

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

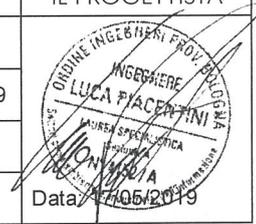
NV22 – RIQUALIFICAZIONE VIA CASON - VIA CANOVA

Relazione tecnica generale

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

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

PROGETTAZIONE						IL PROGETTISTA	
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Data	
A	Emissione	Cavaliere	17/05/19	Piacentini	17/05/19	17/05/19	
B							
C							



CIG. 751447334A

File: INOR11EE2RONV2200002A_10.docx



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

Stampato dal Service di plottaggio ITALFERR S.p.A. ALBA S.r.l.

CUP: F81H91000000008

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 11	Codifica Documento E E2 RO NV 220 0 002	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	9
4.2.1	<i>Assi principali</i>	9
4.2.2	<i>Rotatorie</i>	18
4.3	SOVRASTRUTTURA STRADALE	21
4.4	BARRIERE DI SICUREZZA	22

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO NV 220 0 002

Rev.
A

Foglio
3 di 23

1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione è il progetto esecutivo della riqualificazione di via Cason e via Canova, previsto nel comune di Verona, in provincia di Verona, nell'ambito delle viabilità extra-linea connesse alla realizzazione della linea ferroviaria Torino – Venezia, tratta Milano – Verona, lotto funzionale Brescia-Verona.

L'intervento da effettuare riguarda la realizzazione di una nuova intersezione a rotatoria tra le vie Cason e via Belvedere, di una seconda intersezione a rotatoria tra le vie Canova e via Macaccara, di una ulteriore intersezione a rotatoria "allungata" che collega via Canova, via Sommacampagna, via Venezia e le rampe di svincolo della tangenziale di Verona. E' inoltre prevista la riqualificazione di via Cason e via Canova nei tratti di collegamento tra le 3 intersezioni a rotatoria di nuova realizzazione.

Il progetto prevede, inoltre, la costruzione di vari manufatti per la sistemazione idraulica dei luoghi e per la conservazione del complesso sistema di gestione delle acque per l'irrigazione dei terreni agricoli presenti in zona.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 RO NV 220 0 002Rev.
AFoglio
4 di 23

2 ELABORATI DI RIFERIMENTO

Nella presente relazione si fa riferimento ai seguenti documenti:

IV00 – RAMPE CAVALCAFERROVIA TIPOLOGICO

PARTICOLARI RISOLUZIONE INTERFERENZE CON CANALETTE IRRIGUE
PLINTI PALI DI ILLUMINAZIONE REALIZZATI IN OPERA. SEZIONI TIPO
ZONE DI TRANSIZIONE RILEVATO-CAVALCAFERROVIA
SEGNALETICA VERTICALE E ORIZZONTALE. DETTAGLI
SEGNALETICA VERTICALE E PLINTI DI FONDAZIONE. GEOMETRIE
SEGNALETICA VERTICALE. PLINTI DI FONDAZIONE. CARPENTERIA E ARMATURA
RELAZIONE DI VERIFICA DELLE PAVIMENTAZIONI STRADALI
SEGNALETICA VERTICALE. PLINTI DI FONDAZIONE. RELAZIONE DI CALCOLO

INOR11EE2BZIV00C8004
INOR11EE2BCIV00CB002
INOR11EE2WBIV00C0001
INOR11EE2BZIV000B005
INOR11EE2BBIV00CB001
INOR11EE2BCIV00CB001
INOR11EE2ROIV0007001
INOR11EE2CLIV00CB001

NV22 – RIQUALIFICAZIONE VIA CASON – VIA CANOVA

RELAZIONE GEOTECNICA
PROFILO STRATIGRAFICO
RELAZIONE TECNICA GENERALE
PLANIMETRIE STATO DI FATTO
PLANIMETRIA DI PROGETTO
PLANIMETRIA DI TRACCIAMENTO. TAVOLA 1/2
PLANIMETRIA DI TRACCIAMENTO. TAVOLA 2/2
PROFILO LONGITUDINALE. TAVOLA 1/3
PROFILO LONGITUDINALE. TAVOLA 2/3
PROFILO LONGITUDINALE. TAVOLA 3/3
DIAGRAMMA DI VISUALE LIBERA E VELOCITÀ
ASSE VIA CASON. SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 1/5
ASSE VIA CASON. SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 2/5
ASSE VIA CASON. SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 3/5
ASSE VIA CASON. SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 4/5
ASSE VIA CASON. SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 5/5
ASSE VIA CANOVA. SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 1/2
ASSE VIA CANOVA. SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 2/2
ROTATORIA A. SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 1/2
ROTATORIA A. SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 2/2
ROTATORIA A. RAMO EST. SEZIONI TRASVERSALI
ROTATORIA A. RAMO NORD. SEZIONI TRASVERSALI
ROTATORIA A. RAMO OVEST. SEZIONI TRASVERSALI
ROTATORIA B. SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 1/2
ROTATORIA B. SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 2/2
ROTATORIA C. SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 1/3
ROTATORIA C. SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 2/3
ROTATORIA C. SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 3/3
ROTATORIA C. RAMO R1. SEZIONI TRASVERSALI
ROTATORIA C. RAMO R2. SEZIONI TRASVERSALI
PLANIMETRIA SEGNALETICA E BARRIERE DI SICUREZZA
SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE. RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA
SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE. PLANIMETRIA E DETTAGLI
IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE. RELAZIONE ILLUMINOTECNICA E DI CALCOLO
IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE ROTATORIA A. PLANIMETRIA E PARTICOLARI COSTRUTTIVI
IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE ROTATORIA B. PLANIMETRIA E PARTICOLARI COSTRUTTIVI
IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE ROTATORIA C. PLANIMETRIA E PARTICOLARI COSTRUTTIVI
IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE. SCHEMI ELETTRICI
SEZIONI TIPO E DETTAGLI

