,32	44,05
40	41,00	40,69	40,39	40,11	39,83	39,57	39,32	39,07	38,84	38,61	38,40	38,19	37,98

Si riporta il diagramma seguente (*Diagramma di visuale libera e velocità*) nel quale è confrontata la distanza di visuale libera disponibile con la distanza richiesta per l'arresto per tutto lo sviluppo del tracciato; da tale elaborato si evince che le verifiche risultano sempre soddisfatte.

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO IN Z30 0 001

Rev.
A

Foglio
14 di 23

Scala X 1: 1000,000

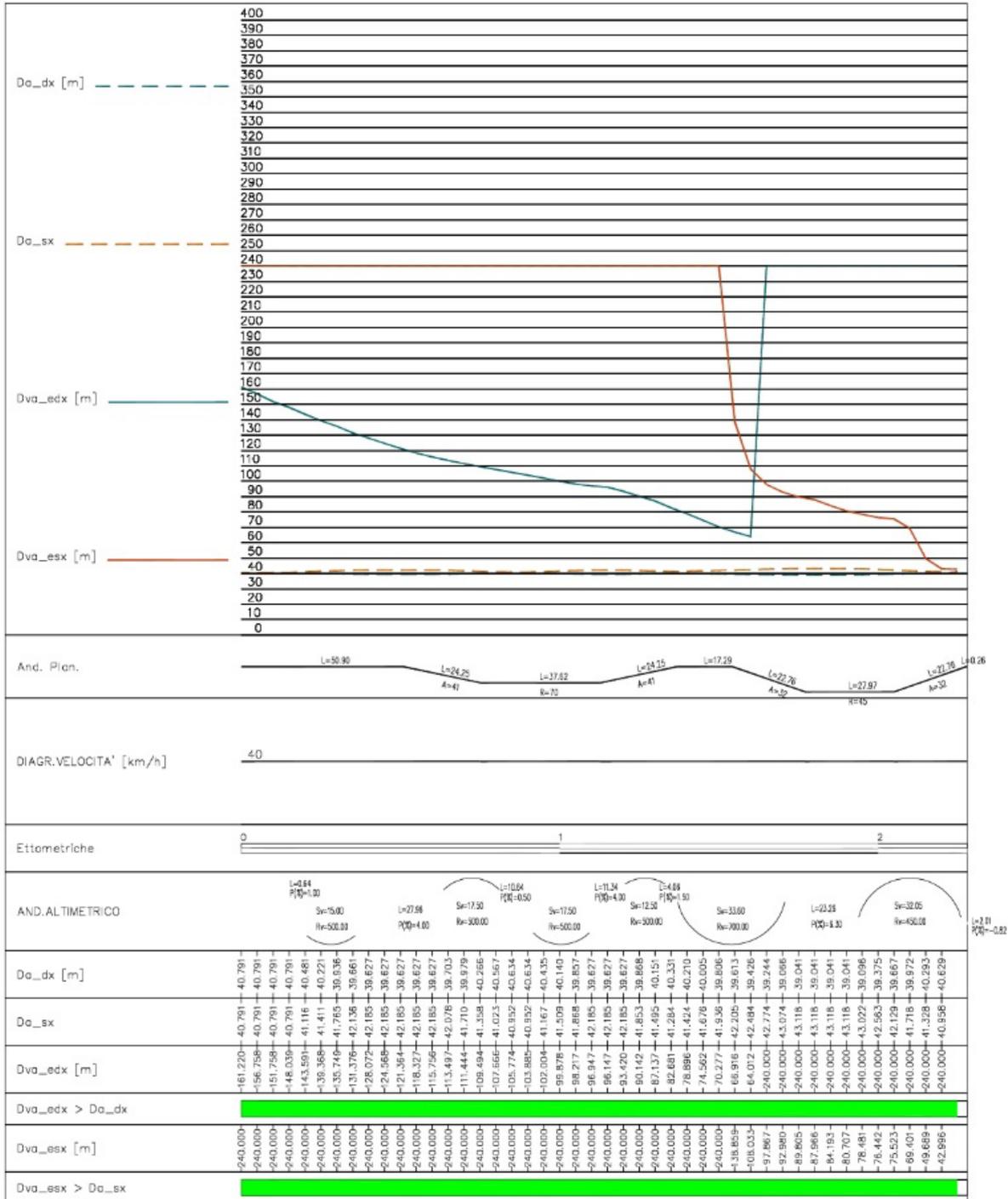


Diagramma di visuale libera e velocità

Andamento altimetrico**d) Verifica pendenza longitudinale**

Per la strada in esame di categoria F2 la massima pendenza longitudinale compatibile con i limiti delle norme è pari a $i = 10\%$.

