

S.G.C. E78 GROSSETO - FANO

Tratto Selci Lama (E45) - S. Stefano di Gaifa.
Adeguamento a 2 corsie del tratto della Variante di Urbania

PROGETTO DEFINITIVO

ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

<p>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</p> <p><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111</p> <p><i>Ing. Moreno Panfili</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657</p> <p><i>Ing. Claudio Muller</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 15754/8</p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria)</p> <p>GPI INGEGNERIA GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</p> <p>(Mandante)</p> <p>cooprogetti cocoprogetti</p> <p>(Mandante)</p> <p>engeko</p> <p>(Mandante)</p> <p>AIM Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p> <p>IL PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 2):</p> <p><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> ORDINE INGEGNERI ROMA N° 14035</p>
<p>IL GEOLOGO</p> <p><i>Dott. Geol. Salvatore Marino</i></p> <p>Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 1069</p>		
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</p> <p><i>Ing. Vincenzo Catone</i></p>		
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO</p> <p><i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i></p>		

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA

Parte generale

Relazione tecnica stradale

CODICE PROGETTO			NOME FILE	REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV.PROG.	ANNO	T00PS00GENRE01_B		
DPAN247	D	22	CODICE ELAB. T00PS00GENRE01	B	-
D					
C					
B	Rev. Ist.U.0039705 24/01/22 e Ist.U.0057794 01/02/22	Feb. '22	Maggiore	Resta	Guiducci
A	Emissione	Ottobre '21	Maggiore	Resta	Guiducci
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1.	<u>PREMESSA.....</u>	<u>3</u>
2.	<u>DESCRIZIONE GENERALE DELL' INTERVENTO</u>	<u>3</u>
3.1.	DESCRIZIONE TRACCIATO	5
4.	<u>RIFERIMENTI NORMATIVI</u>	<u>7</u>
5.	<u>SEZIONI TIPO</u>	<u>8</u>
5.1.	L'ASSE PRINCIPALE	8
5.2.	I RAMI SECONDARI DELLE ROTATORIE	9
5.3.	LE STRADE INTERPODERALI.....	10
5.4.	LE ROTATORIE DI PROGETTO.....	10
5.5.	OPERE D'ARTE	11
6.	<u>DIAGRAMMA DI VELOCITÀ DI PROGETTO.....</u>	<u>12</u>
6.1.1.	<i>Asse Principale</i>	12
6.1.1.	<i>Altri Assi</i>	13
7.	<u>CARATTERISTICHE PROGETTUALI E VERIFICHE ASSI</u>	<u>15</u>
7.1.	VERIFICA DELLE CARATTERISTICHE PLANIMETRICHE.....	15
7.2.	VERIFICA DELLE CARATTERISTICHE ALTIMETRICHE	19
7.3.	VERIFICA DELLE DISTANZE DI VISUALE LIBERA	21
7.3.1.	<i>REPORT ALLARGAMENTI PER GARANTIRE LA DISTANZA DI VISIBILITA'</i>	36
7.4.	<i>PENDENZE TRASVERSALI</i>	37
7.5.	<i>ALLARGAMENTI DELLA CARREGGIATA IN CURVA</i>	38
7.6.	<i>PIAZZOLE DI SOSTA</i>	39
8.	<u>CARATTERISTICHE PROGETTUALI E VERIFICHE SVINCOLI E ROTATORIE</u>	<u>40</u>
8.1.	VERIFICHE ROTATORIE DI PROGETTO	40
8.1.1.	<i>VERIFICHE ANGOLO DI DEVIAZIONE</i>	40
8.1.2.	<i>VERIFICHE VISIBILITA'</i>	41
9.	<u>VERIFICHE DI VISIBILITA' PER L'ARRESTO ALLE INTERSEZIONI</u>	<u>43</u>
9.1.	VERIFICA INTERSEZIONI A RASO DEL TIPO A "T"	43
9.2.	VERIFICA VISIBILITA' RAMO DI ENTRATA DELLA ROTATORIA	44
10.	<u>VERIFICHE INGOMBRI MEZZI PESANTI</u>	<u>47</u>
11.	<u>DATI DI TRAFFICO</u>	<u>56</u>
11.1.	LIVELLO DI SERVIZIO (LoS)	56
11.1.1.	<i>Asse Principale</i>	56

PROGETTAZIONE ATI:

11.1.1. Rotatorie	58
<u>12. PAVIMENTAZIONI</u>	<u>64</u>
12.1. DESCRIZIONE DEL METODO UTILIZZATO	64
12.2. SOVRASTRUTTURA	64
12.3. CALCOLO DEL TRAFFICO SOPPORTABILE EQUIVALENTE	65
12.3.1. Calcolo dell'indice strutturale e stima della portanza del sottofondo	65
12.3.2. Indice di servizio	67
12.3.3. Affidabilità	67
12.3.4. Calcolo del traffico equivalente sopportabile	68
12.3.5. Calcolo del coefficiente di equivalenza	68
12.4. CALCOLO DEL TRAFFICO COMMERCIALE SOPPORTABILE	71
12.5. VERIFICA DELLA PAVIMENTAZIONE	71
<u>13. BARRIERE DI SICUREZZA</u>	<u>71</u>
<u>14. SEGNALETICA VERTICALE E ORIZZONTALE</u>	<u>73</u>
<u>ALLEGATI</u>	<u>75</u>
REPORT VERIFICHE PLANIMETRICHE ED ALTIMETRICHE TRACCIATI DI PROGETTO	75

PROGETTAZIONE ATI:

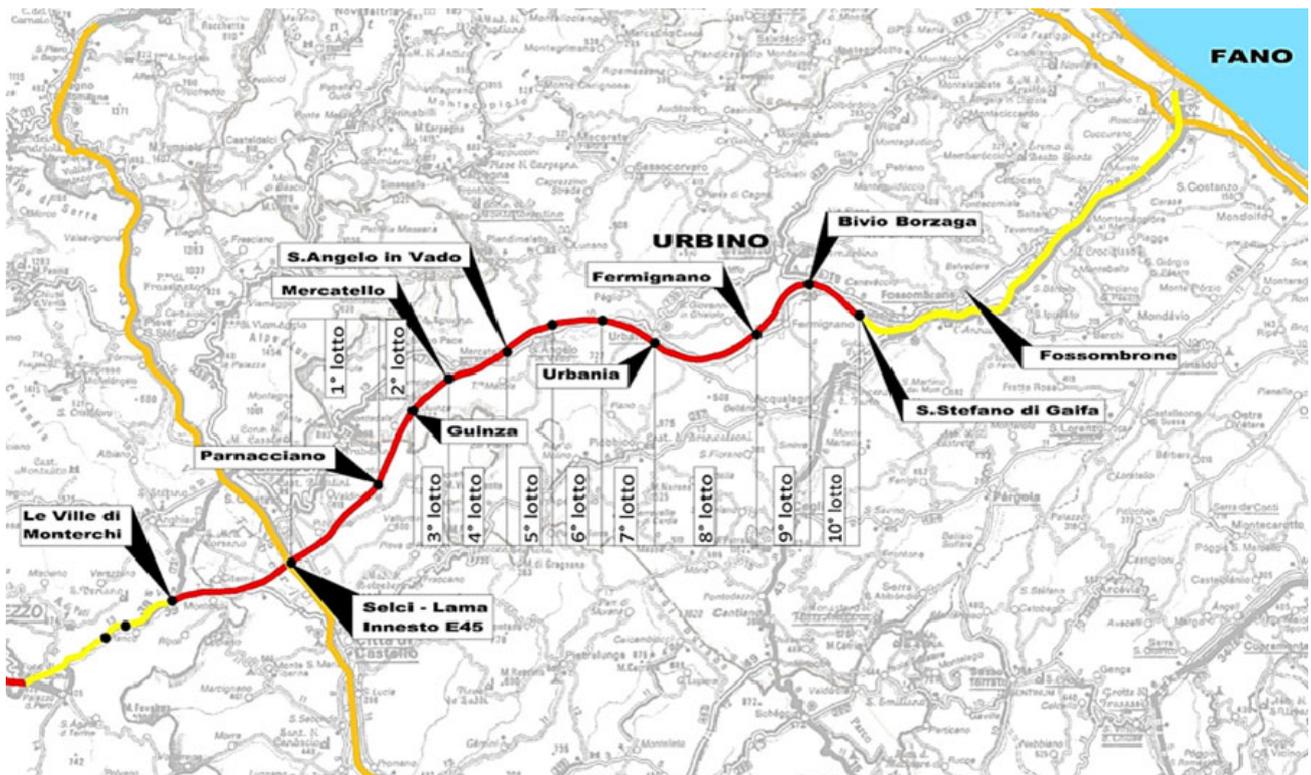
1. PREMESSA

La presente relazione riguarda gli aspetti stradali della Variante di Urbina alla strada esistente SS73 Bis che si colloca nel tratto marchigiano dell'itinerario E78 Grosseto-Fano.

La Variante oggetto di intervento permette di bypassare il centro abitato di Urbina attraverso l'inserimento di due rotatorie, una sulla S.S. 73bis e l'altra sulla S.P. 4 Metaurensis.

2. DESCRIZIONE GENERALE DELL' INTERVENTO

Il tratto di strada in progetto, come si è accennato in premessa, fa parte della Strada di Grande Comunicazione Grosseto–Fano. L'Unione Europea ha classificato la SGC Grosseto – Fano con la sigla E78 inserendola tra gli itinerari internazionali est – ovest. La SGC Grosseto - Fano è collegata ad importanti arterie longitudinali, quali la SS 1 Aurelia, la SGC Firenze - Siena, l'autostrada A1 Milano-Napoli, la E45 Orte - Ravenna, l'autostrada A14 Bologna-Taranto e la SS 16 Adriatica.



La lunghezza complessiva del collegamento è di circa 270 km, e lungo il suo tracciato, la E78 collega le città di Grosseto, Siena e Arezzo in Toscana, Urbino e Fano nelle Marche ed interseca la E45 (tra Toscana e Umbria) e la fondovalle del Metauro in provincia di Pesaro e Urbino. Inoltre, l'itinerario ha la funzione di consentire adeguate connessioni tra quattro porti di prima categoria: Livorno e La Spezia sulla costa tirrenica, Ancona e Ravenna su quella adriatica.

PROGETTAZIONE ATI:

La costruzione della SGC Grosseto – Fano è iniziata negli anni '60 con la realizzazione di vari tratti ormai aperti al traffico, sia in Toscana che nelle Marche. Il tracciato si sviluppa per la maggior parte della sua lunghezza in coincidenza o come variante di alcune strade statali esistenti (SS 223 di Paganico, SS 73 Senese - Aretina, SS 73 bis di Bocca Trabaria) per le quali si è già provveduto negli anni addietro ad adeguarne le caratteristiche piano – altimetriche e di sezione.