INOR11EE2RBNV2200001
INOR11EE2F6NV2200001
INOR11EE2RONV2200002
INOR11EE2P7NV2200001
INOR11EE2P7NV2200002
INOR11EE2PZNV2200001
INOR11EE2PZNV2200002
INOR11EE2F7NV2200001
INOR11EE2F7NV2200002
INOR11EE2F7NV2200003
INOR11EE2D7NV2200001
INOR11EE2W9NV22B0001
INOR11EE2W9NV22B0002
INOR11EE2W9NV22B0003
INOR11EE2W9NV22B0004
INOR11EE2W9NV22B0005
INOR11EE2W9NV22D0001
INOR11EE2W9NV22D0002
INOR11EE2W9NV22A0001
INOR11EE2W9NV22A0002
INOR11EE2W9NV22A0003
INOR11EE2W9NV22A0004
INOR11EE2W9NV22A0005
INOR11EE2W9NV22C0001
INOR11EE2W9NV22C0002
INOR11EE2W9NV22E0001
INOR11EE2W9NV22E0002
INOR11EE2W9NV22E0003
INOR11EE2W9NV22E0004
INOR11EE2W9NV22E0005
INOR11EE2P7NV220B001
INOR11EE2RINV220B001
INOR11EE2PZNV220B001
INOR11EE24RNV220B001
INOR11EE2PZNV22AB001
INOR11EE2PZNV22CB001
INOR11EE2PZNV22EB001
INOR11EE24ANV220B001
INOR11EE2BZNV220B001

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

L'intervento prevede la realizzazione di della riqualificazione della viabilità di via Cason e via Canova nel tratto compreso tra le vie Belvedere e Sommacampagna, per una lunghezza pari a circa 1150 m e la sistemazione a rotonda delle intersezioni con via Venezia, via Macaccara e via Sommacampagna. Tale collegamento viene suddiviso in due assi stradali principali, collegati mediante le intersezioni a rotatoria.

La sezione tipo di entrambi gli assi principali rientra nella categoria E in ambito urbano secondo il DM 05/11/2001.

La sezione stradale tipo E risulta di larghezza pavimentata pari a 7.0 m, costituita da due corsie di 3,00 m e da due banchine laterali della larghezza pari ad 0.50 m. Nei tratti in rilevato la piattaforma pavimentata viene completata da arginelli laterali larghi 1.05m in terreno vegetale.

L'andamento planimetrico dei nuovi tracciati è composto da elementi rettilinei raccordati mediante curve circolari e clotoidi. I raccordi planimetrici presentano raggi di curvatura variabili compresi tra 180 e 1500 m, mentre la pendenza trasversale della piattaforma in rettilineo è pari al 2.50%.

Dal punto di vista altimetrico i tracciati presentano una pendenza massima pari al 1.22% in rilevato e scarpate laterali con una inclinazione pari a 3/2 per altezze di rilevato superiori ad 1.00 m e 2/1 per altezze inferiori; le stesse vengono poi inerbite superficialmente stendendo una coltre spessa 30 cm e successivo inerbimento. Al piede dei rilevati sono previsti fossi di guardia trapezi di larghezza pari a 1,50 m e bacini di laminazione con profondità variabile da 0.50 m a 0.75 m.

Entrambi gli assi si sviluppano prevalentemente in basso rilevato, tipicamente con altezza inferiore ad 1.0 m, discostandosi in modo più netto dalle quote naturali del terreno solamente dove strettamente necessario o ritenuto indispensabile ai fini del corretto inserimento dell'infrastruttura nel territorio attraversato.

L'intersezione tra Via Cason e via Belvedere verrà riorganizzata mediante la realizzazione di un'intersezione a rotatoria a quattro rami, composta da un'aiuola circolare di raggio pari a 12.00 m, una carreggiata larga 6.00 m completata da banchine laterali da 1.00 m ciascuna, per un diametro esterno pari a 40.00 m. La piattaforma pavimentata viene completata da arginelli laterali di 1.05 m in terreno vegetale.

L'intersezione tra Via Cason e via Macaccara verrà riorganizzata mediante la realizzazione di un'intersezione a rotatoria a cinque rami, composta da un'aiuola circolare di raggio pari a 14.00 m, una carreggiata larga 6.00 m completata da banchine laterali da 1.00 m ciascuna, per un diametro esterno pari a 44.00 m. La piattaforma pavimentata viene completata da arginelli laterali di 1.05 m in terreno vegetale.

L'intersezione tra Via Cason e via Macaccara verrà riorganizzata mediante la realizzazione di un'intersezione a rotatoria a cinque rami, composta da un'aiuola circolare di raggio pari a 14.00 m, una carreggiata larga 6.00 m completata da banchine laterali da 1.00 m ciascuna, per un diametro esterno pari a 44.00 m. La piattaforma pavimentata viene completata da arginelli laterali di 1.05 m in terreno vegetale.