Tale limite non viene mai raggiunto ed in generale si è perseguito l'obiettivo di non superare il valore del 7%. Nel caso in esame la massima pendenza longitudinale è pari al 6.3%.

e) Raccordi altimetrici

In progetto, inoltre, sono previsti 3 raccordi concavi e 3 raccordi convessi. Per i raccordi concavi sono stati adottati raggi variabili da 500 m a 700 m mentre per i raccordi convessi sono stati adottati raggi variabili da 450 m a 500 m. Tali raggi consentono una visibilità sempre superiore alla distanza di arresto avendo assunto $h_1 = 1,10$ m ed $h_2 = 0,10$ m, dove (h_1 ed h_2 costituiscono l'altezza del punto di osservazione del conducente e l'altezza dell'ostacolo). Non sarà consentita, invece, nel tratto in raccordo convesso la manovra di sorpasso che richiede una visibilità maggiore di quella disponibile.

Nella tabella seguente sono riportati i risultati delle verifiche (Rmin per la geometria, per il comfort, per la distanza d'arresto) dei raccordi verticali, effettuate con riferimento alla velocità desunta dal diagramma delle velocità.

Raccordi Profilo Longitudinale

Pollinea		Limiti Cartiglio INZ3								Verifica			
Layer:	PROGETTO	Prog. iniziale:	0.000000	Prog. finale:	242.000000	Quota rif.:	130.000000	Quota max.:	166.000000	Diagramma Velocità	Presente		
<input type="checkbox"/> Mantieni Originale	<input type="button" value="Seleziona <"/>									Tipo Profilo:	Stradale		
<input type="button" value="Imposta Normativa"/>													
Vertici													
N.	Progressiv	Quoto	Parziale	Parziale Res.	i (%)	Dislivello	Lunghezza	Lunghezza R.	Esit	Verifich			
0	20.000000	138.43200	0.00000000	0.00000000	0.0000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000					
1	28.136766	138.51336	8.13676667	0.63676670	1.0000000	0.08136767	8.13717350	0.63679854					
2	72.344028	140.28165	44.20726177	27.95726180	4.0000000	1.76829047	44.24261345	27.97961867					
3	100.47928	140.42233	28.13525319	10.63525317	0.5000000	0.14067627	28.13560487	10.63538611					
4	126.82290	141.47607	26.34362784	11.34362782	4.0000000	1.05374511	26.36469432	11.35269910					
5	153.92860	141.88266	27.10569718	4.05569716	1.5000000	0.40658546	27.10874640	4.05615340					
6	210.01070	145.41583	56.08209403	23.25813786	6.3000000	3.53317192	56.19327873	23.30424793					
7	228.04789	145.26761	18.03719005	2.01323390	-0.8217582	-0.14822210	18.03779906	2.01330187					
Raccordi Verticali													
N.	Tipo	Raggio Vert	Delta i (%)	Sviluppo	Prog. Inizial	Prog. Final	Parziale Ra	Sorp/D	Vp (km/h)	Diag. V	Raggio Min	Esit	Verifich
1	Parabolico	500.00000	2.9999999	15.005248	20.636766	35.636766	14.999999		40.000000		205.76131		
2	Parabolico	500.00000	-3.5000000	17.505321	63.594028	81.094028	17.500000		40.000000		205.76131		
3	Parabolico	500.00000	3.5000000	17.505321	91.729281	109.22928	17.500000		40.000000		373.65679		
4	Parabolico	500.00000	-2.5000000	12.505050	120.57290	133.07290	12.500000		40.000000		205.76131		
5	Parabolico	700.00000	4.8000000	33.628761	137.12860	170.72860	33.600000		40.000000		683.47970		
6	Parabolico	450.00000	-7.1217582	32.066697	193.98674	226.03465	32.047912		40.000000		436.77354		

4.2.2 Rotatoria

Relativamente alle due intersezioni a rotatoria si è fatto riferimento alla normativa emanata dalla Regione Lombardia – legge regionale 24/4/2006 n.7 – e più precisamente all’Allegato 2 alla suddetta legge regionale dal titolo “Progettare le zone di intersezione”.

