

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP J11H03000030008

U.O. INFRASTRUTTURE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA MODANE-TORINO

Adeguamento linea storica tratta Bussoleno-Avigliana

Realizzazione Sottostazioni Elettriche nelle località di Borgone e Avigliana

VIABILITA' DI ACCESSO SSE DI AVIGLIANA

Relazione Tecnica Stradale

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

NT01 05 D 26 RH NV0200 001 1

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
1	Emissione per commenti	E. Banfi	Gennaio 2020	A. Kraczyna	Gennaio 2020	F. Perrone	Gennaio 2020	 ITALFERR - UO INFRASTRUTTURE NORD Dot. Ing. Francesco Sacchi Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma n. 23172 Sez. A	

File: NT01.0.5.D.26.RH.NV.02.0.0.001.1

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	4
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO E LINEE GUIDA.....	5
2.2	GEOMETRIA DELL'ASSE.....	7
2.3	ANDAMENTO PLANIMETRICO.....	7
2.4	RETTIFILI.....	7
2.5	CURVE CIRCOLARI.....	8
2.6	PENDENZE TRASVERSALI NEI RETTIFILI E NELLE CURVE CIRCOLARI.....	9
2.7	DISTANZE DI VISIBILITÀ.....	11
2.8	ANDAMENTO ALTIMETRICO.....	13
2.9	COORDINAMENTO PLANO-ALTIMETRICO.....	15
3	VERIFICA NORMATIVA.....	16
3.1	DIAGRAMMA DELLE VELOCITÀ'.....	16
3.2	VERIFICA VISUALE LIBERA.....	17
3.3	VERIFICA PARAMETRI ROTATORIA.....	18
3.4	VERIFICA DELL'ANGOLO DI DEFLESSIONE.....	19
3.5	VERIFICA DELLA VISIBILITÀ' INTERNA ALLA ROTATORIA.....	20
4	SEZIONE TIPO.....	22
4.1	ELEMENTO CORDOLO.....	23
5	PISTA CICLABILE.....	23
6	PAVIMENTAZIONE.....	25
7	BARRIERE DI SICUREZZA.....	26
8	SEGNALETICA.....	28

1 PREMESSA

Nell'ambito del progetto di adeguamento della linea storica Modane-Torino, nella tratta di competenza del Lotto 5 è necessaria la costruzione di una nuova Sottostazione Elettrica, a servizio della linea ferroviaria, nel Comune di Avigliana. Essendo l'area individuata per la realizzazione dell'impianto interclusa tra la ferrovia a Sud, la SS25 a Nord e due rotatorie a Est ed Ovest, si è prevista la realizzazione di una nuova strada di servizio che garantisca l'accesso alla SSE. Il nuovo collegamento tra le rotatorie esistenti, avrà lunghezza pari a 360 m circa ed un andamento planimetrico parallelo alla ferrovia, salvo i tratti di raccordo con l'esistente.



Figura 1 - Inquadramento d'insieme: stato di fatto.

2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento prevede la realizzazione di una viabilità di nuova costruzione inquadrata come "strada a destinazione particolare" a servizio della sottostazione elettrica, anch'essa in fase di progettazione.

La configurazione prevista è quella di una strada a singola corsia, della lunghezza di circa 360 m che parte dalla rotatoria posta sulla SSE25 e si innesta nella rotatoria posta su Corso Torino.

La strada per l'intera estensione è affiancata, in destra, da una pista ciclo-pedonale che si collega a quella già esistente, proveniente nel lato Est da Via Martin Luther King e dal lato Ovest da Corso Torino.

Nella realizzazione di questa nuova viabilità si prevede anche la riprogettazione dell'innesto di Via San Tommaso.

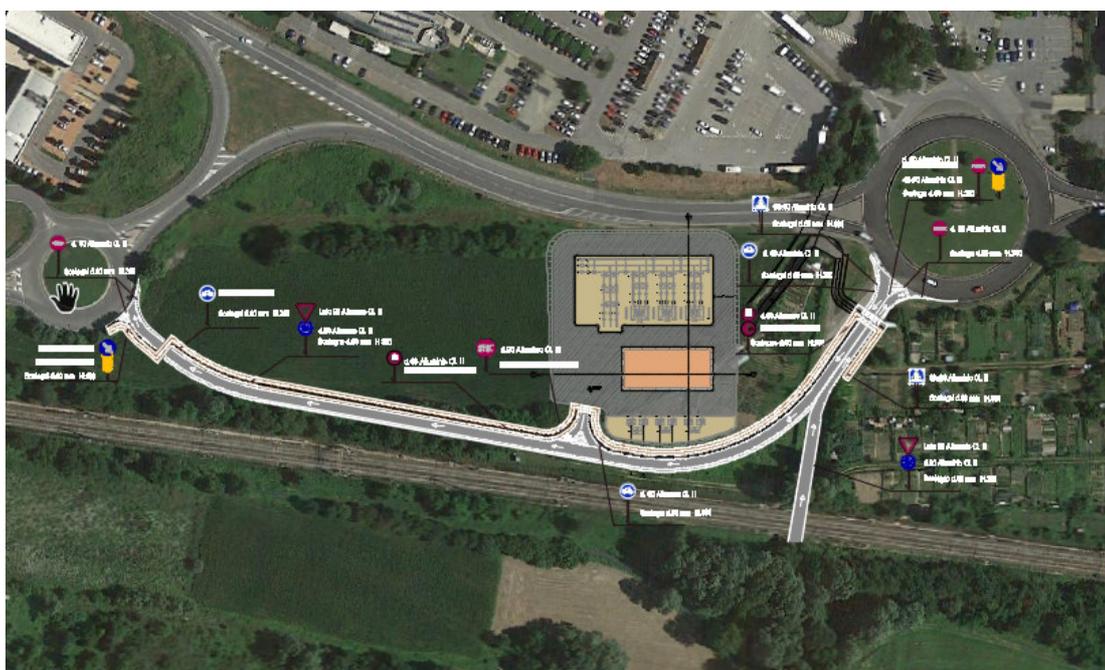


Figura 2 – Inquadratura d'insieme dell'intervento.

Il collegamento della futura sottostazione con la nuova viabilità è effettuato tramite intersezione a raso alla Pk. 0+162.55 m della rampa.

Le due viabilità vengono raccordate attraverso due curve monocentriche di raggio 13.00 m.