L'intersezione tra Via Canova e via Sommacampagna verrà riorganizzata mediante la realizzazione di un'intersezione a rotatoria "allungata" a sei rami, composta da un'aiuola costituita da due tratti curvilinei di raggio pari a 18.50 m e da due tratti rettilinei di raccordo di lunghezza pari a circa 64.10m, una carreggiata di larghezza minima pari a 6.00 m completata da banchine laterali da 1.00 m ciascuna, per una dimensione complessiva compresa tra i 60.00 e i 120.60 m. La sede stradale è poi completata dalle necessarie corsie di

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO NV 220 0 002

Rev.
A

Foglio
8 di 23

scambio nel rispetto della normativa relativa alle intersezioni stradali sulle intersezioni con circolazione a rotatoria La piattaforma pavimentata viene completata da arginelli laterali di 1.05 m in terreno vegetale.

La pendenza trasversale della piattaforma è 2.00%, a scolare verso l'esterno e l'aiuola centrale è modellata, mediante terreno di riporto proveniente dagli scavi, con pendenza trasversale non superiore al 15.00% verso l'esterno.

All'attacco dei rami di innesto tra le rotatorie con le viabilità esistenti sono poi previsti tratti di raccordo graduati 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.

4.2 Tracciato Stradale

4.2.1 Assi principali

Gli assi stradali, Collegamento via Cason/via Canova NR22A e NR22B, sono stati definiti secondo una sezione trasversale di tipo E (Strada Urbana di quartiere) 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.

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.

Dal diagramma di velocità si evince che la velocità massima attuabile al fine di soddisfare le verifiche geometriche e di sicurezza di tutti gli elementi planimetrici dei tracciati è pari a 60 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 50 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 60 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. Tuttavia, in prossimità delle intersezioni a rotatoria, il limite di velocità amministrativo viene imposto a 30km/h, corrispondente al limite inferiore dell'intervallo di velocità di progetto pari a 40km/h. 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 7.0 m, composta da due corsie di larghezza 3.00 m e da banchine di larghezza pari a 0.50 m (sezione tipo E).

Per quanto riguarda i tracciati 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 COLLEGAMENTO VIA CASON/VIA CANOVA – NR22B

	<i>Progr. Iniziale</i>	<i>Progr. Finale</i>	<i>R/A</i>	<i>L</i>
Rettilineo	-20.00	70.67	---	90.67
Curva Circolare	70.67	115.47	1500.00	44.80
Rettilineo	115.47	344.32	---	228.85
Curva Circolare	344.32	404.80	1150.00	60.48
Rettilineo	404.80	493.76	---	88.96
Clotoide	493.76	540.43	140.00	46.67
Curva Circolare	540.43	598.72	420.00	58.29
Clotoide	598.72	645.39	140.00	46.67
Rettilineo	645.39	695.48	---	50.10
Clotoide	695.48	726.82	94.00	31.33

Curva Circolare	726.82	802.83	282.00	91.11
------------------------	--------	--------	--------	-------

TABELLA TRACCIATO ASSE COLLEGAMENTO VIA CASON/VIA CANOVA – NR22A

	<i>Progr. Iniziale</i>	<i>Progr. Finale</i>	R/A	L
Curva Circolare	0.00	91.50	180.00	91.50
Clotoide	91.50	123.59	76.00	32.09
Rettilineo	123.59	231.507	---	137.92

Andamento planimetricoa) **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 $V_{pmax} = 60$ km/h, risulta un valore della lunghezza massima $L_r = 1320$ m.

Nel caso del flesso è possibile inserire un rettifilo di lunghezza non superiore a:

$$L = (A1+A2)/12.5$$

dove A1 e A2 sono i parametri delle clotoidi che si connettono al rettifilo.

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 40 Km/h.

I raggi adottati sono sempre stati assunti maggiori di tali limiti e sempre tali da garantire la $V_{pmax} = 60$ Km/h. Il raggio minimo adottato è pari a 182 m, che soddisfa il 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.

Allargamento della carreggiata in curva

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

$$E = K/R$$

Dove: K = 45 m;

R = raggio esterno della corsia (in m);

Per raggi R maggiori di 40 m si può assumere, nel caso di strade ad unica carreggiata a due corsie, il valore del raggio uguale a quello dell'asse della carreggiata.

Nel caso in cui il valore E calcolato risulta inferiore di 20 cm la corsia conserva la larghezza del rettilineo.

L'allargamento complessivo della carreggiata sarà pari alla somma degli allargamenti delle singole corsie nel caso in cui esse siano in numero di una o al massimo due per senso di marcia; nel caso in cui il numero di corsie per senso di marcia sia maggiore di due, l'allargamento complessivo sarà pari alla somma di quelli calcolati per le due corsie più interne alla curva.

Nel caso in esame si hanno i seguenti allargamenti geometrici:

COLLEGAMENTO VIA CASON/VIA CANOVA – NR22A

- R=180.00 m, E=0.25 m.

c) Curve di transizione (Clotoidi)

Verifica del parametro di scala A degli elementi a curvatura variabile (Clotoidi)

- Limitazione del contraccollo.