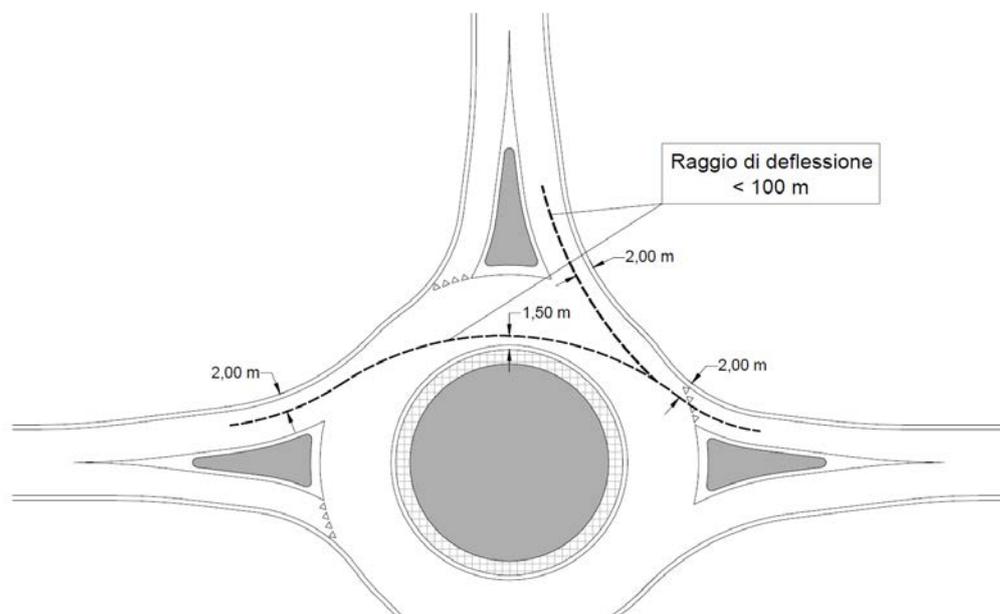
Le verifiche geometriche delle rotatorie considerano il controllo dell’ammissibilità di varie grandezze geometriche quali diametro esterno, larghezza della corona circolare, larghezza delle corsie di ingresso e di uscita, corretto tracciamento delle isole spartitraffico ecc.; si riporta di seguito la tabella riepilogativa di tali grandezze.

	Notazione	Intervallo di validità	Valore [m]			
			Mini rotatorie sormontabili	Mini rotatorie parzialmente sormontabili	Rotatorie compatte	Grandi rotatorie Rotatorie eccezionali
Diametro della rotatoria	D_e	$D_e \geq (14 \text{ m}) 18 \text{ m}$	14÷18	18÷26	26÷50	> 50
Raggio giratorio esterno	R_{ge}	$D_e/2$	7÷9	9÷13	13÷25	> 25
Raggio giratorio interno	R_{gi}	$R_{gr} - l_a$	0÷2	variabile	variabile	variabile
Larghezza dell’anello	l_a	$7 \text{ m} \leq l_a \leq 9 \text{ m}$	7÷8	7÷8	8÷9	9÷10
Larghezza anello interno sormontabile	l_{is}	$0 \leq l_{is} \leq 2 \text{ m}$	Isola centrale completamente sormontabile	1,5÷2	1,5÷2	0
Raggio d’entrata	R_e	$10 \text{ m} \leq R_e \leq D_e/2$	10	10÷13	10÷25	10÷ $D_e/2$
Larghezza corsia entrante	l_e	$4 \text{ m} \leq l_e \leq 4,5 \text{ m}$ (1 corsia) $7 \text{ m} \leq l_e \leq 9 \text{ m}$ (2 corsie)	$l_e \leq 4,5$ (1 c.)	$l_e \leq 4,5$ (1 c.)	$4 \leq l_e \leq 4,5$ (1 c.) $7 \leq l_e \leq 9$ (2 c.)	$4 \leq l_e \leq 4,5$ (1 c.) $7 \leq l_e \leq 9$ (2 c.)
Raggio d’uscita	R_u	$15 \text{ m} \leq R_u \leq 30 \text{ m}$	15÷30	15÷30	15÷30	15÷30
Larghezza corsia uscita	l_u	$4,5 \text{ m} \leq l_u \leq 6 \text{ m}$ (1 corsia) $7,5 \text{ m} \leq l_u \leq 9 \text{ m}$ (2 corsie)	$l_u \leq 6$ (1 c.)	$l_u \leq 6$ (1 c.)	$4,5 \leq l_u \leq 6$ (1 c.) $7,5 \leq l_u \leq 9$ (2 c.)	$4,5 \leq l_u \leq 6$ (1 c.) $7,5 \leq l_u \leq 9$ (2 c.)
Raggio di raccordo	R_r	$2 \times D_e$	28÷36	36÷52	52÷100	> 100