Nell'area oggetto di intervento il traffico che percorre l'itinerario della Grosseto Fano è ad oggi costretto ad attraversare il centro abitato di Urbania dapprima percorrendo la S.S. 73 bis e poi deviando sulla SP4 Metaurense che in qualche modo bypassa il centro storico ma rimane all'interno di un territorio fortemente urbanizzato e presenta una serie di intersezioni con la viabilità urbana.

L'intervento in progetto interessa interamente il Comune di Urbania ed ha un'estensione totale di circa 6,0 km, con una sezione stradale tipo C1 secondo il D.M. 2001. Esso ha inizio in Località "Santa Maria del Piano" dove è posizionata la rotonda iniziale di connessione con la S.S. 73 bis all'incirca al km 47. Subito dopo l'intersezione la nuova strada piega a destra per aggirare il centro abitato di Urbania, che si estende su tutta la zona valliva. In questo tratto il tracciato si compone di una successione di quattro gallerie intervallate da tre brevi spazi all'aperto che vengono superati attraverso l'inserimento di una serie di ponti e viadotti. Il tracciato termina con una rotonda all'intersezione con la SP4 Metaurense a sud di Urbania al km 13 circa della Provinciale.

La nuova opera rientra fra le previsioni programmatiche di realizzazione delle infrastrutture strategiche individuate dalla Legge Obiettivo, ed ha ottenuto la pronuncia di compatibilità ambientale. Questo articolato quadro programmatico di livello internazionale e nazionale ha consentito di consolidare la previsione del corridoio di attraversamento interregionale entro il quale si colloca l'intervento di interesse ed il tracciato di interesse è frutto di una lunga stagione che ha visto il perfezionamento di un ampio quadro di attività tecnico-amministrative.

Partendo dalle determinazioni contenute nel provvedimento di VIA del 2003 e dagli atti ad essa connessi, la scelta definitiva di tracciato è l'esito di un processo di valutazione su alternative di progetto che hanno portato alla determinazione del corridoio definitivo, sulla base del confronto di tutta una serie di elementi che trova corrispondenza negli atti di programmazione e pianificazione territoriale e settoriale.

In quest'ottica, il "disegno" dell'intervento oggetto del presente progetto, pur in una logica di minore impegno funzionale - in virtù del passaggio dalla categoria B alla C1 - mantiene ferme le determinazioni in ordine al rango dell'arteria e consente di precisare i rapporti con il territorio in ordine agli atti di pianificazione/programmazione, trovando riscontro nelle previsioni di livello regionale (Piano di Inquadramento Territoriale, Piano regionale infrastrutture, trasporto merci e logistica), provinciale (Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Pesaro e Urbino) e comunale (Piano Regolatore Generale di Urbania).

In particolare, il tracciato proposto con il presente progetto ripercorre il corridoio già recepito nel PRG vigente in vista dell'attuazione delle determinazioni più sopra richiamate, con modesti assestamenti di geometria stradale che non compromettono sugli assetti di pianificazione locale ormai consolidati, definendone meglio l'orizzonte di fattibilità.

PROGETTAZIONE ATI:

3. DESCRIZIONE PROGETTO STRADALE

Il presente progetto definitivo è stato sviluppato sul corridoio del Progetto redatto dalla *Provincia di Pesaro-Urbino*, in convenzione con Anas (**Progetto generale di un itinerario a 4 corsie**).

Per tale progetto sul quale è stata acquisita la VIA ordinaria nel 2003 era suddiviso in lotti funzionali (lotti da 5 a 10, dei quali la Variante di Urbania costituiva il lotto 7) è stato presentato il PD al MIT nel 2009 per le procedure di Legge Obiettivo.

Il tracciato presenta una lunghezza complessiva dell'asse principale di circa 6 km, oltre allo sviluppo delle due rotatorie previste in progetto e dei rami di innesto.

Il percorso si sviluppa interamente nel comune di Urbania.

3.1. DESCRIZIONE TRACCIATO

Il tracciato ha inizio in corrispondenza della SS73 bis con l'inserimento di una rotatoria convenzionale e si sviluppa verso sud-est con l'inserimento di una prima curva verso sinistra di raggio 150m. Dopo un breve rettilineo il tracciato piega verso destra con una curva di raggio pari a 700m che permette di intercettare i promontori rimanendo pressoché in parallelo all'abitato di Urbania. In questa zona il tracciato risulta composto da una sequenza di 3 rettilineo raccordati da una curva in sinistra di raggio pari a 1250m ed in destra di raggio pari a 1100m. Il tracciato rientra poi verso la provinciale con una serie di 3 curve a sinistra (intervallate da altrettanti rettilineo) di raggio rispettivamente pari a 6000m, 700m e 500m.

Dopo l'attraversamento del fiume Metauro con un viadotto l'asse si innesta sulla SP4 metaurense attraverso l'inserimento di una rotatoria convenzionale.

Dal punto di vista altimetrico il tracciato si compone di livellette e raccordi verticali convessi e concavi. Il valore massimo delle pendenze sulle livellette è pari al 4,8% mentre i raggi minimi sono pari a R=1000m (concavo in approccio alle rotatorie); R=4000m (concavo) R=8600m (convesso).

La progettazione degli elementi geometrici dell'asse è stata eseguita nel rispetto delle vigenti "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" di cui al DM 5/11/2001.

Agli estremi del tracciato si prevede l'inserimento di due rotatorie di tipo convenzionale costituite da tre bracci.

In particolare si prevedono le seguenti rotatorie:

- **Rotatoria SS73bis** posta a progressiva 0+000 con diametro esterno pari a 50.00 m e composta da 3 rami di convergenza bidirezionali.
- **Rotatoria SP4 Metaurense** posta a progressiva 6+057 con diametro esterno pari a 50.00 m e composta da 3 rami di convergenza bidirezionali.

PROGETTAZIONE ATI:

Lungo il tracciato sono presenti le seguenti opere d'arte principali:

4 Gallerie Naturali:

Galleria "Il Monte" - L = 780 m

Galleria "Urbania 1" - L = 700 m

Galleria "Urbania 2" - L = 750 m

Galleria "Urbania 3" - L = 650 m

7 Ponti/Viadotti:

Ponte – L = 30m

Viadotto "S. Eracliano" - L = 160 m

Viadotto "S. Caterina" - L = 130 m

Viadotto "Venturello" - L = 210 m

Ponte "Cerreto" - L = 83 m

Ponte "Metauro 3" - L = 245 m

Ponte su deviazione strada locale – L = 24m

PROGETTAZIONE ATI:

4. RIFERIMENTI NORMATIVI

- ✓ D.Lgs. 30-04-92, n.285 e s.m.i.: “Nuovo Codice della Strada”;
- ✓ D.P.R. 16-12-1992 n.495 e s.m.i.: “Regolamento di esecuzione e di attuazione del Codice della Strada”;
- ✓ DM 05-11-01, n.6792 e s.m.i.: “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”;
- ✓ DM 19-04-2006, “Norme funzionali e Geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”;
- ✓ D.M. 3 giugno 1998, n.3256 (G.U. n° 253 del 29.10.1998) e successivi aggiornamenti (D.M. 21. Giugno 2004, n.2367). “Istruzioni tecniche sulla progettazione, omologazione ed impiego delle barriere di sicurezza stradali”;
- ✓ Norme UNI 11248, UNI EN 13201: “Norme sugli impianti di illuminazione pubblica”;
- ✓ L.R.n.15/2007 e s.m.i. “Norme sugli impianti di illuminazione pubblica”;
- ✓ D.lgs. n. 81/2008 e s.m.i. “Testo unico in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro”;
- ✓ D.M. 10-07-2002 e s.m.i. “Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziati per categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo”;
- ✓ D. Lgs. 15/03/2011 n. 35: “Attuazione della direttiva 2008/96/CE sulla gestione della sicurezza delle infrastrutture”;
- ✓ D.M. 02/05/2012: “Linee guida per la gestione della sicurezza delle infrastrutture stradali ai sensi dell’art. 8 del D.Lgs. 35/11”;
- ✓ D.M. 28 febbraio 2018: “Modalità attuative e strumenti operativi della sperimentazione su strada delle soluzioni di Smart Road e di guida connessa e automatica.”;
- ✓ D.lgs. 05/10/2006 n. 264: “Attuazione della direttiva 2004/54/CE in materia di sicurezza per le gallerie della rete stradale transeuropea”.

E tutte le altre normative vigenti di settore.

PROGETTAZIONE ATI:

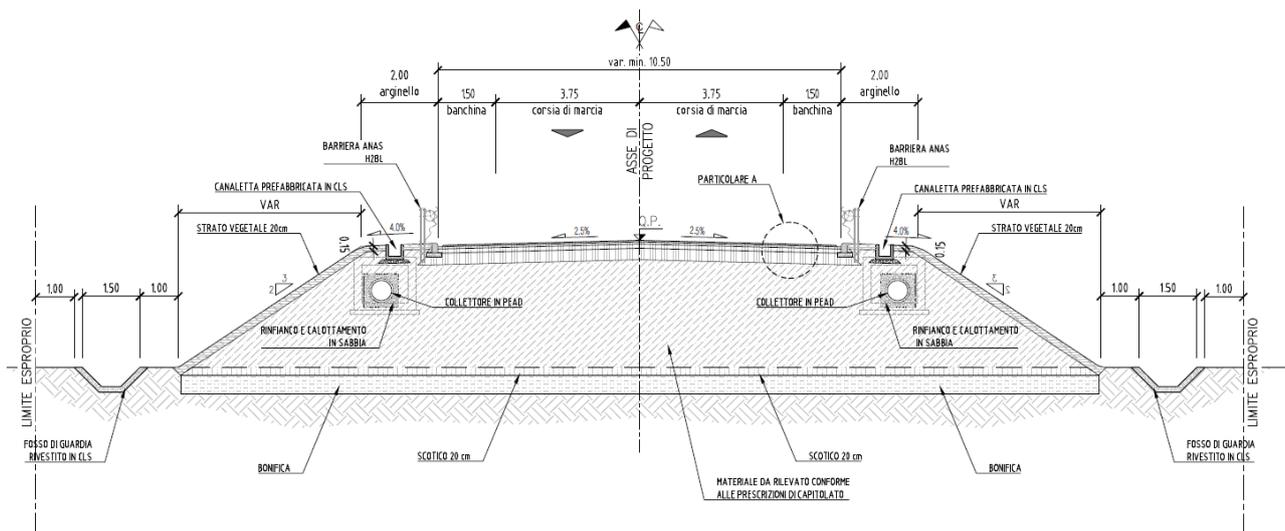
5. SEZIONI TIPO

L'infrastruttura è stata progettata in conformità alle vigenti "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", D.M. 5 Novembre 2001, con riferimento alla sezione tipo C1 "strade extraurbane secondarie" per quanto riguarda l'asse principale e con riferimento alla sezione tipo F2 "strade extraurbane locali" per quanto riguarda i rami di innesto sulle rotatorie.