Criterio 1: $A \geq \sqrt[3]{\frac{V^3}{c-gVR(qf-qi)/c}}^{0.5}$

Per la strada in esame:

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

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

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

$$A \geq 118,60 \quad \text{per} \quad V = 80 \text{ km/h}$$

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

Criterio 2: $A \geq \sqrt{\frac{R}{\Delta i_{max}} \times 100 \times B_i \times (q_i + q_f)}^{0.5}$

dove:

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

Δ_{imax} = 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:

$$\text{Criterio 3: } R/3 \leq A$$

$$A \leq R$$

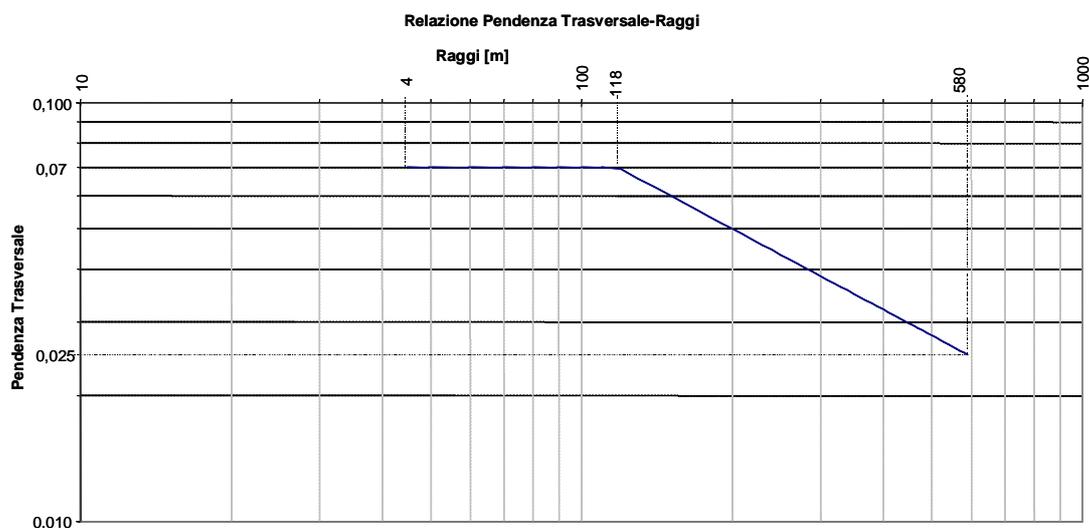
Inoltre tra due clotoidi, di parametro A_1 e A_2 rispettivamente, che si connettono ad una stessa curva, deve essere soddisfatta la relazione:

$$2/3 \leq A_1/A_2 \leq 3/2$$

Per la strada in esame i valori del parametro A variano da 76 a 140 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 dei due tracciati principali.

- ASSE COLLEGAMENTO VIA CASON/VIA CANOVA – NR22B

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	-20.000	70.669	90.669	0.000	0.000	0.000		-2.500	-2.500	60	●
ARCO	70.669	115.468	44.799	0.000	1500.000	1500.000	Dx	-2.500	-2.500	60	●
RETTIFILO	115.468	344.322	228.854	0.000	0.000	0.000		-2.500	-2.500	60	●
ARCO	344.322	404.798	60.476	0.000	1150.000	1150.000	Sx	-2.500	-2.500	60	●
RETTIFILO	404.798	493.761	88.963	0.000	0.000	0.000		-2.500	-2.500	60	●
CLOTOIDE	493.761	540.428	46.667	140.000	0.000	420.000	Dx	0.000	0.000	60	●
ARCO	540.428	598.722	58.294	0.000	420.000	420.000	Dx	-2.500	2.500	60	●
CLOTOIDE	598.722	645.389	46.667	140.000	420.000	0.000	Dx	0.000	0.000	60	●
RETTIFILO	645.389	695.484	50.095	0.000	0.000	0.000		-2.500	-2.500	60	●
CLOTOIDE	695.484	726.818	31.333	94.000	0.000	282.000	Sx	0.000	0.000	60	●
ARCO	726.818	817.928	91.111	0.000	282.000	282.000	Sx	2.500	-2.500	60	●

ASSE COLLEGAMENTO VIA CASON/VIA CANOVA – NR22A

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
ARCO	0.000	91.503	91.503	0.000	180.000	180.000	Dx	-2.707	2.707	60	●
CLOTOIDE	91.503	123.592	32.089	76.000	180.000	0.000	Dx	0.000	0.000	60	●
RETTIFILO	123.592	261.507	137.915	0.000	0.000	0.000		-2.500	-2.500	60	●

L'andamento planimetrico in progetto risulta quindi adeguato.

Si vuol fare notare che le precedenti verifiche sono state effettuate in base alla velocità di progetto che si desume dal diagramma di velocità.

Diagramma di Velocità

Avendo previsto un limite di velocità amministrativo pari a 50 km/h, la massima velocità attuabile è pari a 60 km/h lungo l'intero sviluppo del tracciato.

Nella parte iniziale e finale dei tracciati il diagramma evidenzia una diminuzione della velocità di progetto fino a 40km/h dovuta alla presenza delle rotoatorie.

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.

Per garantire le visuali libere nei tratti in curva con riferimento al ciglio interno, non si rendono necessari allargamenti.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO NV 220 0 002

Rev.
A

Foglio
15 di 23

Si rimanda all'elaborato specifico INOR11EE2D7NV2200001 "Diagrammi 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.