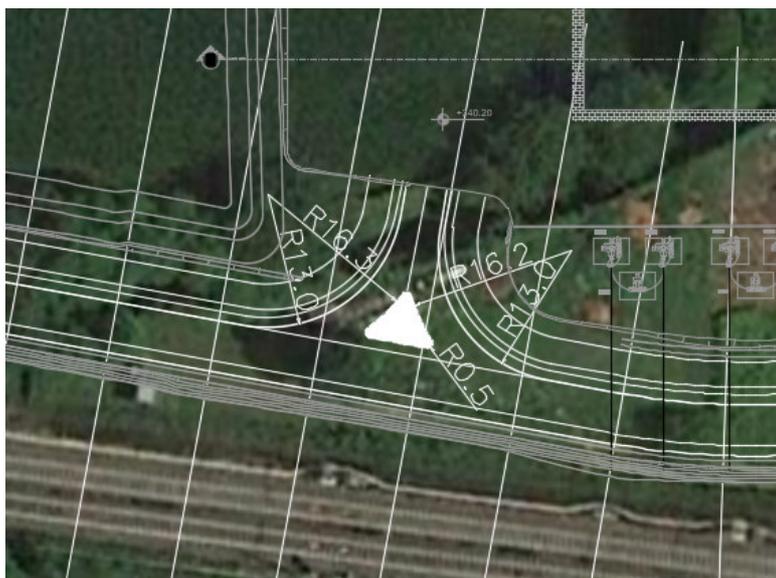


Figura 3 – Intersezione strada di collegamento alla nuova SSE.

2.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO E LINEE GUIDA

Si riporta nel seguito l'elenco delle disposizioni legislative adottate per la definizione geometrico-funzionale delle viabilità:

- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (2001) Decreto 5 novembre 2001. Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade, Pubblicato sulla G.U. N.5 del 4 gennaio 2002.
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (2004) Decreto 22 aprile 2004, n°67/S Modifica del decreto 5 novembre 2001, n°6792, recante "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", pubblicato sulla G.U. del 25 giugno 2004.
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (2005) Commissione per la predisposizione di nuove norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti - "Norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti ", 11° bozza del 20 aprile 2005.
- Ministero delle Infr. e Trasp., Decreto del 19 aprile 2006, Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali. Pubblicato sulla GU N. 170 del 24/07/2006.



LINEA MODANE-TORINO
Adeguamento linea storica tratta Bussoleno-Avigliana
Realizzazione Sottostazioni Elettriche nelle località di Borgone
e Avigliana

OPERE CIVILI
Relazione tecnica stradale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NT01	05	D 26 RH	NV 02 00 001	1	6 di 28

2.2 GEOMETRIA DELL'ASSE

La nuova viabilità di collegamento verrà classificata come “strada locale a destinazione particolare” prevista dall'art. 3.5 del DM 5/11/2001.

Nella definizione dell'asse, l'andamento planimetrico e quello altimetrico vengono studiati separatamente. Gli elementi previsti per la progettazione dell'andamento planimetrico sono elementi a curvatura costante e rettili, mentre quello altimetrico si articola in una successione di livellette e raccordi concavi o convessi.

2.3 ANDAMENTO PLANIMETRICO

Il tracciato planimetrico della viabilità è costituito da una successione di elementi geometrici, quali i rettili, le curve circolari, non sono stati inseriti degli elementi a curvatura variabile (clotoidi) a causa degli spazi ristretti. Lo studio dell'asse planimetrico prevede un unico asse posizionato sul ciglio destro, che coincide anche con l'asse di rotazione della piattaforma stradale.

2.4 RETTIFILI

Per questi elementi compositivi dell'asse planimetrico, il Decreto 5/11/2001 fissa dei valori limite, superiore e inferiore, in funzione della velocità massima di progetto.

Per il valore massimo tale adozione è dovuta alle esigenze di evitare il superamento delle velocità da Codice della Strada, la monotonia, la difficile valutazione delle distanze e per ridurre l'abbagliamento nella guida notturna; tale valore si calcola con la formula:

$$L_r = 22 \times V_{p \text{ Max}} \text{ [m]}$$

nella tipologia della viabilità in oggetto, $V_{p,max}=60$ km/h, risulta pari a 2.200 m. Il valore minimo è invece fissato per poter essere correttamente percepito dall'utente, secondo i valori riportati nella tabella seguente (per Velocità si intende la velocità massima che si desume dal diagramma di velocità):

Velocità [km/h]	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Lunghezza min [m]	30	40	50	65	90	115	150	190	250	300	360

2.5 CURVE CIRCOLARI

Anche per le curve circolari la normativa impone dei valori minimi per permettere all'utente la percezione dell'elemento curvilineo: infatti il decreto recita che: 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.

Inoltre, tra due curve successive i rapporti tra i raggi di curvatura R_1 e R_2 di due curve successive devono collocarsi nella zona "buona" di cui all'abaco successivo:

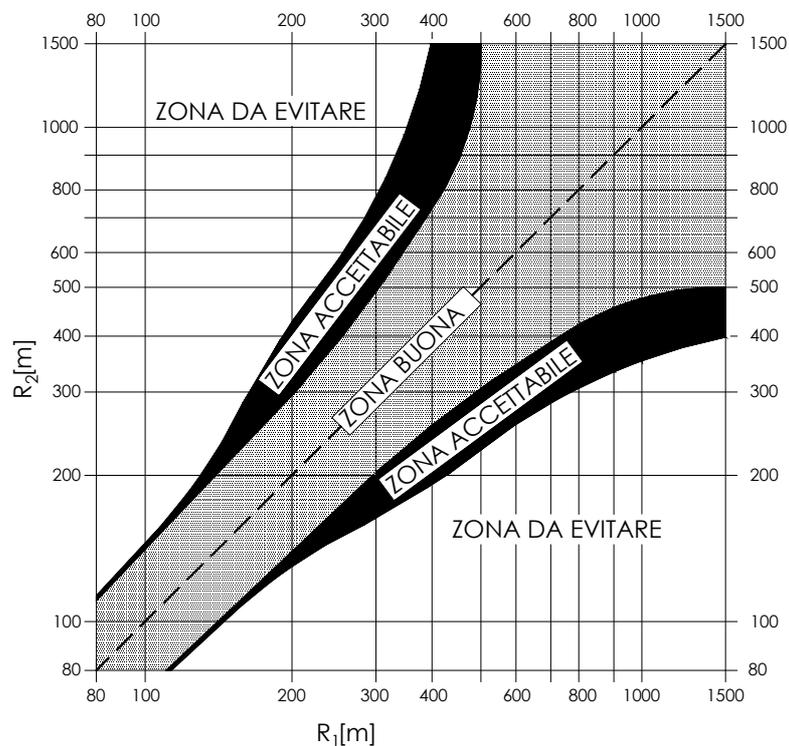


Figura 4 - Abaco curve circolari

2.6 PENDENZE TRASVERSALI NEI RETTIFILI E NELLE CURVE CIRCOLARI

La pendenza minima trasversale in rettilineo è pari al valore 2,5%; in curva circolare invece la carreggiata è inclinata verso l'interno e il valore di pendenza trasversale è mantenuto costante su tutta la lunghezza dell'arco di cerchio. Il valore massimo per la strada in questione è pari al 7%.