La verifica più significativa e con più ripercussioni sulla sicurezza dell’utenza che impegna la rotatoria è quella che considera la “deflessione” della traiettoria che un veicolo che attraversa l’intersezione è costretto a percorrere: da questo parametro discende l’abbattimento della velocità di attraversamento dell’anello da parte dei veicoli.

La normativa citata definisce “(...) deflessione di una traiettoria il raggio dell’arco di circonferenza passante a 1,5 m dal bordo dell’isola centrale e a 2 m dal bordo delle corsie d’entrata e d’uscita, siano esse adiacenti o opposte (...)” e prescrive di “(...) verificare l’ampiezza del raggio di deflessione per le manovre relative ad ogni braccio di ingresso e uscita. Tale raggio deve essere inferiore a 100 m: in tal modo le velocità inerenti alle traiettorie “più tese” non potranno essere superiori a 50 km/h (...)”.

Quanto riportato stabilisce quindi di identificare la traiettoria più “tesa” per le manovre di attraversamento e di svolta a destra e che i raggi di curvatura di tali traiettorie siano tali da imporre, per tali manovre; una velocità non superiore a 50 km/h. Si riporta di seguito lo schema presente in normativa che illustra quanto descritto.



Schema deflessione (da Allegato 2 legge regionale 24/4/2006 n.7).

La rotonda permette il collegamento tra il nuovo tracciato e la viabilità esistente; in dettaglio, si tratta di una rotonda a 4 rami: a est si innesta la nuova viabilità di progetto di collegamento con via Cà Rote, a nord e a sud si innesta la viabilità esistente (via Stazione), e infine a ovest si innesta la viabilità esistente (via Berlinguer).

La rotonda, di diametro esterno pari a 40m, presenta una carreggiata anulare di larghezza pari a 9,0 m costituita da una carreggiata larga 7,00 m e da due banchine laterali della larghezza pari ad 1,0m. Tale carreggiata presenta una pendenza trasversale pari a 2% verso l'esterno. Inoltre, è presente un anello interno sormontabile di larghezza pari a 1,50m a pendenza verso l'esterno pari a 4%.

Verifica geometrica

La rotonda, di diametro esterno pari a 40m, rientra nella tipologia delle rotonde compatte (diametro compreso tra 26 e 50m). Tutte le geometrie caratteristiche rispettano quanto prescritto per tale tipologia.