Andamento altimetrico

d) Verifica pendenza longitudinale

Per la strada in esame di categoria E la massima pendenza longitudinale compatibile con i limiti delle norme è pari a $i = 8\%$.

Nel caso in esame la massima pendenza longitudinale è pari al 1.22%.

e) Raccordi altimetrici

In progetto, inoltre, sono previsti diversi raccordi altimetrici per i due tracciati:

Il tracciato via Cason/via Canova NR22B presenta 4 raccordi concavi e 4 raccordi convessi. Per i raccordi concavi sono stati adottati raggi variabili da 2000 m a 6000 m mentre per i raccordi convessi sono stati adottati i raggi 2000 m e 6000 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 (R_{min} per la geometria, per il comfort, per la distanza d'arresto) dei raccordi verticali, effettuate con riferimento alla velocità desunta dal diagramma delle velocità.



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 RO NV 220 0 002Rev.
AFoglio
16 di 23

Raccordi Profilo Longitudinale

Polilinea
Layer: PROGETTO
 Mantieni Originale

Limiti Cartiglio Cason-Epe
Prog. iniziale: -20.000000
Prog. finale: 829.768554
Quota rif.: 70.000000
Quota max.: 106.000000

Verifica
Diagramma Velocità: Presente
Tipo Profilo: Stradale

N.	Progressiva	Quota	Parziale	Parziale Res.	i (%)	Dislivello	Lunghezza	Lunghezza R.	Esito	Verifiche
0	0.00000000	82.90000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	●	...
1	129.0369527	81.84645577	129.03695276	116.33707047	-0.81646707	-1.05354423	129.04125361	116.34094803	●	...
2	158.3531325	81.79325483	29.31617980	5.63728629	-0.18147296	-0.05320094	29.31622808	5.63729557	●	...
3	278.9944373	80.91206237	120.64130476	100.67206253	-0.73042352	-0.88119246	120.64452294	100.67474801	●	...
4	323.3960700	80.78733287	44.40163275	26.55867018	-0.28091197	-0.12472950	44.40180794	26.55877496	●	...
5	502.3626772	78.70025091	178.96660721	127.49482001	-1.16618513	-2.08708196	178.97877642	127.50348929	●	...
6	611.7591891	78.97861040	109.39651186	22.36806188	0.25445006	0.27835949	109.39686600	22.36813429	●	...
7	718.7364440	77.66721572	106.97725495	41.86155147	-1.22586308	-1.31113948	106.98529260	41.86469671	●	...

N.	Tipo	Raggio Vert.	Delta i (%)	Sviluppo	Prog. Iniziale	Prog. Finale	Parziale Rac.	Sorp/Dc	Vp (km/h)	Diag. Vel	Raggio Min.	Esito	Verifiche
1	Parabolico	4000.000000	0.63499411	25.40012344	116.3370704	141.7368350	25.39976457	<input type="checkbox"/>	60.00000000	<input checked="" type="checkbox"/>	462.9629629	●	...
2	Parabolico	4000.000000	-0.54895056	21.95827827	147.3741213	169.3321437	21.95802246	<input type="checkbox"/>	60.00000000	<input checked="" type="checkbox"/>	462.9629629	●	...
3	Parabolico	4000.000000	0.44951155	17.98070702	270.0042063	287.9846683	17.98046200	<input type="checkbox"/>	60.00000000	<input checked="" type="checkbox"/>	462.9629629	●	...
4	Parabolico	2000.000000	-0.88527316	17.70598443	314.5433385	332.2488016	17.70546315	<input type="checkbox"/>	60.00000000	<input checked="" type="checkbox"/>	462.9629629	●	...
5	Parabolico	6000.000000	1.42063519	85.23971383	459.7436216	544.9817329	85.23811125	<input type="checkbox"/>	60.00000000	<input checked="" type="checkbox"/>	462.9629629	●	...
6	Parabolico	6000.000000	-1.48031315	88.82064745	567.3497947	656.1685835	88.81878871	<input type="checkbox"/>	60.00000000	<input checked="" type="checkbox"/>	462.9629629	●	...
7	Parabolico	2000.000000	2.07063091	41.41343338	698.0301349	739.4427532	41.41261825	<input type="checkbox"/>	60.00000000	<input checked="" type="checkbox"/>	462.9629629	●	...
8	Parabolico	2000.000000	-0.84476783	16.89555751	785.1950603	802.0904169	16.89535655	<input type="checkbox"/>	60.00000000	<input checked="" type="checkbox"/>	462.9629629	●	...

Verifiche raccordi altimetrici via Cason/via Canova NR22B

Il tracciato via Cason/via Canova NR22A presenta 1 raccordo concavo e 1 raccordo convesso. Per il raccordo concavo è stato adottato un raggio pari a 4000 m mentre per il raccordo convesso viene adottato il raggio 2000 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.

Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 RO NV 220 0 002Rev.
AFoglio
17 di 23

Raccordi Profilo Longitudinale

Pollinea

Layer:

PROGETTO

 Mantieni Originale

Seleziona <

Limiti Cartiglio Canova1-Epe

Prog. iniziale: 0.000000

Prog. finale: 276.506944

Quota rif.: 70.000000

Quota max.: 106.000000

Verifica

Diagramma Velocità Presente

Tipo Profilo:

Stradale

Imposta Normativa

Vertici

N.	Progressiva	Quota	Parziale	Parziale Res.	i (%)	Dislivello	Lunghezza	Lunghezza R.	Esito	Verifiche
0	0.00000000	78.30000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000		...
1	13.17904729	78.30000000	13.17904729	5.70560449	0.00000000	0.00000000	13.17904729	5.70560449	●	...
2	193.8186849	76.95000000	180.63963760	158.21930924	-0.74734428	-1.35000000	180.64468211	158.22372764	●	...
3	231.5079628	76.95000000	37.68927796	22.74239240	0.00000000	0.00000000	37.68927796	22.74239240	●	...

Raccordi Verticali

N.	Tipo	Raggio Vert.	Delta i (%)	Sviluppo	Prog. Iniziale	Prog. Finale	Parziale Rac.	Sorp/Dc	Vp (km/h)	Diag. Vel	Raggio Min.	Esito	Verifiche
1	Parabolico	2000.000000	-0.74734428	14.94702475	5.70560449	20.65249010	14.94688561	<input type="checkbox"/>	60.00000000	<input checked="" type="checkbox"/>	462.9629629	●	...
2	Parabolico	4000.000000	0.74734428	29.89404940	178.8717993	208.7655704	29.89377111	<input type="checkbox"/>	60.00000000	<input checked="" type="checkbox"/>	462.9629629	●	...

Importa/esporta tabella

OK

?

Verifiche raccordi altimetrici via Cason/via Canova NR22A

4.2.2 Rotatorie

Relativamente alle intersezioni a rotatoria si è fatto riferimento alla normativa nazionale - D.Lgs. 19 aprile 2006 - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali.

Vengono riportate anche le verifiche di deviazione rispondenti alla normativa emanata dalla Regione Lombardia – legge regionale 24/4/2006 n.7 – e più precisamente all’Allegato 2 della 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 delle corsie, bracci di ingresso e uscita e numero delle corsie di ingresso; si riporta di seguito la tabella riepilogativa di tali grandezze.

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

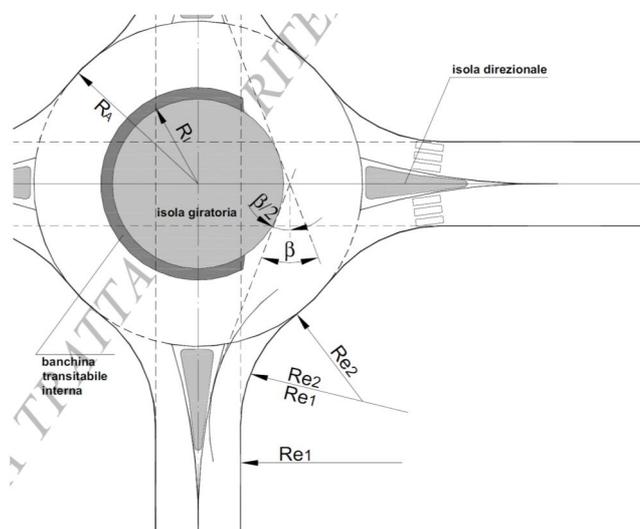
(*) deve essere organizzata sempre su una sola corsia.

(**) organizzati al massimo con due corsie.

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 per mezzo dell’isola centrale.

La normativa Nazionale prescrive quanto segue: “La valutazione del valore della deviazione viene effettuata per mezzo dell’angolo di deviazione β (vedi Figura 11) Per determinare la tangente al ciglio dell’isola centrale corrispondente all’angolo di deviazione β , bisogna aggiungere al raggio di entrata $Re,2$ 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° ”.

Si riporta di seguito lo schema presente in normativa che illustra quanto descritto.



Schema deflessione (da D.Lgs. 19 aprile 2006 - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali).

Rotatoria via Cason/via Venezia

La rotatoria permette il collegamento tra il nuovo tracciato e la viabilità esistente; in dettaglio, si tratta di una rotatoria a 4 rami: a Sud si innesta la nuova viabilità di progetto, a Nord, Est ed Ovest si innesta la viabilità esistente (via Belvedere).

La rotatoria, di diametro esterno pari a 40.00 m, presenta un'isola centrale di raggio pari a 12.00 m, una carreggiata anulare di larghezza pari a 8.00 m, costituita da un'unica corsia di 6.00 m e da due banchine laterali della larghezza di 1.00 m ciascuna. Tale carreggiata presenta una pendenza trasversale costante verso l'esterno pari al 2%.