La relazione matematica che regola il valore di pendenza trasversale alla velocità di progetto e al raggio di curvatura della curva è espressa dalla seguente formula:

$$\frac{V_p^2}{R \times 127} = q + f_t$$

dove:

Vp = velocità di progetto della curva [km/h];

R = raggio della curva [m];

q = pendenza trasversale/100;

f_t = quota parte del coeff. di aderenza impegnato trasversalmente.

La quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile trasversalmente f_t max, valgono i valori della normativa di seguito riportati. Tali valori tengono conto, per ragioni di sicurezza, che una quota parte dell'aderenza possa essere impegnata anche longitudinalmente in curva.

Velocità km/h	25	40	60	80	100	120	140
aderenza trasv. max imp. f_t max per strade tipo A, B, C, F extraurbane, e relative strade di servizio	-	0,21	0,17	0,13	0,11	0,10	0,09
aderenza trasv. max imp. f_t max per strade tipo D, E, F urbane, e relative strade di servizio	0,22	0,21	0,20	0,16	-	-	-

Tabella 1 – Coefficiente di aderenza in impegnato trasversalmente.

Per velocità intermedie fra quelle indicate si provvede all'interpolazione lineare.

Assegnata la velocità di progetto esiste un valore di raggio minimo che corrisponde al valore calcolato con la formula precedente fissando la velocità al valore inferiore dell'intervallo e imponendo la pendenza trasversale massima (rispettivamente i valori 40 km/h e 0,07): per la viabilità in oggetto tale valore risulta 51 m.

Se il raggio di curvatura è maggiore del valore $R_{2,5}$, si assume la pendenza trasversale pari al valore di 2,5% come se si fosse in curva. Oltre un certo raggio di curvatura si può mantenere la pendenza trasversale in rettilineo essendo comunque garantito l'equilibrio dinamico del veicolo: tale valore per la viabilità in oggetto è pari a $R'=1150$ m.

Per valori intermedi del raggio R inferiori a $R_{2,5}$ si fa riferimento alla figura seguente:

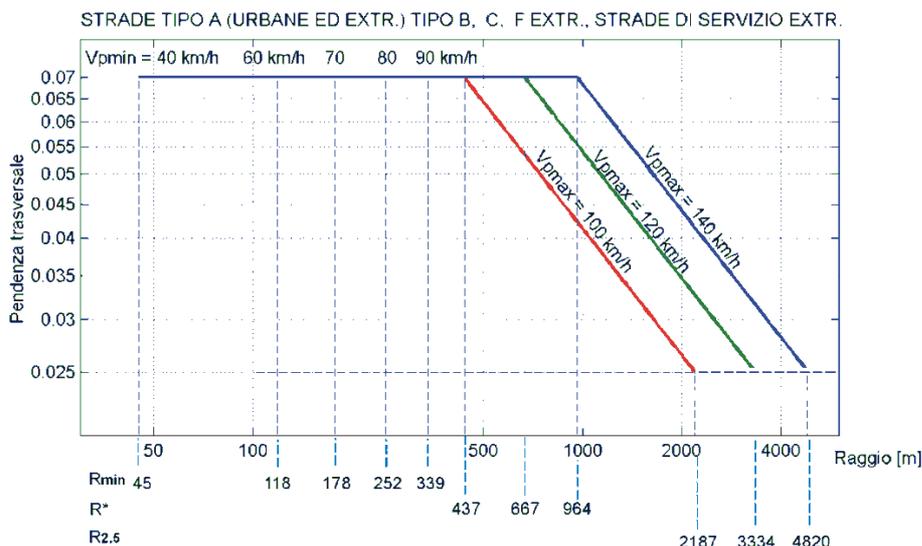


Figura 5 - Valori di pendenza trasversale in funzione della Vp

2.7 DISTANZE DI VISIBILITÀ

Per distanza di visuale libera o di visibilità 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.

Lungo il tracciato stradale la distanza di visuale libera deve essere confrontata, in fase di progettazione ed a seconda dei casi successivamente precisati, con la 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. La relazione di calcolo della distanza di visibilità per l'arresto si calcola con la formula integrale:

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

dove:

D1 = spazio percorso nel tempo τ

D2 = spazio di frenatura

V0 = velocità del veicolo all'inizio della frenatura, pari alla velocità di progetto desunta puntualmente dal diagramma delle velocità [km/h]

V1 = velocità finale del veicolo, in cui V1 = 0 in caso di arresto [km/h]

i = pendenza longitudinale del tracciato [%]

τ = tempo complessivo di reazione (percezione, riflessione, reazione e attuazione) [s]

g = accelerazione di gravità [m/s²]

Ra = resistenza aerodinamica [N]

m = massa del veicolo [kg]

fl = quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile longitudinalmente per la frenatura

r0 = resistenza unitaria al rotolamento, trascurabile [N/kg]

La resistenza aerodinamica Ra si valuta con la seguente espressione :

$$Ra = \frac{1}{2 \times 3,6^2} \rho C_x S V^2 \quad [N]$$

dove:

Cx = coefficiente aerodinamico

S = superficie resistente [m²]

ρ = massa volumica dell'aria in condizioni standard [kg/m³]

Per f_i con riferimento alla categoria non autostradali la normativa da i seguenti valori (compatibili anche con superficie stradale leggermente bagnata con spessore del velo idrico di 0,5 mm):

VELOCITA' [km/h]	25	40	60	80	100	120	140
f_i Altre strade	0.45	0.43	0.35	0.30	0.25	0.21	-

Tabella 2 – Coefficiente di aderenza longitudinale.