5.1. L'ASSE PRINCIPALE

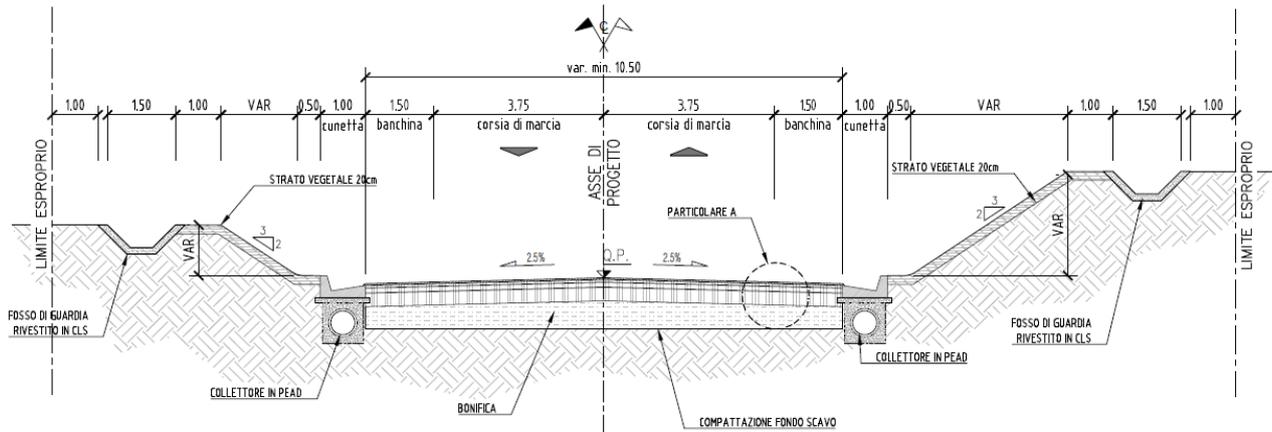
La sezione stradale dell'asse principale è composta da due corsie da 3.75 m con banchine laterali da 1.50 m, per una larghezza complessiva di carreggiata pari a 10.50 m. Nei tratti in sede naturale gli elementi marginali sono costituiti, in rilevato, da un arginello da 2.00 m e in trincea da una cunetta alla francese da 1 m.

In rettilineo la sezione stradale è sagomata a doppia falda, con pendenza trasversale del 2.5% per lo smaltimento delle acque meteoriche. In curva la pendenza trasversale, dipendente dalla velocità di progetto, è stata ricavata utilizzando l'abaco di normativa. Il passaggio graduale da una pendenza ad un'altra avviene lungo le curve di raccordo.



Per le scarpate dei rilevati è prevista una pendenza 2/3, con eventuale banca intermedia dopo 5 m di altezza dall'arginello, in caso di altezze superiori a 6 m. Per le scarpate in scavo è prevista una pendenza di 2/3 o 1/2 in funzione delle caratteristiche geotecniche dei terreni interessati.

PROGETTAZIONE ATI:

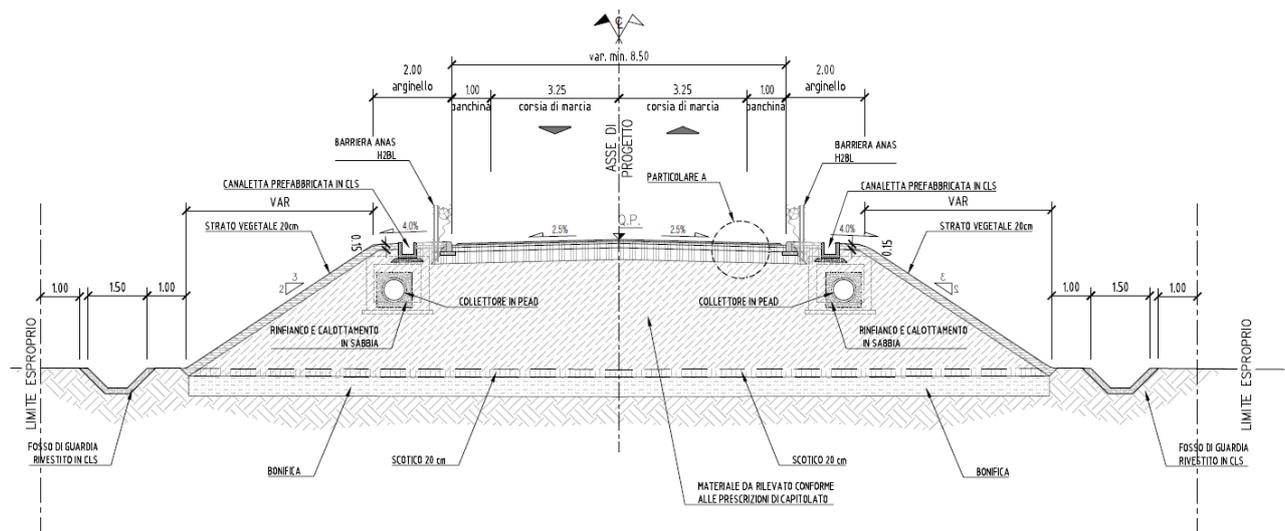


Nei casi in cui è necessario contenere l'ingombro delle scarpate è previsto, in generale, l'utilizzo di muri in C.A. per le scarpate in rilevato e di muri di controripa in terra verde rinforzata per le scarpate in scavo.

5.2. I RAMI SECONDARI DELLE ROTATORIE

Per i rami secondari e le deviazioni delle provinciali si prevede una sezione stradale ad unica carreggiata da 8,5 m, composta da due corsie da 3,25 affiancate da banchine da 1,00 m, con elementi marginali costituiti da arginello da 2.00 m in rilevato o da cunetta alla francese da 1,00 m in scavo.

Per le scarpate dei rilevati è prevista una pendenza 2/3, con eventuale banca intermedia dopo 5 m di altezza dall'arginello, in caso di altezze superiori a 5 m. Per le scarpate in scavo è prevista una pendenza di 2/3 o 1/2 in funzione delle caratteristiche geotecniche dei terreni interessati.

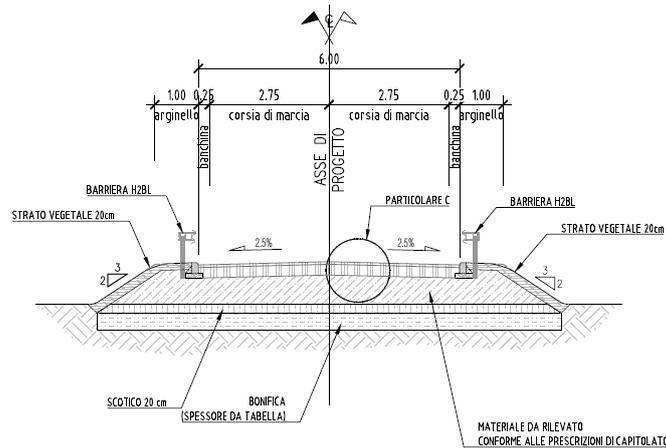


PROGETTAZIONE ATI:

5.3. LE STRADE INTERPODERALI

Le strade interpoderali sono previste ad unica carreggiata da 6,0 m, composta da due corsie da 2.75 affiancate da banchine da 0,25 m, con elementi marginali costituiti da arginello da 1 m in rilevato o da cunetta alla francese da 1,0 m in scavo.

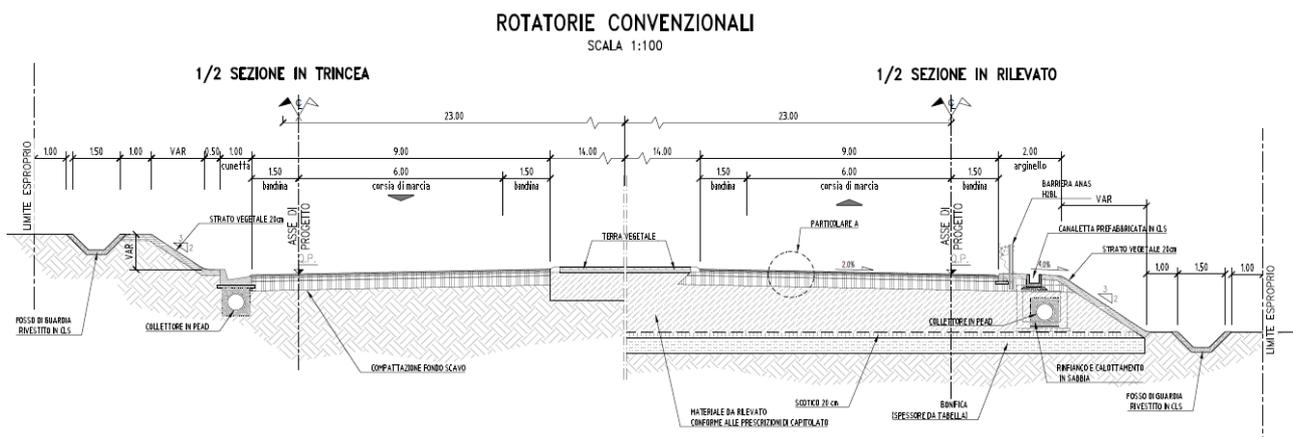
Altre strade minori sono previste di larghezza 4.0 m, con arginello da 0.50 m in rilevato o cunetta triangolare in scavo.



Le strade di cantiere sono anch'esse previste di larghezza 4.0 m, con arginello da 0.50 m in rilevato.