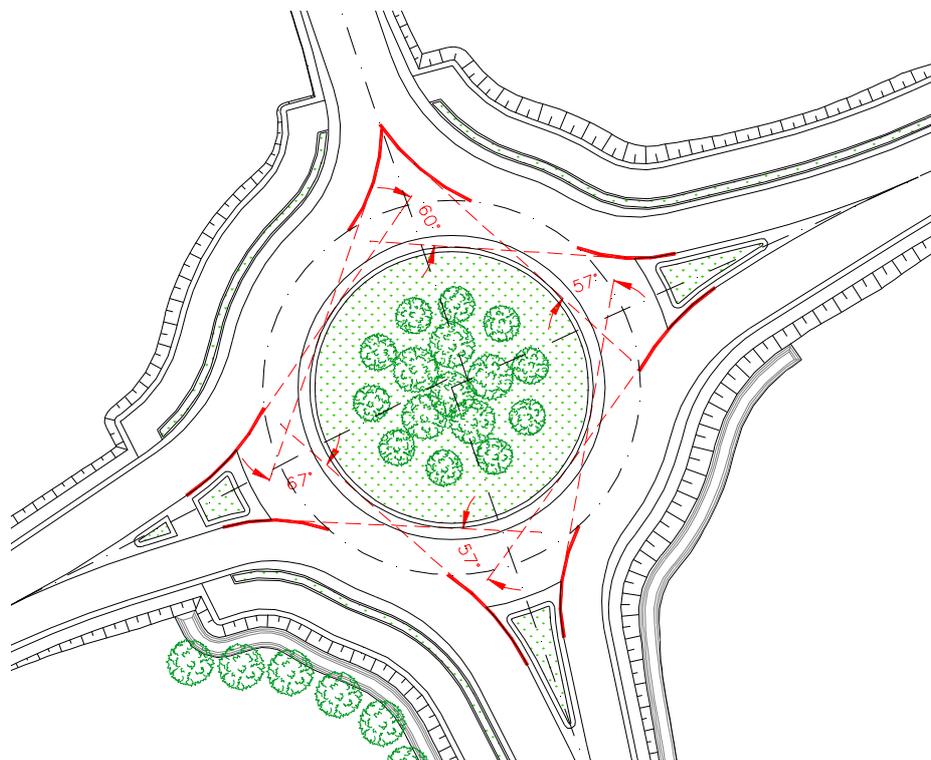
Verifica geometrica

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

Verifica di deflessione

Si riportano di seguito gli schemi grafici relativi alle verifiche di deflessione per la rotatoria di Via Cason/via Belvedere.

In particolare, sono rappresentati gli angoli di deviazione delle traiettorie in attraversamento al nodo. I valori dell'angolo di deviazione β (57° , 60° e 67° , 57°) risultano tutti superiori a 45° come prescritto nella normativa nazionale.



Rotatoria via Cason/via Macaccara

La rotatoria permette il collegamento tra il nuovo tracciato e la viabilità esistente; in dettaglio, si tratta di una rotatoria a 5 rami dove a Sud e a Nord si innesta la nuova viabilità di progetto, a Ovest e a Est i rami di collegamento con la viabilità esistente.

La rotatoria di diametro esterno pari a 44.00m, presenta un'isola centrale di raggio pari a 14.00 m e una carreggiata pavimentata di larghezza pari a 8.00 m, costituita da un'unica corsia di 6.00 m e da due banchine laterali della larghezza pari a 1.00m. Tale carreggiata presenta una pendenza trasversale costante verso l'esterno pari al 2%.

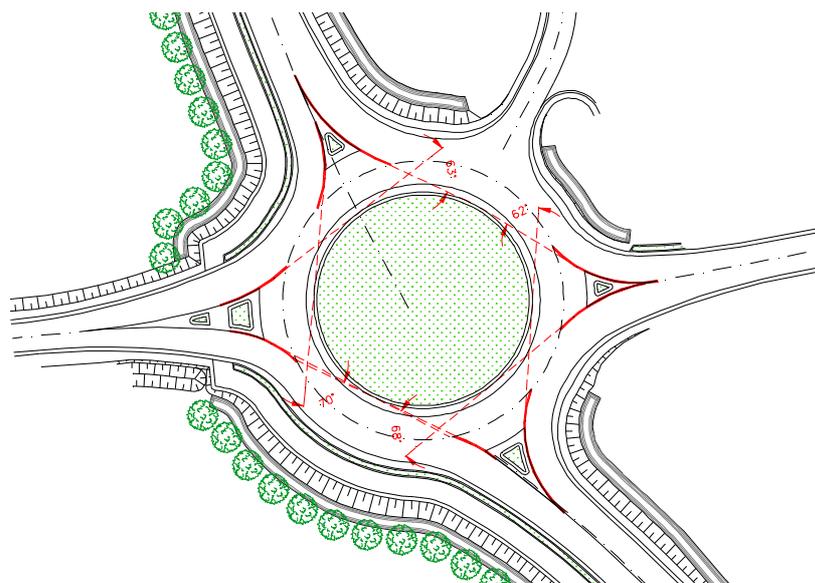
Verifica geometrica

La rotatoria presenta un diametro esterno pari a 44m e le geometrie caratteristiche rispettano quanto prescritto dalla normativa.

Verifica di deflessione

Si riportano di seguito gli schemi grafici relativi alle verifiche di deflessione per la rotatoria di via via Cason/via Macaccara.

In particolare, sono rappresentati gli angoli di deviazione delle traiettorie in attraversamento al nodo. I valori dell'angolo di deviazione β (82° , 86°) risultano ampiamente superiori a 45° come indicato nella normativa nazionale.