Inserendo i corretti valori dei diversi parametri, l'integrale si riduce ad una sommatoria i quanto la funzione integrando assume la forma "a gradini" e si determinano i valori così diagrammabili:

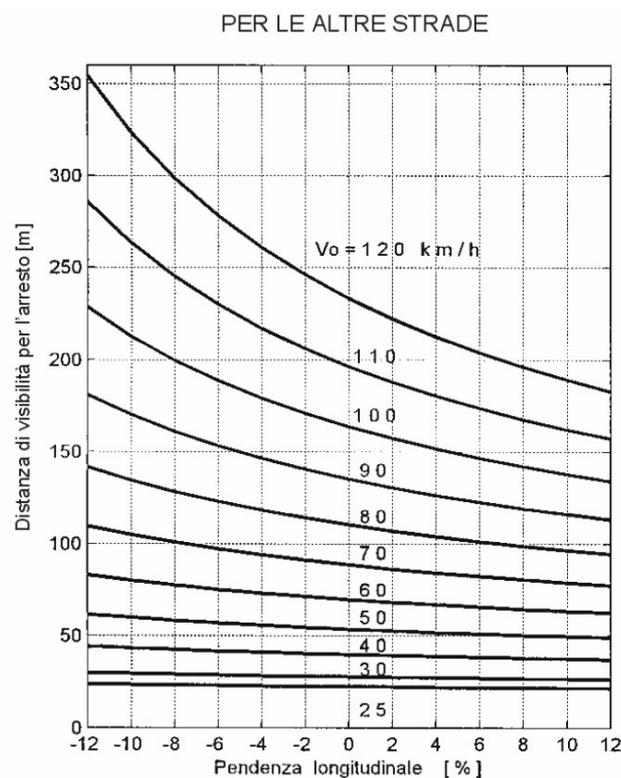


Figura 6 - Abaco distanza visibilità

2.8 ANDAMENTO ALTIMETRICO

Il profilo altimetrico è costituito da tratti a pendenza costante (livellette) collegati da raccordi verticali convessi e concavi.

Per i raccordi verticali, concavi e convessi, vanno dimensionati con riferimento alle distanze di visibilità, già discusse. I valori minimi sono stabiliti, essenzialmente, allo scopo di assicurare il comfort all'utenza e per assicurare le visuali libere per la sicurezza di marcia.

In base al primo criterio si pone un limite all'accelerazione verticale ovvero:

$$A_v = \frac{v_p^2}{R_v} \leq a_{lim} \quad [m/s^2]$$

dove:

v_p è la velocità di progetto desunta dal diagramma di velocità [m/s],

R_v è il raggio del raccordo verticale nel vertice della parabola [m],

a_{lim} è l'accelerazione verticale limite pari a 0,6 [m/s²], da cui risulta un valore minimo del raggio del raccordo verticale pari a:

$$R_v = 0,129 \cdot V_p^2 \quad [m]$$

Dove V_p è la velocità di progetto desunta puntualmente dal diagramma di velocità [km/h].

In base al secondo criterio e sapendo che i raccordi sono eseguiti con archi di parabola quadratica ad asse verticale, il cui sviluppo viene calcolato con l'espressione:

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

dove Δi è la variazione di pendenza percentuale delle livellette da raccordare ed R_v è il raggio del cerchio osculatore, nel vertice della parabola.

Fissata la distanza di visuale libera D che si vuole verificare lungo lo sviluppo del tracciato, le formule per il caso convesso sono:

- per D inferiore allo sviluppo L del raccordo

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

- per $D > L$

$$R_v = \frac{2 \times 100}{\Delta i} \left[D - 100 \frac{h_1 + h_2 + 2 \times \sqrt{h_1 \times h_2}}{\Delta i} \right]$$

Si pone da 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.

2.9 COORDINAMENTO PLANO-ALTIMETRICO

Per coordinamento piano-altimetrico si intendono quegli accorgimenti tesi a garantire una percezione chiara delle caratteristiche del tracciato stradale ed evitare variazioni brusche delle linee che lo definiscono nel quadro prospettico, coordinando sotto certe regole l'andamento planimetrico e quello altimetrico.

Le regole da osservare per un buon coordinamento sono le seguenti:

- Occorre evitare che il punto di inizio di una curva planimetrica coincida o sia prossimo con la sommità di un raccordo verticale convesso. Se ciò si verifica, risulta mascherato il cambiamento di direzione in planimetria. Un miglioramento del quadro prospettico lo si ottiene anticipando l'inizio dell'elemento curvilineo planimetrico quanto più possibile.
- Occorre evitare che un raccordo planimetrico inizi immediatamente dopo un raccordo concavo. Se ciò si verifica la visione prospettica dei cigli presenta una falsa piega.
- Quando non sia possibile spostare i due elementi in modo che le posizioni dei rispettivi vertici coincidano, un miglioramento della qualità ottica del tracciato lo si ottiene imponendo che il rapporto fra il raggio verticale R_v ed il raggio della curva planimetrica R sia ≥ 6 .
- Occorre evitare l'inserimento di raccordi verticali concavi di piccolo sviluppo all'interno di curve planimetriche di grande sviluppo. In questo caso, la visione prospettica di uno dei cigli

presenta difetti di continuità. Per correggere tale difetto occorre aumentare il più possibile il rapporto R_v/R in modo che gli sviluppi dei due raccordi coincidano.

- Occorre evitare il posizionamento di un raccordo concavo immediatamente dopo la fine di una curva planimetrica. Anche in questo caso nelle linee di ciglio si presentano evidenti difetti di continuità ed inoltre si percepisce un restringimento della larghezza della sede stradale che può indurre l'utente ad adottare comportamenti non rispondenti alla reale situazione del tracciato. Questo difetto può essere ancora corretto portando a coincidere i vertici dei due elementi.
- Occorre evitare che il vertice di un raccordo concavo coincida o sia prossimo ad un punto di flesso della linea planimetrica. Anche in questo caso la visione prospettica è falsata e l'utente percepisce un falso restringimento della larghezza della sede stradale. Per ovviare a tale difetto si provvede come nel caso precedente.

3 VERIFICA NORMATIVA

3.1 DIAGRAMMA DELLE VELOCITA'

La velocità di progetto adottata per la verifica della nuova viabilità è pari a 60 km/h ad eccezione per i tratti di entrata e di uscita, i quali si innestano in due rotatorie. In questi casi la velocità adottata è di 25 km/h, tenendo conto che l'utente non sempre effettua il completo arresto della vettura.

Si assume come valore di accelerazione e di decelerazione $0,8 \text{ m/s}^2$

Il valore della velocità di progetto massima considerata rientra comunque all'interno dell'intervallo di velocità previsto per le sezioni tipo in oggetto secondo il DM 2001.