5.4. LE ROTATORIE DI PROGETTO

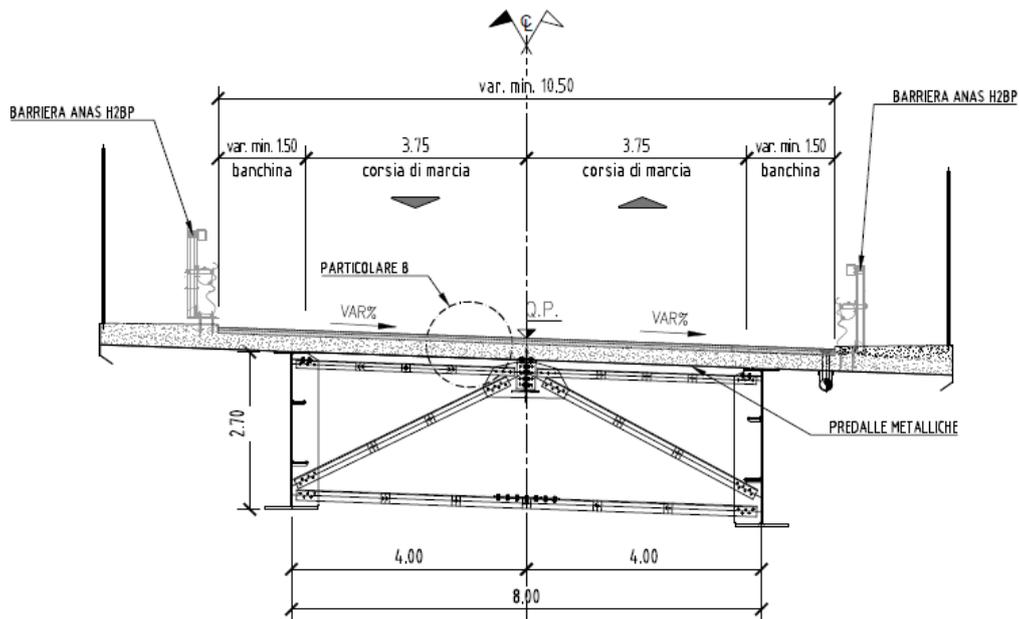
Per le nuove rotatorie si prevede un anello giratorio di larghezza pari a 6,00m, banchina interna ed esterna da 1,50m per una larghezza totale pari a 9,00m. Si prevedono inoltre all'esterno della rotatoria gli stessi elementi marginali e scarpata previste nei rami in ingresso.



PROGETTAZIONE ATI:

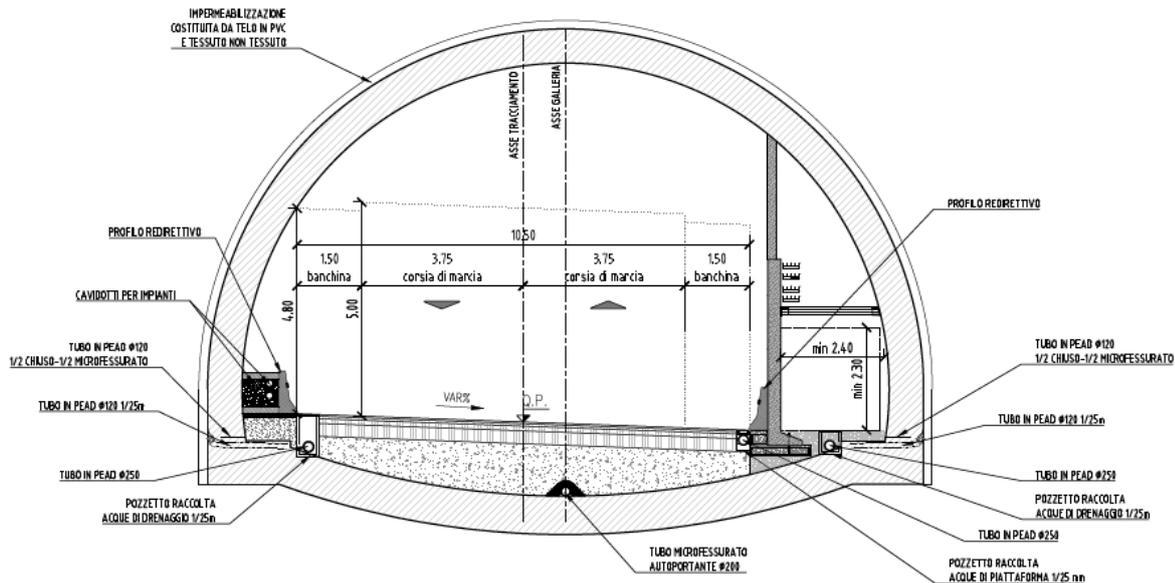
5.5. OPERE D'ARTE

I viadotti sono realizzati in struttura mista Acciaio-calcestruzzo e conservano le larghezze delle corsie e delle banchine caratteristiche del tipo di strada in progetto. A margine della banchina è inserito almeno un cordolo di larghezza pari a 75 cm sul quale è installata la barriera di sicurezza metallica.



La sezione per le gallerie naturali presenta una geometria d'intradosso del rivestimento della galleria atta a contenere integralmente un cunicolo di evacuazione rispondente a quanto previsto dalle "Linee guida per la progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali secondo la normativa vigente" (L.G. ANAS 2009). La via di fuga è stata realizzata lungo il margine destro della carreggiata stradale mediante un cunicolo indipendente di evacuazione separato dalla carreggiata stradale mediante un setto in calcestruzzo.

PROGETTAZIONE ATI:



6. DIAGRAMMA DI VELOCITÀ DI PROGETTO

Il diagramma delle velocità di progetto definito per ogni asse è stato redatto secondo le modalità riportate nel D.M. 05/11/2001 che prevede la scomposizione del tracciato in elementi a curvatura costante (curve circolari e rettili) considerando i tratti a curvatura variabile (clotoidi) appartenenti al rettilo.

La normativa ipotizza un'accelerazione e una decelerazione per il veicolo medio pari a 0.8 m/s^2 utilizzate lungo i tratti rettilinei quando uscendo da una curva circolare ha la possibilità di aumentare la sua velocità, eventualmente raggiungendo il valore massimo, mentre in prossimità della curva successiva decelera per giungere su essa alla velocità determinata dall'abaco dell'equilibrio dinamico mantenendola costante per tutto lo sviluppo dell'elemento circolare.

Per quanto riguarda il diagramma di velocità e le relative verifiche è stata imposta una velocità di percorrenza delle rotatorie stesse pari a 30 km/h mentre è stata lasciata libera la velocità al di fuori delle stesse considerando come da norma una accelerazione ed una decelerazione pari a 0.8 m/s^2 . Queste ipotesi comportano la necessità di segnalare in modo appropriato la presenza delle rotatorie finali in quanto comportano una forte riduzione delle velocità, ma non prevedono nessun segnale di limite di velocità lungo il tracciato.

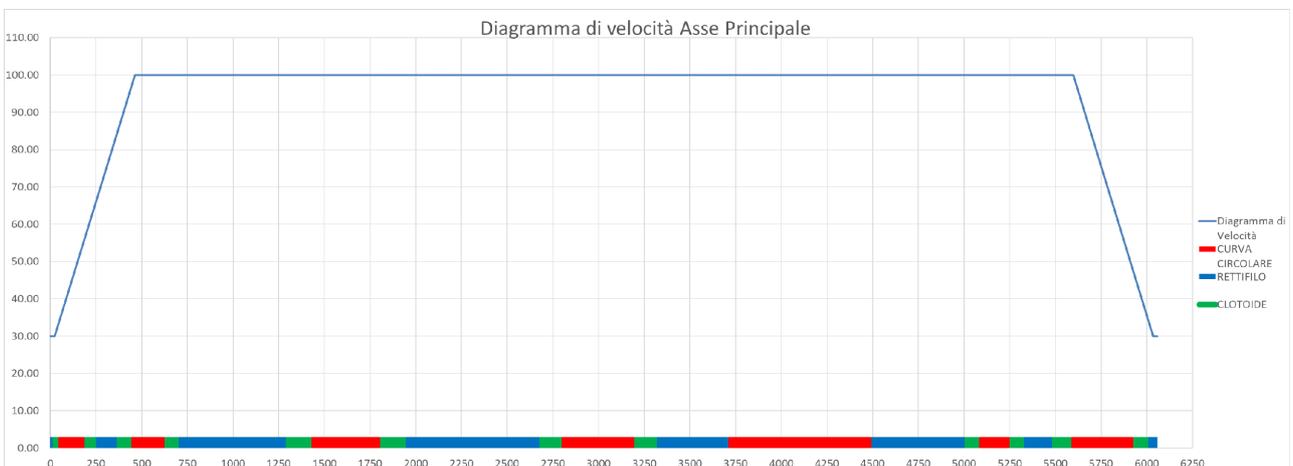
6.1.1. ASSE PRINCIPALE

Sull'asse principale sono presenti le 2 rotatorie iniziali e finali dalle quali si sale per raggiungere la velocità massima di 100 km/h prevista per le strade tipo C1.

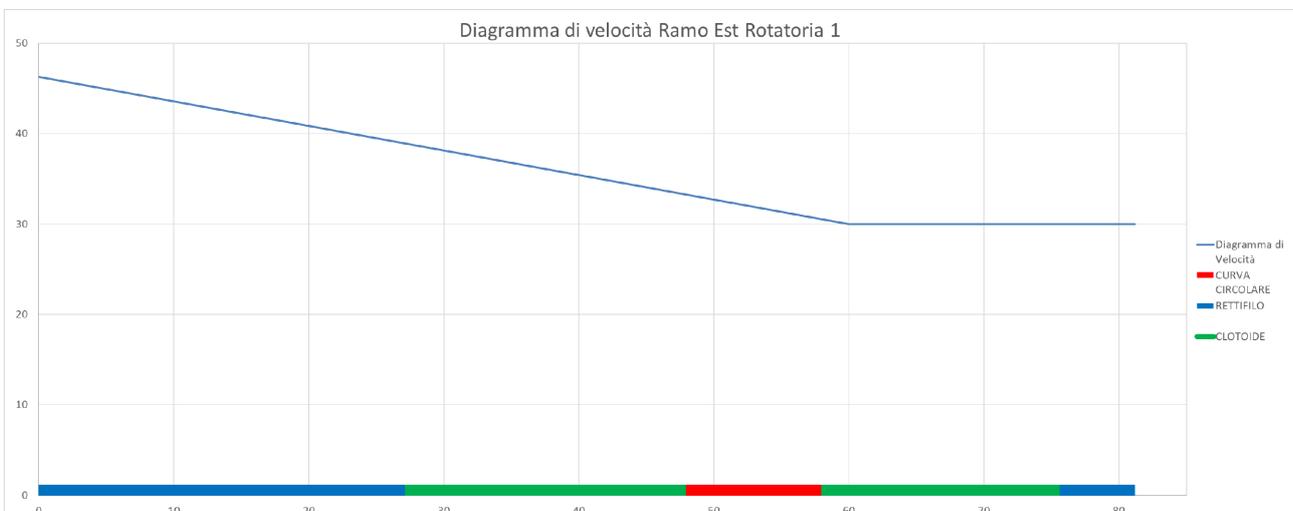
PROGETTAZIONE ATI:

Nel suo complesso il tracciato in esame, per entrambi i sensi di circolazione, può ritenersi omogeneo in termini di verifica dei gradienti di velocità tra tratti adiacenti ($V_{p_i} - V_{p_{i+1}} < \Delta V_p$), in quanto risultano rispettati i gradienti di velocità di cui al par. 5.4.4 del D.M. 05.11.2001. Fanno eccezione i tratti in approccio alle due rotatorie dove la velocità si riduce raggiungendo quella di percorrenza delle rotatorie stesse pari a 30km/h; tale scenario risulta compatibile con il comportamento dell'utente stradale in approccio alla rotatoria in quanto, a seguito della segnalazione della presenza dell'intersezione stessa, quest'ultimo tenderà a decelerare progressivamente per poter compiere la manovre di ingresso sull'anello, mentre assumerà la velocità di percorrenza della rotatoria per compiere la manovre di uscita dall'anello.