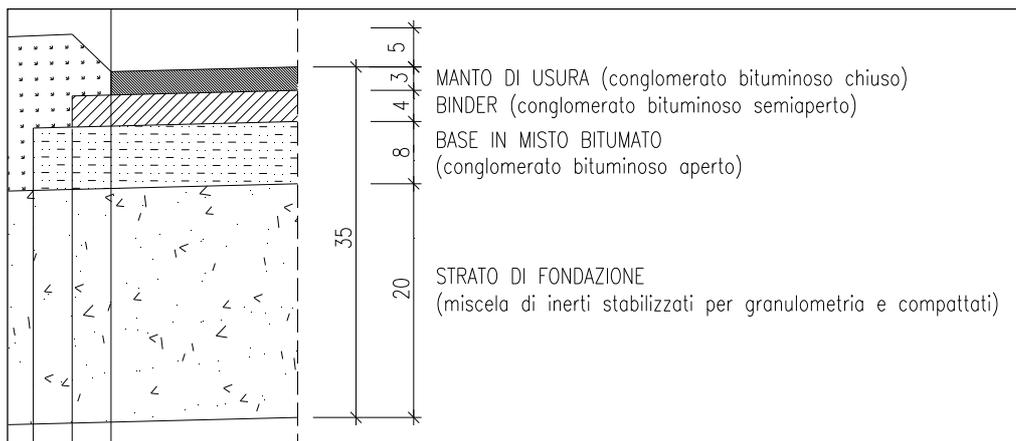
Rotatoria via Cason/via Macaccara - Verifiche di deflessione per le manovre di attraversamento (da D.Lgs. 19 aprile 2006 - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali).

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.



4.4 Barriere di sicurezza

In conformità al D.M. LL. PP. 03/06/98, integrato e modificato dal successivo D.M. LL. PP. 11/06/99, una barriera che assolva le proprie funzioni in modo ottimale deve poter reagire, in qualsiasi modalità d'urto, al veicolo collidente in modo da garantire:

- l'invalidabilità, in modo da assicurare la sicurezza di tutto ciò che si trova oltre la struttura di contenimento;
- un graduale rientro in carreggiata del veicolo dopo l'urto, con un angolo di ritorno tale da non arrecare danni agli altri veicoli occupanti la carreggiata;
- le minori decelerazioni possibili per gli occupanti il veicolo, in modo da contenere i danni sia alle persone che al veicolo.

La classificazione delle barriere è attualmente basata sull'energia cinetica posseduta dal veicolo collidente, ed è fornita dalla seguente espressione:

$$L_c = \frac{1}{2} M (v \sin \phi)^2$$

Dove:

L_c = livello di contenimento (kJ);

M = massa del veicolo (t);

v = velocità d'impatto (m/s);

ϕ = angolo di impatto.

Si definisce convenzionalmente indice di severità l'energia cinetica posseduta dal mezzo all'atto dell'impatto calcolata con riferimento alla componente della velocità ortogonale alle barriere. In base alla L_c è possibile classificare la capacità di contenimento delle barriere di sicurezza fornendo una condizione che esula dai materiali utilizzati e dalle caratteristiche di funzionamento, tenendo solo conto dell'efficacia del manufatto. Come già detto la Normativa italiana ha recepito questa classificazione e ha definito 6 classi di efficacia, ognuna delle quali con un L_c minimo; la prima classe (N1), deve resistere ad un impatto con un L_c di almeno 44 kJ mentre la sesta classe (H4) deve tollerare un L_c di almeno 572 kJ.

La scelta delle barriere avviene tenendo conto della loro destinazione e ubicazione, del tipo e delle caratteristiche della strada, nonché di quelle del traffico, che interesserà l'arteria, classificato in ragione dei suoi volumi, della presenza dei mezzi che lo compongono e distinto nei tre tipi seguenti:

1. Traffico tipo I: quando $TGM \leq 1000$ con qualsiasi percentuale di veicoli merci o quando $TGM > 1000$ con la presenza di veicoli di peso superiore a 30 kN non sia superiore al 5% del totale;
2. Traffico tipo II: quando, con $TGM \geq 1000$, la presenza di veicoli di peso superiore a 30 kN sia compresa tra il 5% ed il 15% del totale;
3. Traffico tipo III: quando, con $TGM \geq 1000$, la presenza di veicoli di peso superiore a 30 kN sia maggiore del 15% del totale.

Per TGM si intende il Traffico Giornaliero Medio annuale nei due sensi.

La seguente tabella riporta, in funzione del tipo di strada, del tipo di traffico, e della destinazione della barriera, le classi minime di barriere da impiegare. Si fa riferimento alla classificazione prevista dal Decreto Legislativo 30.4.1992, n° 285 (*Nuovo Codice della Strada*), e successive modificazioni, per definire la tipologia della strada di progetto.

Relazione strada - traffico - classe della barriera

TIPO DI STRADE	TRAFFICO	DESTINAZIONE		
		a spartitraffico*	b bordo laterale	c bordo ponte
Autostrade (A)	I	H2	H1	H2
Strade extraurbane Principali (B)	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4	H2-H3	H4
Strade extraurbane secondarie (C)	I	H1	N2	H2
Strade urbane di scorrimento (D)	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade urbane di quartiere (E)	I	N2	N1	H2
Strade Locali (F)	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

* ove esistente

Nel caso in esame si prevede l'installazione di barriere di sicurezza tipo H2 lungo i rami della rotatoria C a protezione dei pali per l'illuminazione stradale.

Viene garantita la lunghezza minima di installazione.

Si rimanda all'elaborato "*Planimetria segnaletica e barriere di sicurezza- INOR11EE2P7NV220B001*" nel quale sono riportate le progressive e le varie classi previste per l'opera in oggetto.