Si riporta anche la verifica sugli elementi geometrici, nello specifico rettili e curve circolari.

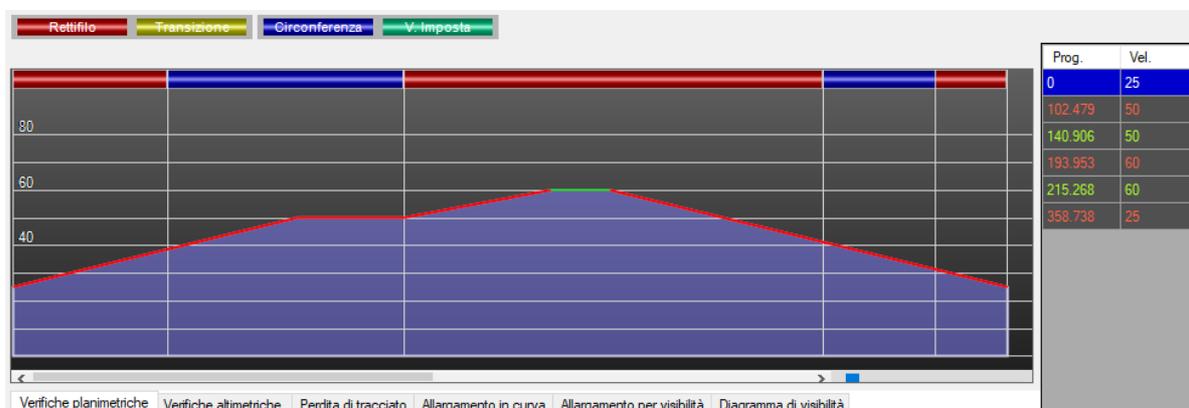


Figura 7 – Diagramma delle velocità strada di collegamento

Tipo Elem	Prog In	Prog out	R	V Max	Lungh	A	Qi	Qf	B	Di	t (sec)	T Circ	Rmin	Lmin	Lmax
▶ Rettifilo	0	55.619		38.568	55.619									30	1320
Circonferenza	55.619	140.906	75	50	85.287		0.07	0.07			6.141	2.5	Verificato		
Rettifilo	140.906	292.389		60											1320
Circonferenza	292.389	332.88	78	41.186	40.491		0.07	0.07			3.539	2.5	Verificato		
Rettifilo	332.88	358.738		31.308	25.858									30	1320

Figura 8 – Verifica degli elementi planimetrici.

3.2 VERIFICA VISUALE LIBERA

Al fine di garantire la sicurezza legata alla visuale libera, è stato verificato che la distanza della manovra più vincolante (arresto) sia minore della visuale offerta nei diversi raccordi altimetrici.

A tal proposito, considerando le velocità e i dati plano-altimetrici si ha che:

Tipo Racc	P. In	P. Out	P. Media	R	Prog In	Prog out	V Max	Delta P.	Dist Arr	Dist Sorp	Dist C C	Verso Marcia	R Ottico	R Din
Concavo	-2.714	2.5	-0.107	-600	14.317	45.588	36.121	5.213	25.773	0	0	Inverso	289.81	
Convesso	0.464	-2.714	-1.125	900	98.389	126.975	50	3.177	33.499	0	0	Inverso	+Infinito	321.502
Concavo	-2.498	0.464	-1.017	-800	326.029	349.715	32.98	2.962	23.87	0	0	Inverso	+Infinito	139.873

Figura 9 – Verifica degli elementi altimetrici

3.3 VERIFICA PARAMETRI ROTATORIA

In merito alla classificazione del D.M. 19/4/2006.

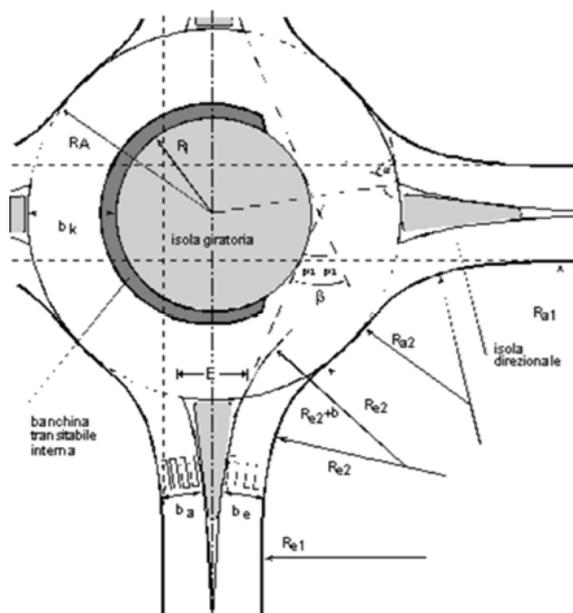


Figura 10 - Schema rotatoria

ELEMENTO DI PROGETTO	CATEGORIE					
	Mini Rotatorie	Compatte	Urbane singola corsia	Urbane doppia corsia	Extraurbane singola corsia	Extraurbane doppia corsia
Velocità max. di ingresso [km/h]	25	25	35	40	40	50
Massimo numero di corsie in entrata per ciascun ramo (dimensione corsie [m])	1	1	1	2	1	2
Dimensione entrata [m]	3.50	3.50	3.50	6.00	3.50	6.00
Dimensione uscita [m]	4.00		D ≤ 25 m	4.50	D ≥ 25 m	
Diametro D tipico del cerchio inscritto [m]	13÷25	25÷30	30÷40	40÷50	25÷40	40÷50
Dimensione corona giratoria [m]	8	7	7 o 8÷9(1)	8÷9	6 o 8÷9(1)	8÷9
Raggi di ingresso Re2 [m]	10		5 x Re2			
Raggi di ingresso Re1 [m]	5 x Re2					
Raggio di uscita Ra2 [m]	12		14			
Raggio di uscita Ra1 [m]	5 x Ra2					
Angolo di deviazione b [°]	si		raccomanda	almeno		45°
Angolo di ingresso a [°]	80°÷90°		si	raccomanda		≥ 70°
Volume di traffico tipico sui 4 rami (veic/gg)	10000	15000	20000	(*)	20000	(*)

Figura 11 - Valori minimi rotatorie e rami

Le rotatorie in esame sono 2 e risultano avere un raggio esterno pari:

Rotatoria 1 – SSE25, 37 m;

Rotatoria 2 – Corso Torino, 25 m;

I valori risultano coerenti con il tracciamento dell'innesto progettato

3.4 VERIFICA DELL'ANGOLO DI DEFLESSIONE

Per garantire la sicurezza della circolazione si è verificato che le velocità in ingresso alle rotatorie debbano essere moderate, per garantire questo il DM2006 ci consiglia un angolo di deflessione delle traiettorie β di 45° .