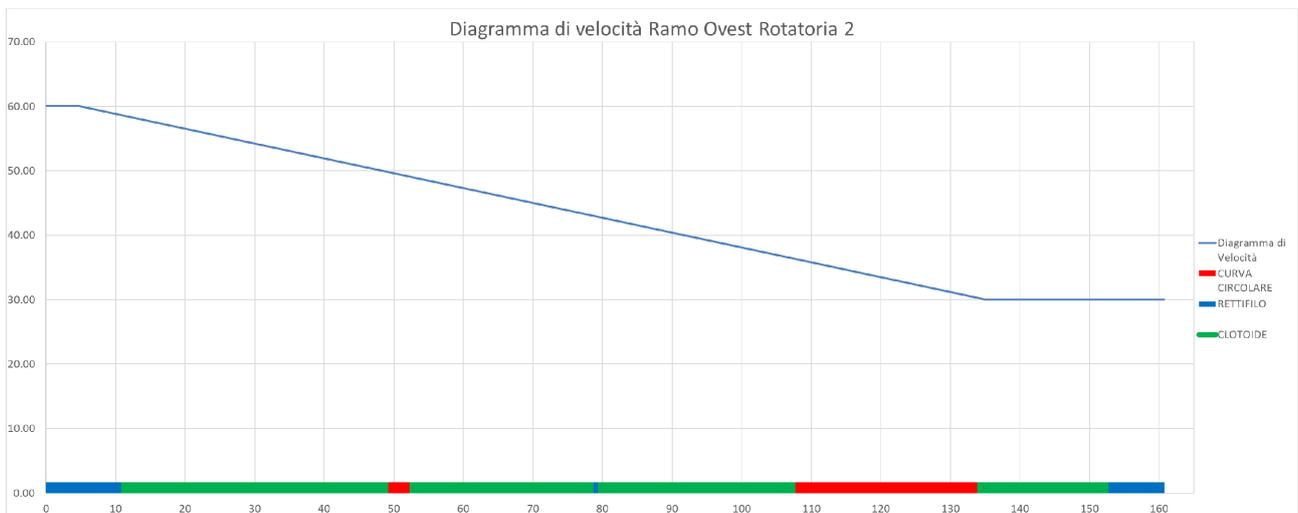
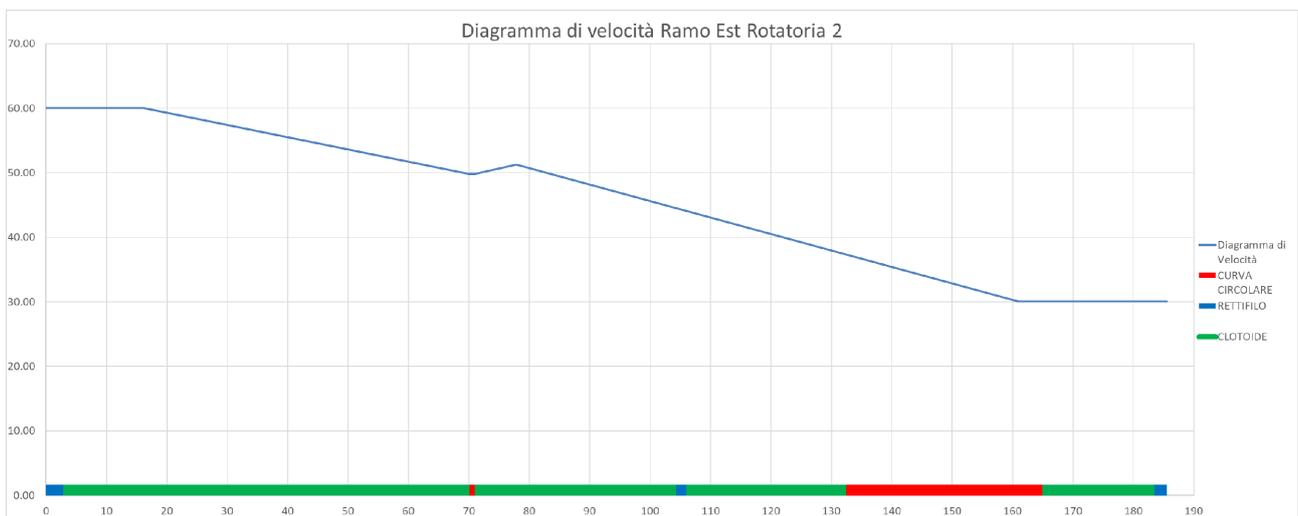
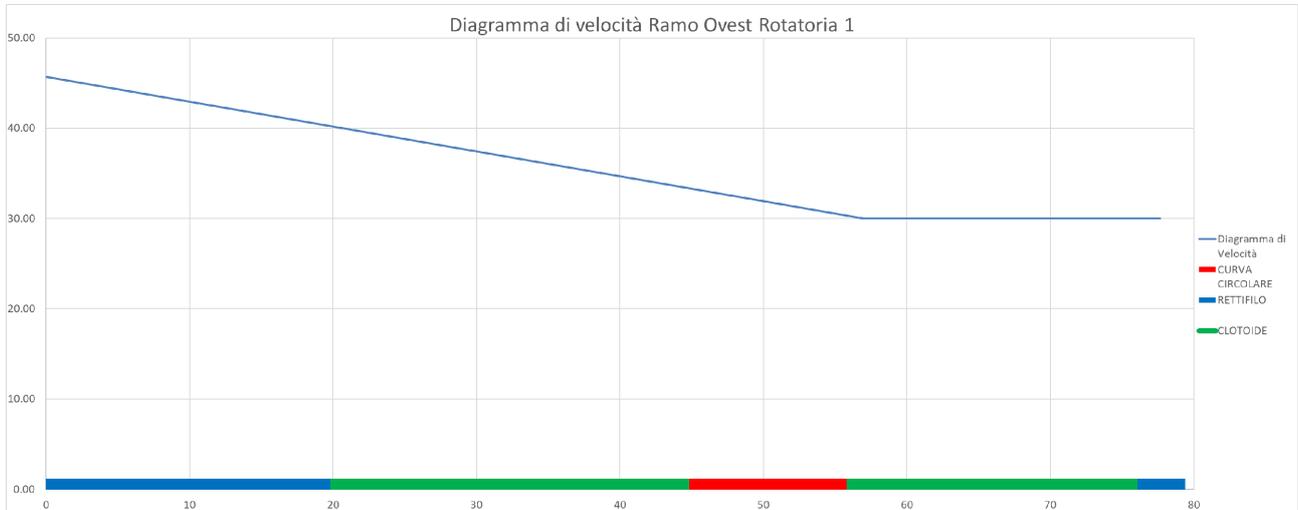
Per ulteriori dettagli relativi all'andamento del diagramma di velocità in relazione all'andamento planimetrico dell'asse principale e dei rami d'innesto alle rotatorie si rimanda agli elaborati di progetto denominati *Diagrammi di velocità e visuale libera diretta*.



6.1.1. ALTRI ASSI



PROGETTAZIONE ATI:



PROGETTAZIONE ATI:

7. CARATTERISTICHE PROGETTUALI E VERIFICHE ASSI

Nell'allegato in calce alla presente relazione sono riportate le verifiche planimetriche e altimetriche degli assi in progetto.

Le verifiche effettuate si riferiscono all'analisi di congruenza delle seguenti caratteristiche del progetto:

7.1. VERIFICA DELLE CARATTERISTICHE PLANIMETRICHE

Lunghezza massima dei rettifili.

è opportuno che i rettifili abbiano una lunghezza L_r contenuta nel seguente limite

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

dove $V_p \text{ Max}$ è il limite superiore dell'intervallo di velocità di progetto della strada, in km/h.

Lunghezza minima dei rettifili.

Un rettifilo, per poter essere percepito come tale dall'utente, deve avere una lunghezza non inferiore ai valori riportati nella seguente tabella

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

Raggio minimo delle curve planimetriche.

Per una strada tipo C il raggio planimetrico minimo risulta pari a 118m per $V_p=90$ Km/h.

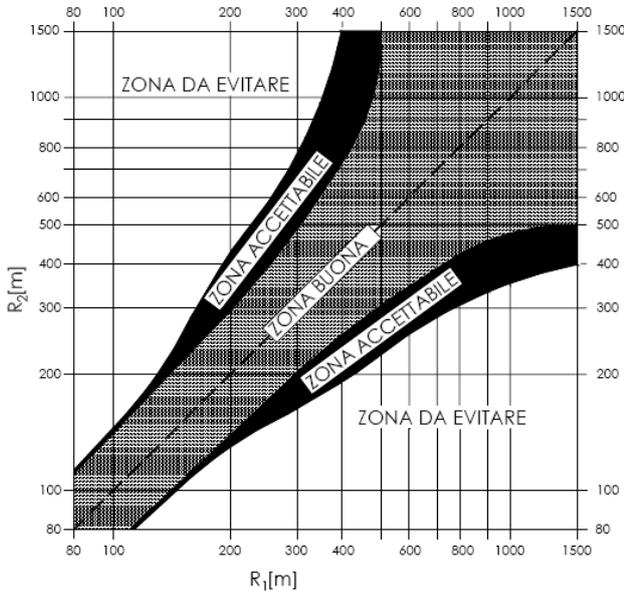
Lunghezza minima delle curve circolari.

La curva circolare deve avere uno sviluppo corrispondente ad un tempo di percorrenza di almeno 2,5 secondi valutato con riferimento alla velocità di progetto della stessa.

Compatibilità tra i raggi di due curve successive.

I rapporti tra i raggi R_1 e R_2 di due curve circolari sono regolati dall'abaco riportato nella figura

PROGETTAZIONE ATI:



Relazione raggio della curva (R) / lunghezza del rettilo (L).