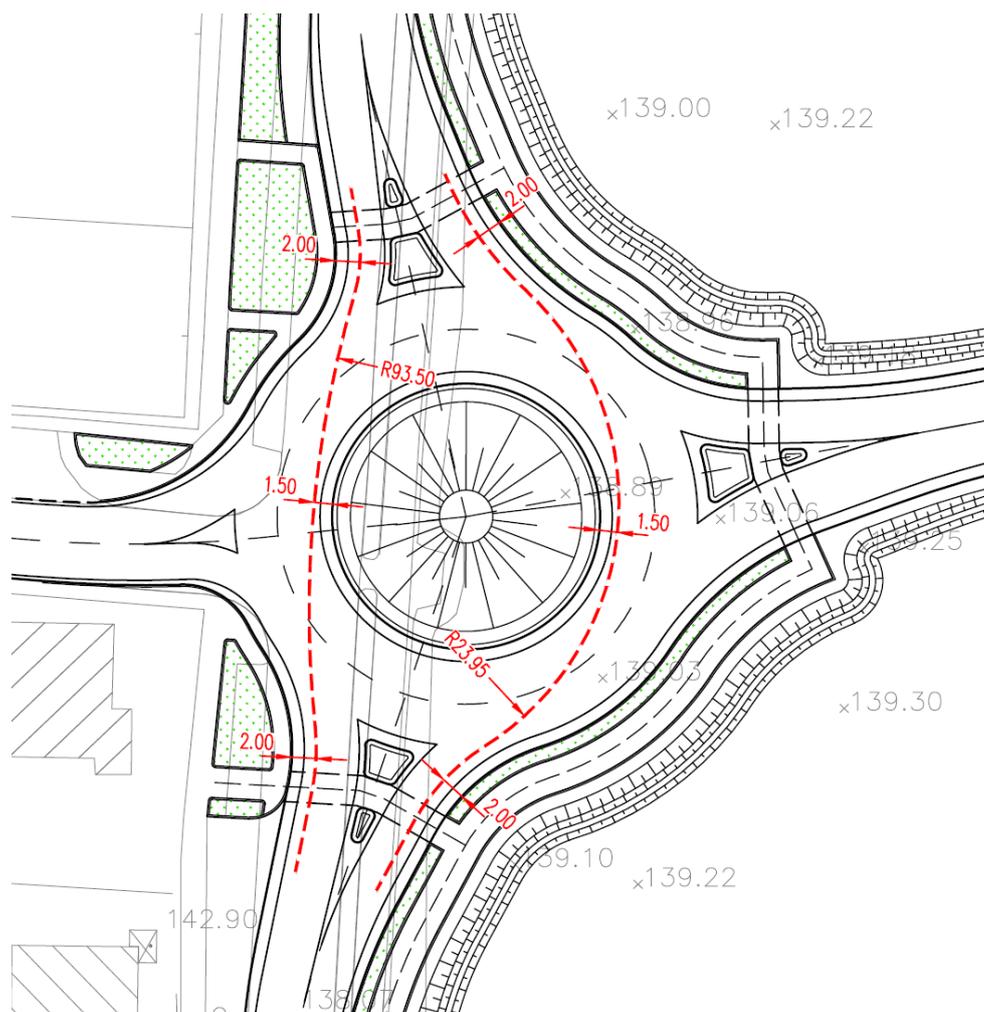
Verifica di deflessione

Si riportano di seguito gli schemi grafici delle verifiche di deflessione per la rotatoria.

In particolare, in tale schema sono rappresentate le traiettorie più significative ovvero:

- traiettoria di attraversamento per i veicoli provenienti da sud che si immettono nel ramo nord;
- traiettoria di attraversamento per i veicoli provenienti da nord che si immettono nel ramo sud;
- traiettoria di svolta a destra per i veicoli provenienti da est che si immettono nel ramo nord;
- traiettoria di svolta a destra per i veicoli provenienti da sud che si immettono nel ramo est.

Dagli schemi sotto riportati si evince che i raggi di deflessione ($R=23.95$ e $R=93.50$ m per le traiettorie di attraversamento, $R=38.65$ m, $R=46.00$ m e $R=97.50$ m per le traiettorie di svolta a destra) sono inferiori a $R=100.00$ m previsto dalla normativa.



Rotatoria. Schema grafico delle verifiche di deflessione per le traiettorie di attraversamento.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