Sulla prima rotatoria che si andrà ad innestare su Corso Torino l'angolo di deflessione raggiunge i $42,7^\circ$. Il valore è leggermente inferiore a quello consigliato dalla normativa ma comunque accettabile. Sulla seconda rotatoria collocata sulla SSE25 l'angolo di deflessione raggiunge invece i 110° .

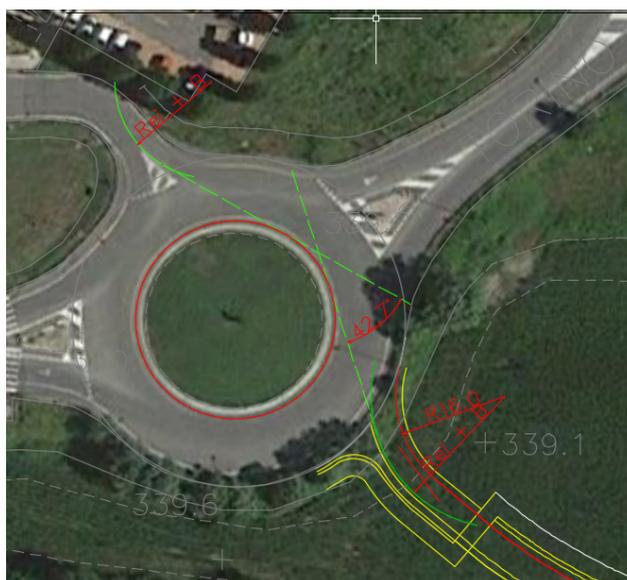


Figura 12 - Controllo velocità ingresso Rotatoria Corso Torino

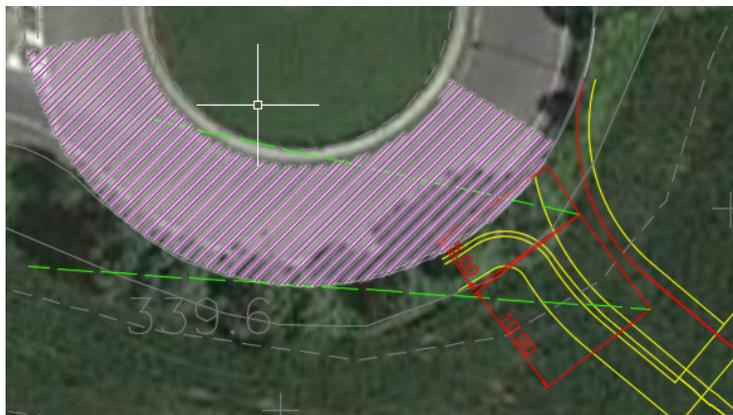


Figura 14 – Controllo della visibilità sulla rotatoria a Corso Torino

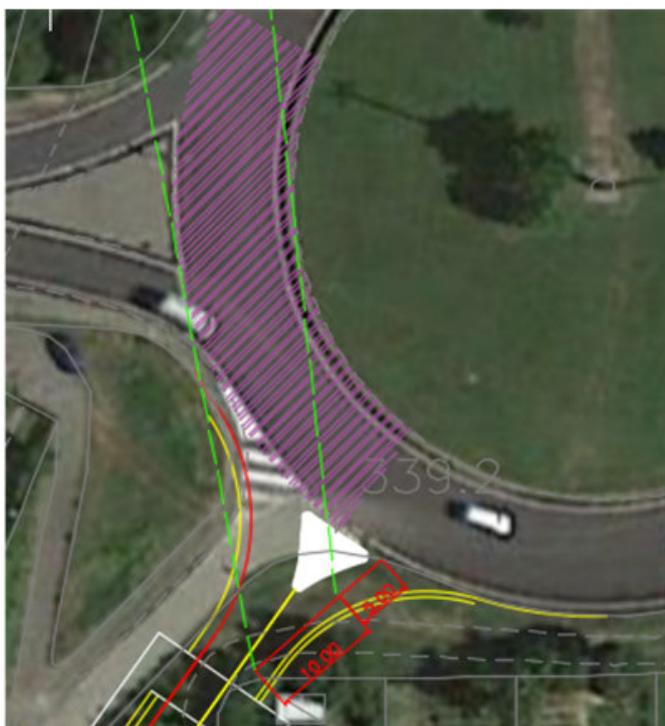


Figura 15 – Controllo della visibilità sulla rotatoria SSE25

4 SEZIONE TIPO

Nel presente Progetto si possono individuare le seguenti sezioni tipo:

- La prima piattaforma rappresenta la sezione stradale in uscita dalla rotatoria posta più a Est, dove la corsia della Rampa_monodirezionale di $B1=3.50$ m è affiancata alla corsia che si collegherà con la viabilità già esistente di Via San Tommaso di $B2=2.75$, tale corsia sfiocca dall'asse principale ad una Pk. $0+050.00$ m. su entrambi i lati della carreggiata è presente la pista ciclabile separata da un "cordolo" non sormontabile.
- La seconda piattaforma è quella che costituisce la rampa monodirezionale, con un'unica corsia di $L=4.00$ m e pista ciclo-pedonale in destra, anche qui separata dal "cordolo". L'asse di rotazione della piattaforma è posto in destra.