Tra un rettilo di lunghezza L_r ed il raggio più piccolo fra quelli delle due curve collegate al rettilo stesso, anche con l'interposizione di una curva a raggio variabile, deve essere rispettata la relazione:

$$R > LR \quad \text{per} \quad LR < 300 \text{ m}$$

$$R \geq 400 \text{ m} \quad \text{per} \quad LR \geq 300 \text{ m}$$

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

(h1) Criterio limitazione del contraccollo.

$$A \geq A_{\min} = \sqrt{\frac{v^3}{c} - \frac{g v R |q_f - q_i|}{c}}$$

con q_f e q_i le pendenze trasversali in valore assoluto alla fine e all'inizio della clotoidi;
 c è valore del contraccollo;
 v è la velocità in m/s.

Ponendo il valore limite per il contraccollo pari a:

$$c_{\max} = \frac{50,4}{V}$$

PROGETTAZIONE ATI:

si ottiene:

$$A \geq 0,021 \cdot V^2$$

con V in km/h

(h2) Criterio sovrappendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata.

$$A \geq A_{\min} = \sqrt{\frac{R}{\Delta i_{\max}} \times 100 \times B_i |q_i - q_f|} \quad (\text{transizione})$$

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

dove:

R_i e R_f sono i raggi iniziali e raggi finali della clotoide;

B_i sono le distanze fra l'asse di rotazione ed il ciglio della carreggiata nella sezione iniziale della curva a raggio variabile

Δi_{\max} è la sovrappendenza longitudinale massima della linea costituita dai punti che distano B_i dall'asse di rotazione.

$$\Delta i_{\max} = 18 \frac{B_i}{V}$$

Va allo stesso tempo garantita una pendenza longitudinale minima dell'estremità della carreggiata, in modo che nei tratti in cui la pendenza trasversale risulta minore del 2,5 l'acqua possa essere smaltita velocemente senza che ristagni.

Tale valore minimo è:

$$\Delta i_{\min} = 0,1 \cdot B_i$$

(h3) Criterio ottico.

Per garantire la percezione ottica del raccordo deve essere verificata la relazione

$$A \geq R/3 \quad (R_{\text{sup}}/3 \text{ in caso di continuità})$$

Inoltre, per garantire la percezione dell'arco di cerchio alla fine della clotoide, deve essere:

$$A \leq R \quad (R_{\text{inf}} \text{ in caso di continuità})$$

PROGETTAZIONE ATI:

Dove:

R_{sup} è il raggio maggiore dei due cerchi da raccordare

R_{inf} è il raggio minore dei due cerchi da raccordare

PROGETTAZIONE ATI:

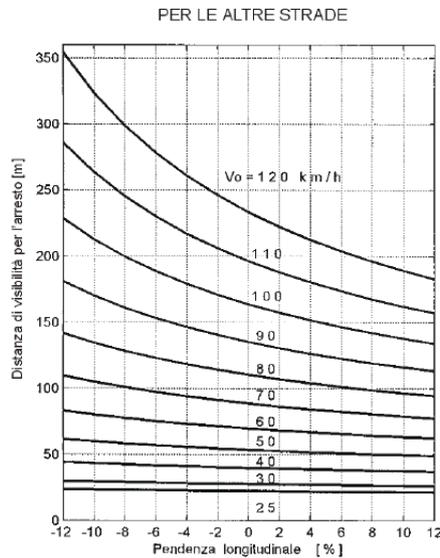
7.2. VERIFICA DELLE CARATTERISTICHE ALTIMETRICHE

Pendenze longitudinali massime.

La pendenza longitudinale è limitata al 7% nei tratti all'aperto.

Raggio minimo dei raccordi verticali convessi e concavi.

I raccordi verticali minimi sono funzione della distanza di visuale libera da garantire, pari almeno a quella di arresto (funzione della velocità), e dalla differenza Δ_i fra le pendenze longitudinali



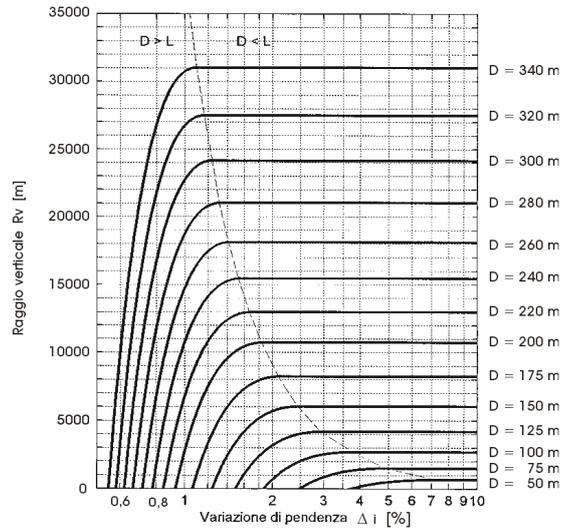
Il calcolo delle distanze è stato eseguito facendo sempre riferimento al D.M. n° 6792 del 5/11/01 adottando le formule valide per i raccordi sia concavi sia convessi verificando i casi sia di $D_v > L$ sia di $D_v < L$ con L = sviluppo del raccordo verticale :

raccordi convessi (dossi)

$$D_v < L \quad R_v = D^2 / 2^* [h_1 + h_2 + 2^*(h_1 \cdot h_2)^{1/2}]$$

$$D_v > L \quad R_v = (2^*100 / \Delta_i)^* [D - 100^*(h_1 + h_2 + 2^*(h_1 \cdot h_2)^{1/2}) / \Delta_i]$$

PROGETTAZIONE ATI:



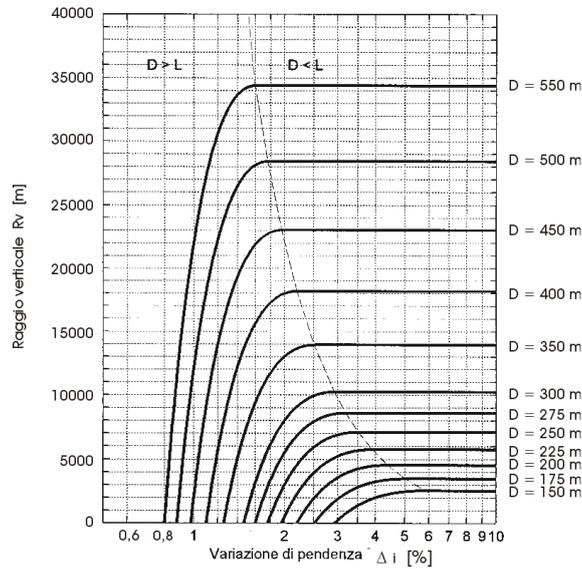
raccordi concavi (sacche)

$D_v < L$

$$R_v = D^2 / 2 * (h + D * \sin \vartheta)$$

$D_v > L$

$$R_v = (2 * 100 / \Delta i \cdot 9 * [D - 100 * (h + D * \sin \vartheta) / \Delta i]$$



considerando:

l'altezza dal piano stradale dell'occhio del conducente $h_1 = 1.10\text{m}$

l'altezza dal piano stradale dell'ostacolo $h_2 = 0.10\text{m}$

l'altezza del centro dei fari dal piano stradale $h = 0.50\text{m}$

massima divergenza verso l'alto del fascio luminoso rispetto all'asse del veicolo $\vartheta = 1^\circ$

PROGETTAZIONE ATI:

7.3. VERIFICA DELLE DISTANZE DI VISUALE LIBERA

Lungo il tracciato è stato eseguito sia il calcolo della distanza di visuale libera per l'arresto che per il sorpasso le quali sono state poi confrontate rispettivamente con la distanza di visibilità per l'arresto e la distanza di visibilità per il sorpasso. Per **distanza di visuale libera** (nel seguito DVL) si intende la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé senza considerare l'influenza del traffico, delle condizioni atmosferiche e di illuminazione della strada. Invece, per **distanza di visibilità per l'arresto** (nel seguito D_A) si intende lo spazio minimo necessario affinché un conducente possa arrestare il veicolo in condizioni di sicurezza davanti ad uno ostacolo imprevisto; per **distanza di visibilità per il sorpasso** (nel seguito D_S) si intende la lunghezza del tratto di strada occorrente per compiere una manovra di completo sorpasso in sicurezza, quando non si possa escludere l'arrivo di un veicolo in senso opposto.

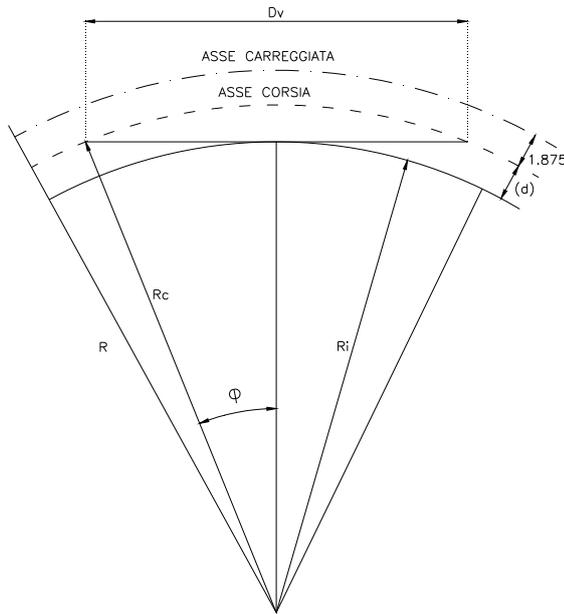
Le verifiche di visibilità sono state eseguite in due fasi successive, la prima in fase di redazione del progetto, atta a definire gli interventi da adottare, mentre la seconda a progettazione ultimata di controllo del rispetto della distanza di visibilità richiesta.

Nella prima fase è stata effettuata una verifica tridimensionale, confrontando le distanze di visuale libera con le distanze di arresto, mettendo in evidenza le criticità e determinando gli allargamenti necessari. In base a queste considerazioni sono stati eseguiti gli allargamenti necessari sul ciglio interno, realizzando l'allargamento massimo calcolato su tutto lo sviluppo della curva circolare, per poi raccordarsi con la piattaforma corrente (allargamento nullo) lungo lo sviluppo del raccordo clotoidico attiguo.