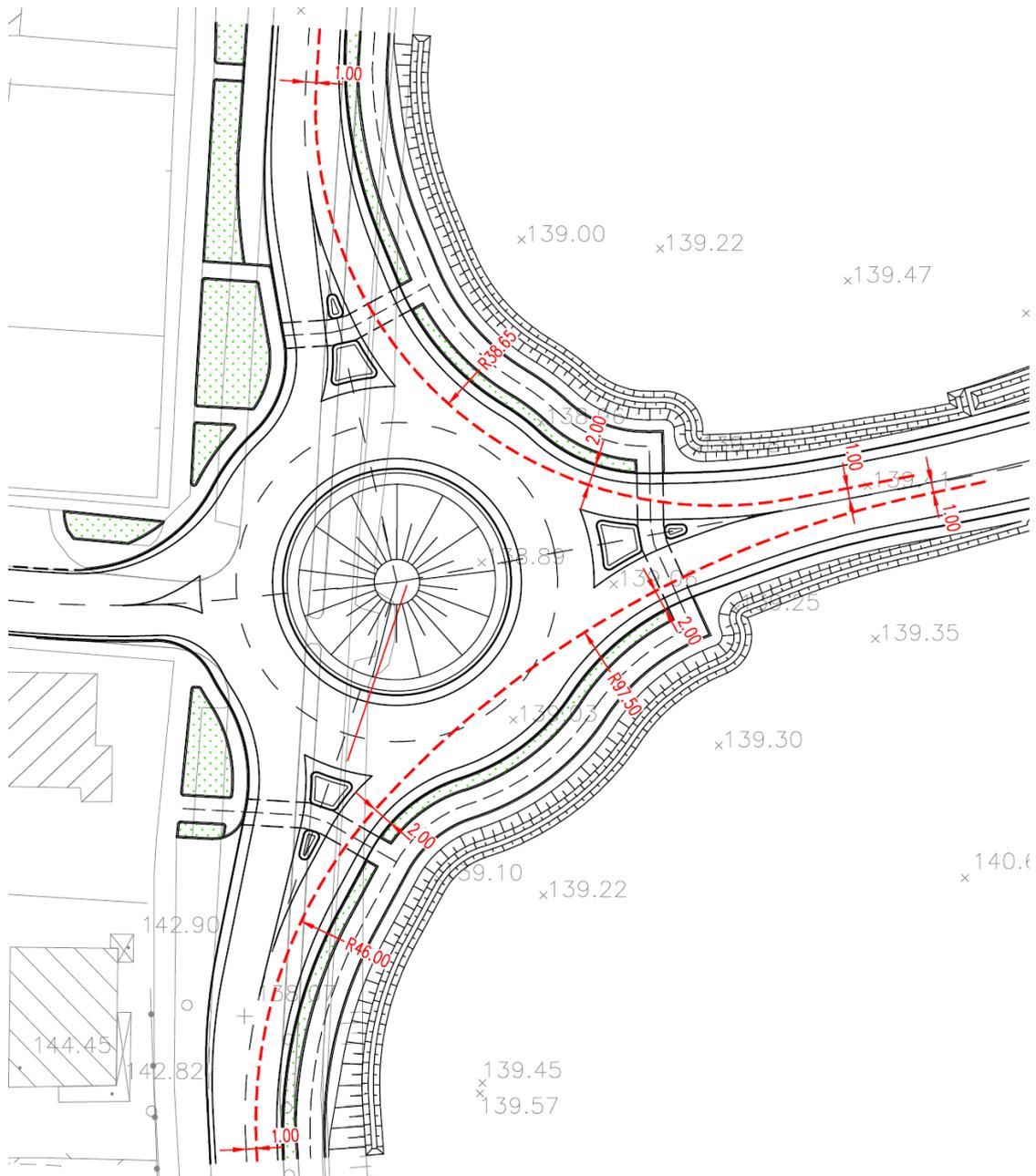
Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO IN Z30 0 001

Rev.
A

Foglio
19 di 23



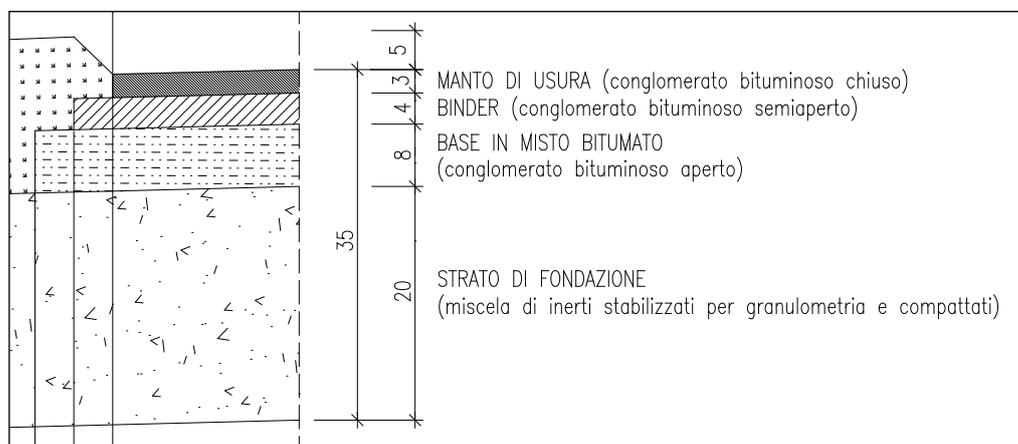
Rotatoria. Schema grafico delle verifiche di deflessione per le traiettorie di svolta a destra.