Sezione tipo Rampa Bidirezionale - Trincea

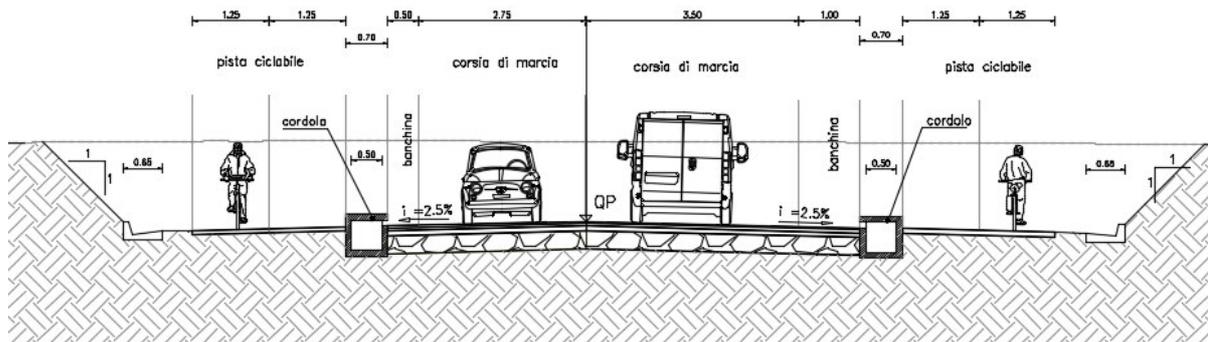


Figura 16 - Sezione tipo Bidirezionale

Sezione tipo

Rampa Monodirezionale - Trincea

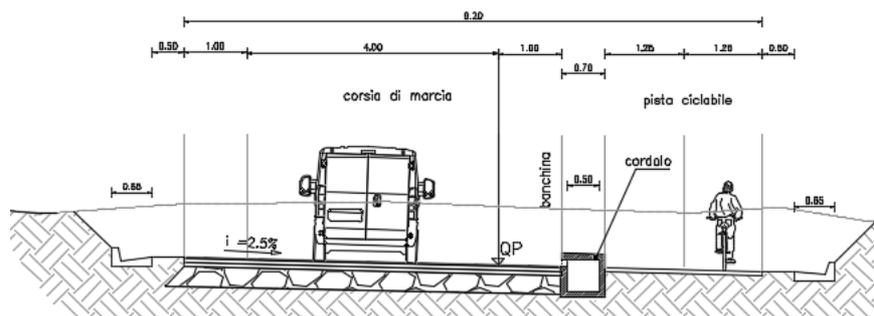


Figura 17 - Sezione tipo Monodirezionale

4.1 ELEMENTO CORDOLO

L'elemento "cordolo" che si è scelto di utilizzare in questo progetto, è stato dimensionato con lo scopo di svolgere una duplice funzione:

- La prima è di separatore fisico tra carreggiata e pista ciclabile;
- La seconda è quella di elemento idraulico per la raccolta delle acque di piattaforma.

Il "cordolo" verrà realizzato in calcestruzzo armato gettato in opera con dimensione esterna 70 x 70 cm e dimensioni interne 50 x 50 cm e con un'altezza dalla superficie di rotolamento di 20 cm. Sono state previste delle caditoie a "bocca di lupo" con un passo di 5 m.

5 PISTA CICLABILE

La pista ciclabile come già detto affianca la nuova viabilità per tutta la sua lunghezza e si attacca ad un tronco di pista ciclo-pedonale già esistente, proveniente da Via Martin Luther King che attraversa la rotatoria tramite un sottopasso e prosegue lungo Via Villa San Tommaso.

Per la realizzazione di questa tratta di collegamento, in prima fase è stata prevista la demolizione della tratta ciclo-pedonale esistente che va dal sottopasso alla pista di nuova progettazione, per una superficie totale di 72,30 mq.

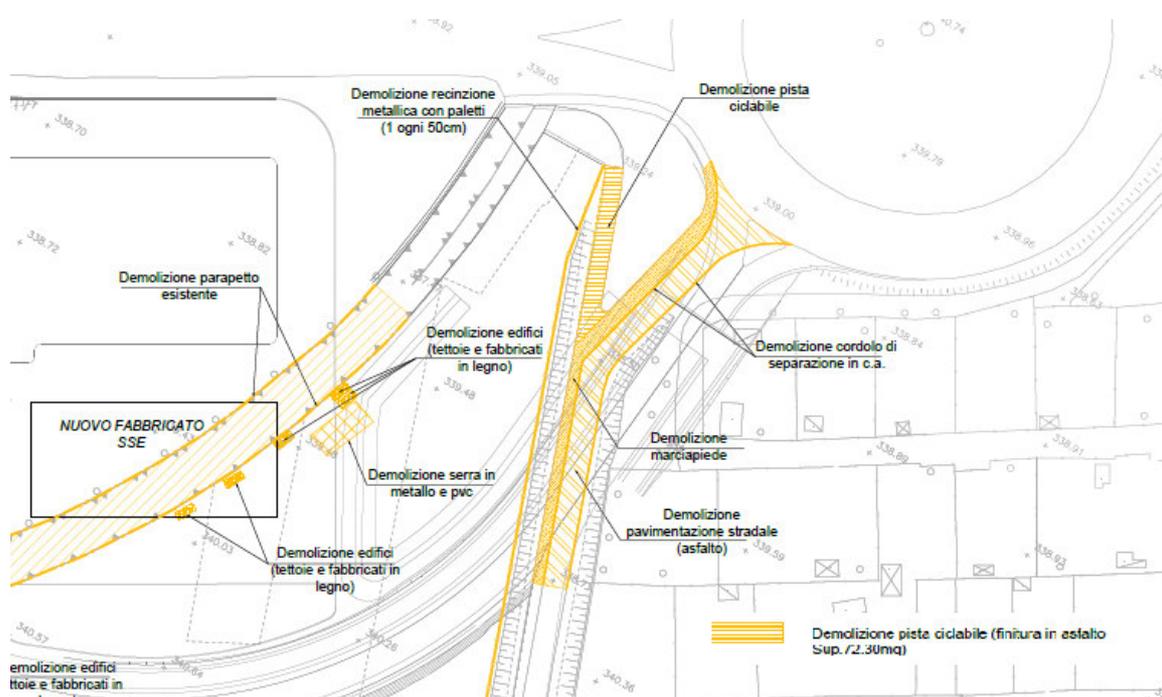


Figura 18 – Demolizione tratto ciclo-pedonale

Una volta avvenuta l'intera demolizione della pista esistente si procede alla sostituzione della stessa con una pavimentazione, composta da due strati principali costituiti da 8 cm di binder tradizionale e 20 cm di misto granulare.

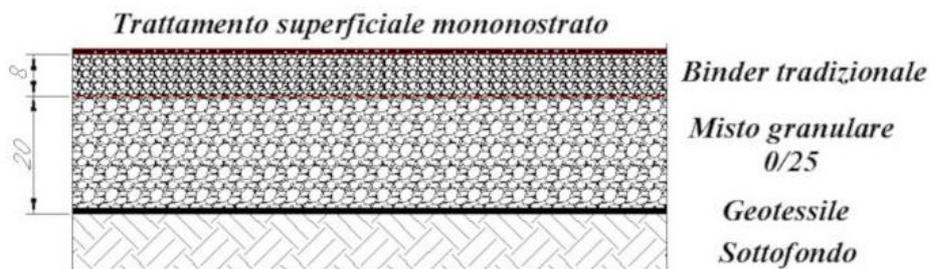


Figura 19 – Particolare pavimentazione della pista ciclo-pedonale.