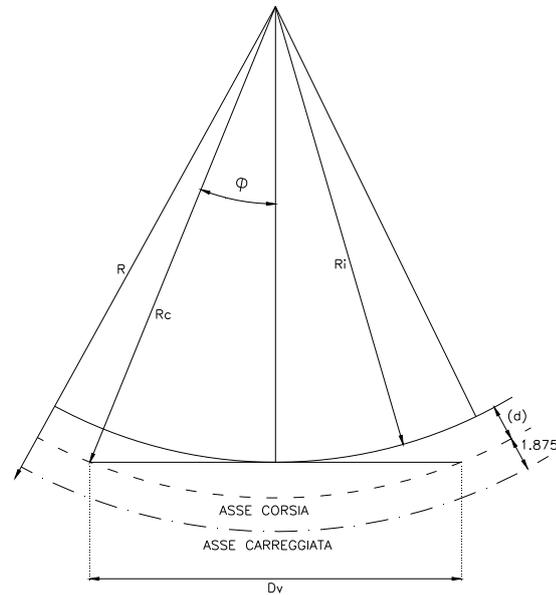
Nella seconda fase, dopo aver realizzato il progetto completo di allargamenti su modello digitale, è stata effettuata una verifica tridimensionale, in cui si confrontano le distanze di visuale libera riportate dal programma di calcolo con le distanze di arresto calcolate nelle due condizioni anzidette come si riporta negli elaborati relativi ai diagrammi di visibilità di progetto. Si sottolinea che laddove il passaggio da rilevato-opera a scavo garantisce la visibilità tramite l'implicito arretramento degli elementi margine (assenza in scavo della barriera di sicurezza), è stato possibile ottimizzare l'allargamento.

Le **verifiche di visibilità per l'arresto** sono state condotte anche per i rami di raccordo tra le viabilità esistenti e le due nuove intersezioni a rotatoria (Rami Est e Ovest delle Rotatorie 1 e 2) e per le **deviazioni delle strade locali** (*Viabilità Interferita 1, 2 e 3*) introducendo, in quest'ultimo caso, gli opportuni allargamenti per visibilità di cui al paragrafo 7.5 della presente relazione.

Le distanze planimetriche di visuale libera sono state calcolate geometricamente con gli schemi riportati in figura considerando le traiettorie seguite dai veicoli lungo la corsia di marcia.



CURVA A DX



CURVA A SX

In accordo con quanto previsto nel D.M. 05.11.2001, ai fini delle verifiche delle visuali libere si assume che la posizione del conducente sia al centro della corsia da lui impiegata e l'altezza del suo occhio sia posto a 1,10 m dal piano viabile. Nella valutazione della *distanza di visibilità per l'arresto* si assume che l'ostacolo sia collocata a un'altezza di 0,10 m dal piano viabile e sempre lungo l'asse della corsia occupata dal conducente; invece, nel caso di *distanza di visibilità per il sorpasso*, si assume che l'ostacolo sia collocata ad un'altezza di 1,10 m dal piano viabile e nella corsia opposta. La **distanza di visuale libera** è stata desunta con la seguente relazione:

$$D_{VL} = 2 R_c \text{ sen } \varphi$$

Con:

$$R_c = R - 1,875 \quad (R_c = \text{raggio dell'asse della corsia interna alla curva})$$

$$\varphi = \text{arc cos } (R_i/R_c)$$

$$R_i = R_c - d \quad (d = \text{distanza tra asse della corsia e ostacolo alla visuale sul lato interno della curva})$$

Tale valore si ha all'inizio di una curva circolare solo se il suo angolo al centro (α) è maggiore di 2φ ; in tal caso resta costante lungo un arco con angolo al centro pari $\alpha - 2\varphi$ per aumentare poi progressivamente fino alla fine della curva di transizione. Nelle curve circolari con angolo al centro $\alpha < 2\varphi$, il valore minimo della distanza di arresto si ha nel punto di intersezione della tangente al bordo carreggiata, nel vertice della curva, con l'asse della corsia interna alla curva stessa.

PROGETTAZIONE ATI:

In queste situazioni la formula adottata non dà un risultato soddisfacente, ma deve essere effettuata un calcolo puntuale della D_{VL} che viene eseguito nella verifica tridimensionale di seconda fase.

Le **distanze di visibilità per l'arresto**, da garantire lungo tutto il tracciato sono state calcolate utilizzando la formula prevista dalla normativa:

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

dove:

- D_1 = spazio percorso nel tempo τ
- D_2 = spazio di frenatura
- V_0 = velocità del veicolo all'inizio della frenatura, pari alla velocità di progetto desunta puntualmente dal diagramma delle velocità (cfr. par. 5.4) [km/h]
- V_1 = velocità finale del veicolo, in cui $V_1 = 0$ in caso di arresto [km/h]

- i = pendenza longitudinale del tracciato [%]
- τ = tempo complessivo di reazione (percezione, riflessione, reazione e attuazione) [s]
- g = accelerazione di gravità [m/s²]
- Ra = resistenza aerodinamica [N]
- m = massa del veicolo [kg]
- f_l = quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile longitudinalmente per la frenatura
- r_0 = resistenza unitaria al rotolamento, trascurabile [N/kg]

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:

- C_x = coefficiente aerodinamico
- S = superficie resistente [m²]
- ρ = massa volumica dell'aria in condizioni standard [kg/m³]

Le **distanze di visibilità per il sorpasso**, da garantire lungo tutto il tracciato sono state calcolate utilizzando la formula prevista dalla normativa:

$$D_C = 9,5 \times v = 2,6 V$$

dove v (m/s) e V (Km/h) è la velocità di progetto desunta dal diagramma delle velocità da attribuire sia al veicolo sorpassante che a veicolo proveniente dal senso di marcia opposto.

Come si evince dalle tabelle di verifica allegate e dai diagrammi di velocità e visibilità di seguito riportati, tutte le curve planimetriche hanno superato la verifica, avendo però adottato i seguenti provvedimenti:

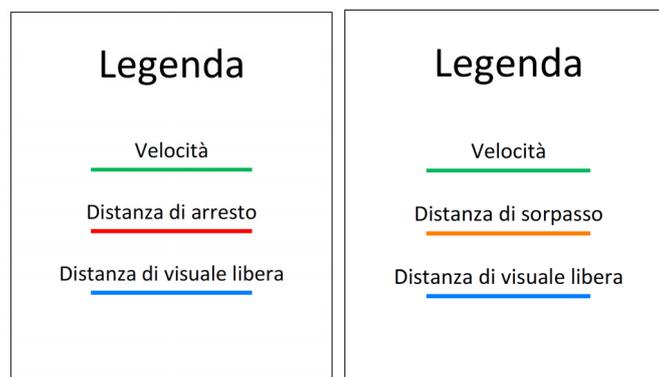
- Allargare secondo quanto richiesto dalle verifiche di visibilità in sinistra e destra la sagoma stradale (viadotti compresi), mediante l'arretramento degli elementi di margine e prevedendo una zona pavimentata non carrabile caratterizzata da un'opportuna segnaletica orizzontale ("zebratura" e "banda sonora" di margine)
- Allontanando gli elementi di margine;

Le verifiche di visibilità per il sorpasso condotte sull'asse in oggetto non risultano sempre soddisfatte a causa della configurazione plano-altimetrica del tracciato di progetto. Dette condizioni, unitamente alla presenza di numerose gallerie ove l'ente gestore inibisce la possibilità di tale manovra per motivi gestionali e di sicurezza, implicano il non rispetto della percentuale minima del 20% prevista dal D.M. 05.11.2001 per la manovra di sorpasso.

Tale condizione risulta ammissibile, in quanto il lotto in esame (circa 6 km) fa parte di un nuovo itinerario avente uno sviluppo complessivo di circa 35 km che verrà progettato in modo da assicurare lungo il suo intero sviluppo un'adeguata percentuale operativa in cui la manovra di sorpasso è permessa.

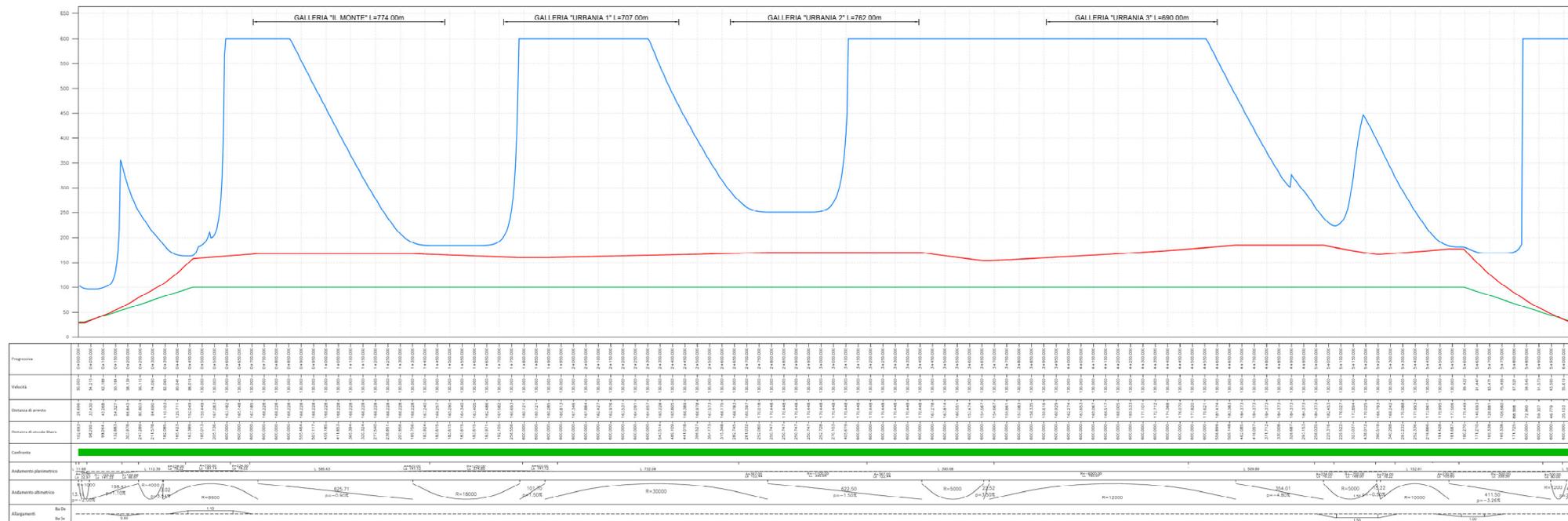
Nello specifico, dall'analisi combinata dei diagrammi di visibilità per il sorpasso diretta e inversa e purati dai tratti di viabilità in galleria in cui la manovra di sorpasso va necessariamente inibita, si evince la visibilità per il sorpasso è garantita per un tratto ricadente fra le gallerie "Urbania 2" ed "Urbania 3" pari a 773,60 m su un totale di 6 km di tracciato in progetto, corrispondente ad una percentuale geometrica del 4,5% dell'estesa totale del tracciato stesso; ne consegue che la percentuale operativa in cui la manovra di sorpasso sarà effettivamente permessa è nulla, dunque lungo l'intero tracciato in oggetto tale manovra verrà interdetta tramite l'apposizione di specifica segnaletica verticale di divieto.

Si riportano di seguito i diagrammi di velocità e visibilità per l'arresto e per il sorpasso per le viabilità di cui si è detto.