4.3 Sovrastruttura Stradale

Per i tratti in rilevato si prevede una sovrastruttura stradale costituita dai seguenti strati:

- Manto di usura (conglomerato bituminoso chiuso) dallo spessore di 3 cm;
- Binder (conglomerato bituminoso semiaperto) dallo spessore di 4 cm;
- Base in misto bitumato (conglomerato bituminoso aperto) dallo spessore di 8 cm;
- Fondazione (miscela di inerti stabilizzati per granulometria e compattati) dallo spessore di 20 cm.

Nella figura che segue, si riporta un particolare della pavimentazione stradale in rilevato.



5 GEOLOGIA E GEOTECNICA

Per quanto riguarda la geologia e la geotecnica del sito di intervento e le relative indagini conoscitive si rimanda alla relazione geologica e geotecnica di progetto.

6 IMPIANTI

I lavori relativi all'impianto di illuminazione pubblica a progetto sono sommariamente così identificabili:

- Installazione di nuovi pali completi di armature stradali per la pubblica illuminazione della nuova rotatoria e delle strade afferenti;
- Adeguamento del quadro elettrico esistente
- Installazione di polifore e distribuzioni secondarie in derivazione dal quadro elettrico esistente per l'alimentazione dei punti luce, della segnaletica stradale e delle aree pedonali.
- Spostamento di n.1 palo esistente
- Rimozione e smantellamento di n.3 pali esistenti

Tutte le opere elettriche dovranno seguire l'andamento delle opere edili e del cantiere, inoltre, qualsiasi incidenza di assistenza al cantiere dovrà essere considerata compresa nell'importo appaltato, senza che siano riconosciuti maggiori oneri.

L'impresa appaltatrice dovrà inoltre collaborare nel coordinamento delle fasi lavorative delle opere stradali ed elettriche senza che siano riconosciuti maggiori oneri, mantenendo per quanto di competenza elettrica il cantiere funzionale ed in sicurezza.

Gli impianti anzidetti sono stati progettati in modo da garantire un adeguato livello di illuminamento, tenendo conto del carattere della zona da illuminare e nel rispetto dei parametri indicati dalle Norme UNI EN 13201 e UNI 11248 (vedere indicazioni di dettaglio nello specifico paragrafo della presente relazione).

6.1 Dati di progetto

La classificazione elettrica degli impianti di illuminazione, ai sensi della Norma CEI 64-8 – Parte7 – Ambienti ed applicazioni particolari della Sezione 714: "Impianti di illuminazione situati all'esterno" risulta definita come - Impianto in derivazione alimentato a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata, 1500 V in corrente continua, esclusi gli impianti di gruppo "A".

I nuovi impianti saranno in classe 2, ovvero senza utilizzo di impianto di messa a terra, secondo le indicazioni previste dalle specifiche Norme CEI 64/8.

6.2 Tipo di impianto

L'impianto in progetto sarà alimentato con linee in derivazione trifase con neutro a 380/220V, 50 Hz a mezzo di specifico quadro di consegna, comando e protezione. Le linee dorsali saranno costituite da linea interrata in trincea costituita da cavo multipolare in gomma etilenpropilenica di qualità G7 con rivestimento esterno in PVC tipo FG16OR-0,6/1kV flessibile non propagante l'incendio (CEI 20-22) con formazione, sviluppo e sezione come indicato a disegno planimetrico, posata in cavidotto in PVC serie pesante di diametro F 100 mm interrato a

profondità di circa 0,7 m dal piano stradale e ricoperta da getto in calcestruzzo con spessore minimo di 60 mm, previa sigillatura dei giunti.

Lungo il percorso interrato saranno posizionati opportuni pozzetti rompitratta per la posa, l'infilaggio e l'ispezionabilità delle linee e dell'impianto di terra; detti pozzetti saranno di tipo prefabbricato in cemento di dimensioni interne 600x600 mm negli attraversamenti stradali e 500x500 mm. interne in tutti gli altri casi, opportunamente rinfiancati e con chiusino.

Tutte le parti conduttrici delle porzioni di impianto in classe II, dovranno essere separate dalle parti attive con isolamento doppio o rinforzato e non dovranno essere collegate ad impianto di terra.