6 PAVIMENTAZIONE

La pavimentazione prevista per la strada di nuova realizzazione, è presa dal catalogo italiano delle pavimentazioni stradali, con previsione di un traffico debole ESAL80kN di 1-2 MLN.

Il pacchetto è costituito da due strati superficiali di conglomerato bituminoso (Usura – Binder) dello spessore rispettivamente di 3 cm e 5 cm e due strati più profondi di misto granulare (Base e Fondazione) dello spessore rispettivamente di 8cm e 30cm.

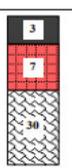
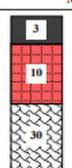
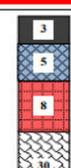
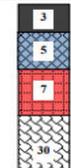
Quota: fino a 500 m	LIVELLO DI TRAFFICO [ESAL _{80kN}]				LEGENDA:	
	< 0,5 MLN	0,5 – 1 MLN	1 – 2 MLN	2 – 4 MLN		
COTTOFONDO - Modulo di deformazione E_{v2} [MPa] con rapporto $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$	80					<ul style="list-style-type: none">  Usura  Binder  Base  Base a freddo con emulsione di bitume modificato  Base a freddo con bitume schiumato o emulsione bituminosa  Misto cementato  Misto granulare
	120					
						

Figura 20 - Particolare pavimentazione strada di nuova realizzazione

7 BARRIERE DI SICUREZZA

Ai fini del posizionamento e della scelta della tipologia della barriera di sicurezza da prevedere lungo il tracciato, si è fatto riferimento a quanto dettato dalle vigenti norme, ovvero:

- Ministero dei Lavori Pubblici D.M. 18 febbraio 1992, n° 223 (G.U. 16/3/1992, n°63) Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza;
- Ministero dei Lavori Pubblici D.M. 3 giugno 1998, (G.U. 29/10/1998, n°253) 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. 11.06.99 (Aggiornamento D.M. 15.10.96 e D.M. 18.02.92 n. 223) e ss.mm.ii. "Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza"
- Ministero delle Infrastrutture e Trasporti D.M. 21 giugno 2004, (G.U. 05/08/2004, n°84) Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale.
- Circolare Prot. 62032 21/07/2010 "Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali";
- D.M. 28/06/2011 "Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale";
- Normativa europea UNI EN 1317

Il progetto del posizionamento degli elementi di ritenuta tiene conto delle caratteristiche geometriche della sede stradale e della compatibilità dei dispositivi con gli spazi disponibili e gli altri vincoli esistenti.

L'analisi delle zone da proteggere è stata eseguita applicando i criteri di installazione riportati nel decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223, e successivi aggiornamenti e modifiche:

- i margini di tutte le opere d'arte all'aperto quali ponti, viadotti, ponticelli, sovrappassi e muri di sostegno della carreggiata, indipendentemente dalla loro estensione longitudinale e dall'altezza dal piano di campagna; la protezione dovrà estendersi opportunamente oltre lo sviluppo longitudinale strettamente corrispondente all'opera sino a raggiungere punti (prima e dopo l'opera) per i quali possa essere ragionevolmente ritenuto che il comportamento delle

barriere in opera sia paragonabile a quello delle barriere sottoposte a prova d'urto e comunque fino a dove cessi la sussistenza delle condizioni che richiedono la protezione;

- il margine laterale stradale nelle sezioni in rilevato dove il dislivello tra il colmo dell'arginello ed il piano di campagna è maggiore o uguale a 1 m; la protezione è necessaria per tutte le scarpate aventi pendenza maggiore o uguale a 2/3. Nei casi in cui la pendenza della scarpata sia inferiore a 2/3, la necessità di protezione dipende dalla combinazione della pendenza e dell'altezza della scarpata, tenendo conto delle situazioni di potenziale pericolosità a valle della scarpata (presenza di edifici, strade, ferrovie, depositi di materiale pericoloso o simili);
- gli ostacoli fissi (frontali o laterali) che potrebbero costituire un pericolo per gli utenti della strada in caso di urto, quali pile di ponti, rocce affioranti, opere di drenaggio non attraversabili, alberature, pali di illuminazione e supporti per segnaletica non cedevoli, corsi d'acqua, ecc, ed i manufatti, quali edifici pubblici o privati, scuole, ospedali, ecc, che in caso di fuoriuscita o urto dei veicoli potrebbero subire danni comportando quindi pericolo anche per i non utenti della strada. Occorre proteggere i suddetti ostacoli e manufatti nel caso in cui non sia possibile o conveniente la loro rimozione e si trovino ad una distanza dal ciglio esterno della carreggiata, inferiore ad una opportuna distanza di sicurezza; tale distanza varia, tenendo anche conto dei criteri generali indicati nell'art. 6, in funzione dei seguenti parametri: velocità di progetto, volume di traffico, raggio di curvatura dell'asse stradale, pendenza della scarpata, pericolosità dell'ostacolo.

Effettuata l'analisi e non riscontrando le criticità sopra riportate, si ritiene opportuno non utilizzare alcun tipo di barriera di sicurezza lungo la nuova viabilità.

Si prevede invece l'utilizzo di barriere di sicurezza nella nuova intersezione sulla rotatoria di Corso Torino, in quanto quelle esistenti verranno in parte demolite.



Figura 21 – Posizionamento nuove barriere di sicurezza.

8 SEGNALETICA

Il posizionamento della segnaletica sia verticale che orizzontale è avvenuto secondo le prescrizioni del Nuovo Codice della Strada Decreto Legislativo 30 aprile 1992, n.285 e del Regolamento di esecuzione e di attuazione - DPR 16 dicembre 1992, n. 495

La segnaletica verticale prevede segnali di precedenza, divieto ed obbligo conforme alla Normativa di riferimento e comunque con criteri che, in relazione alla condizione locale, garantiscano la chiarezza di percettibilità ed inducano l'utenza ad un comportamento consono all'ambiente stradale.

Si fa notare che il segnale di prescrizione riguardante la velocità massima della strada sia di 30 km/h, nonostante le verifiche siano state fatte con una velocità pari a 60 km/h, questo per non indurre l'utente ad un comportamento scorretto dato il poco spazio a disposizione, la presenza delle due rotatorie e l'intersezione con la SSE.