Tutti i componenti dovranno essere del tipo a doppio isolamento ed i cavi con tensione di isolamento almeno 0,6/1kV.

I colori distintivi delle guaine dei cavi di tipo FG16OR16-0,6/1kV dovranno essere conformi a quanto stabilito dalle norme CEI 16-6.

La protezione contro i contatti indiretti sarà assicurata tramite impiego costante di soluzioni installative con doppio isolamento, e protezioni aggiuntive di tipo magnetotermico differenziale.

6.3 Distribuzione ed utilizzazione dell'energia elettrica

La derivazione dalla linea dorsale agli apparecchi illuminanti sarà realizzata con cavi multipolaridi sezione 2,5 mm², utilizzando le opportune morsettiere.

Il dimensionamento adottato per le sezioni dei cavi, tenuto conto dell'intervento delle protezioni in caso di corto circuito sia all'inizio che a fine linea, limiterà le cadute di tensione in linea a meno del 3% della tensione normale.

È prevista l'installazione di interruttore di tipo magnetotermico differenziale omipolari a riarmo automatico.

La protezione ed il comando degli impianti sarà affidata ad interruttori con vari circuiti di alimentazione, fra loro distinti ed indipendenti, secondo gli schemi allegati.

Il quadro di comando è esistente e saranno da prevedere le apparecchiature genericamente riportate di seguito:

- interruttore generale magnetotermico 4P, curva C, PdI= 10kA;

Gli organi di protezione dovranno essere dimensionati in modo da garantire la protezione contro i cortocircuiti dell'intero impianto secondo Norme CEI 64-8 VI edizione.

6.4 Caratteristiche del punto luce

L'alimentazione degli apparecchi illuminanti a partire dall'ultimo punto luce esistente avverrà con cavi elettrici tetrapolari con cavi di tipo FG16OR-0,6/1kV di sezione uniformata a 4x10 mm².

La sezione dei conduttori è stata definita in funzione del carico e delle distanze da percorrere come risulta dai disegni allegati tenendo conto anche di eventuali futuri ampliamenti.

Il punto luce è costituito da n°3 elementi principali:

- PALO TRAFILATO SALDATO DI SOSTEGNO AD UNO SBRACCIO
- APPARECCHIO ILLUMINANTE A LED
- CAVO DI COLLEGAMENTO ALLA DORSALE DI ALIMENTAZIONE

di seguito è riportata la loro descrizione.

PALO TRAFILATO SALDATO DI SOSTEGNO AD UNO SBRACCIO : in acciaio zincato a caldo, , sviluppo 10,80 mt., profondità di infissione 80 cm., curvato a mensola con sbraccio singolo, da 4,0 mt., altezza punto luce 10,0 mt., con protezione anticorrosiva termorestringente alla base; completo di asola per l'alloggiamento della scatola di derivazione, la scatola stessa in Classe 2, con fusibile di protezione di taratura adeguata; il palo sarà installato ad una distanza non inferiore a quanto previsto dalle normative vigenti .

APPARECCHIO ILLUMINANTE: Apparecchi per illuminazione stradale testapalo, classe II e grado di protezione IP66, con corpo in pressofusione di alluminio, diffusore piano in vetro temprato per limitazione delle emissioni a 90° e oltre, alta efficienza luminosa delle sorgenti LED, temperatura di colore 3000°K;

CAVO DI COLLEGAMENTO ALLA DORSALE DI ALIMENTAZIONE: i cavi per l'allacciamento della lampada sono di tipo FG16R/0,6-1 KV sez. 2x2,5 mmq., con protezione meccanica nel tratto palo-pozzetto in tubo flessibile dia. 32 mm. in PVC con spirale di rinforzo in PVC; le derivazioni dalla dorsale di alimentazione devono avvenire con giunzioni a muffola composte da nastro autoagglomerante in resina EPR coordinato all'isolamento del conduttore rivestito con una guaina a protezione degli agenti esterni in PVC autoestinguente.

Per tutti i dettagli si rimanda all'elaborato "Impianto di illuminazione. Relazione illuminotecnica e di calcolo" INOR11EE24RINZ309001 e agli elaborati grafici:

Impianto di illuminazione Rotatoria. Planimetria e particolari costruttivi INOR11EE2PZINZ309001

Impianto di illuminazione. Schemi elettrici INOR11EE24AINZ309001.