PROGETTAZIONE ATI:

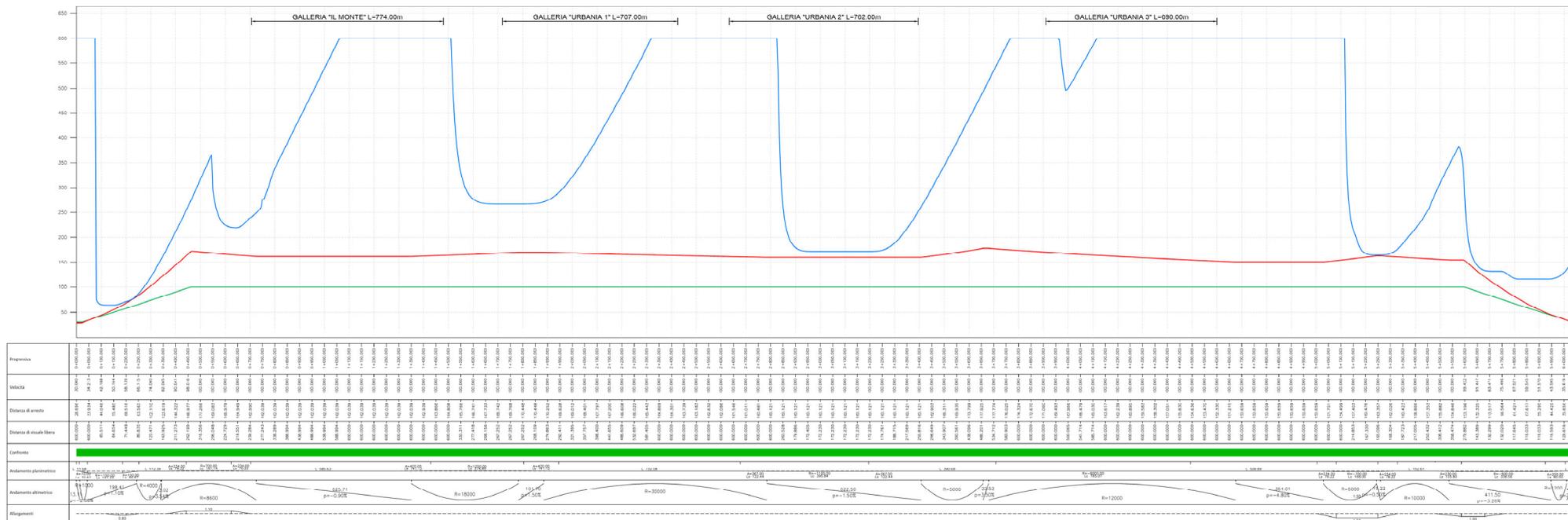
Diagramma con allargamenti per visibilità per l'arresto



Asse Principale - Diagramma di visibilità per l'arresto diretta

PROGETTAZIONE ATI:

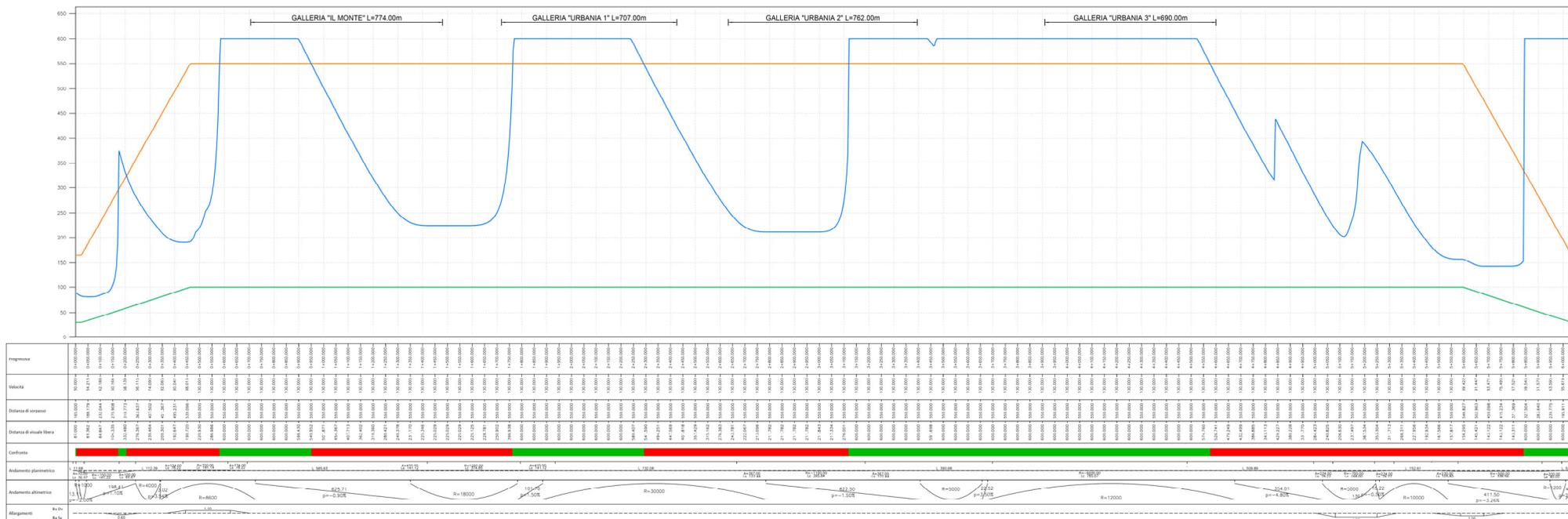
Diagramma con allargamenti per visibilità per l'arresto



Asse Principale - Diagramma di visibilità per l'arresto inversa

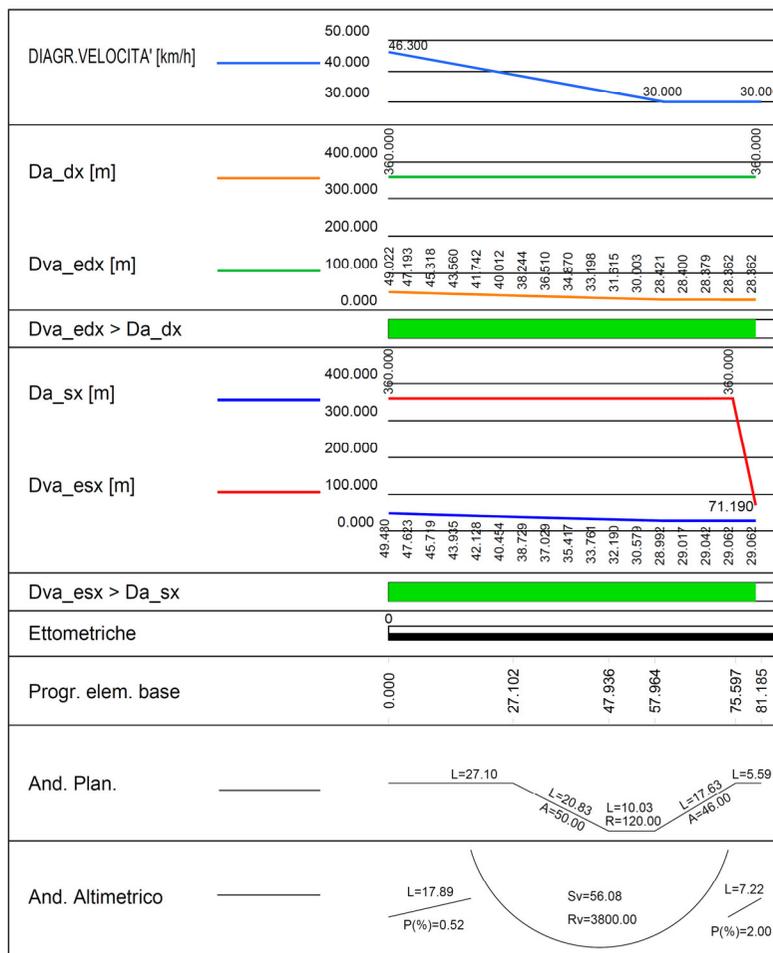
PROGETTAZIONE ATI:

Diagramma di visibilità per il sorpasso - Diretta



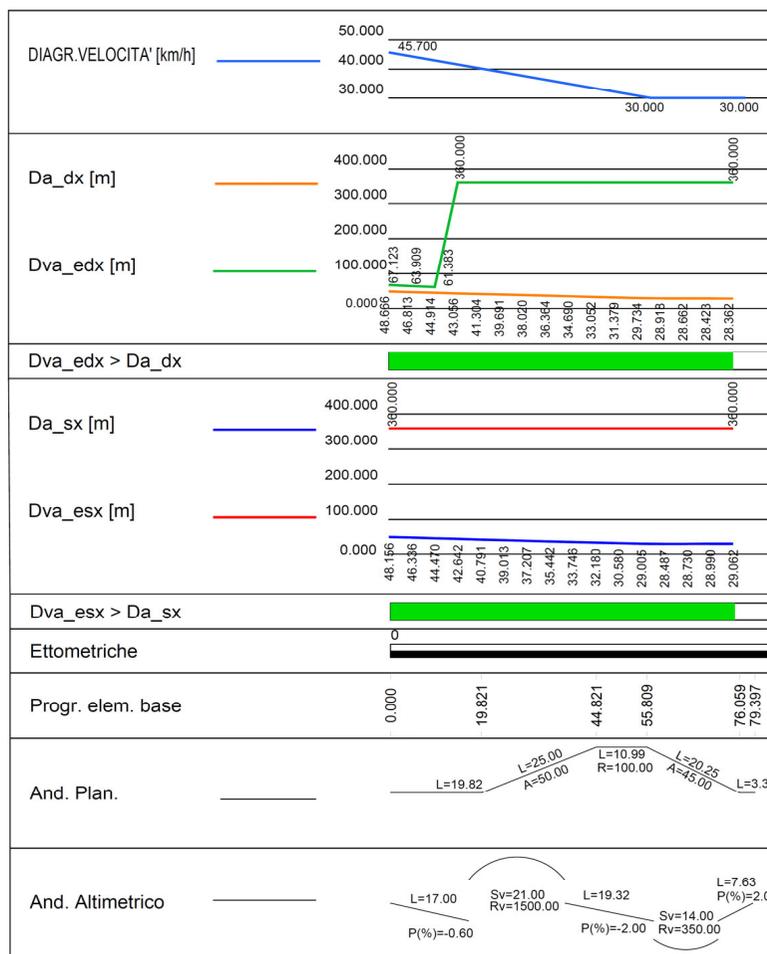
Asse Principale - Diagramma di visibilità per il sorpasso diretta

PROGETTAZIONE ATI:



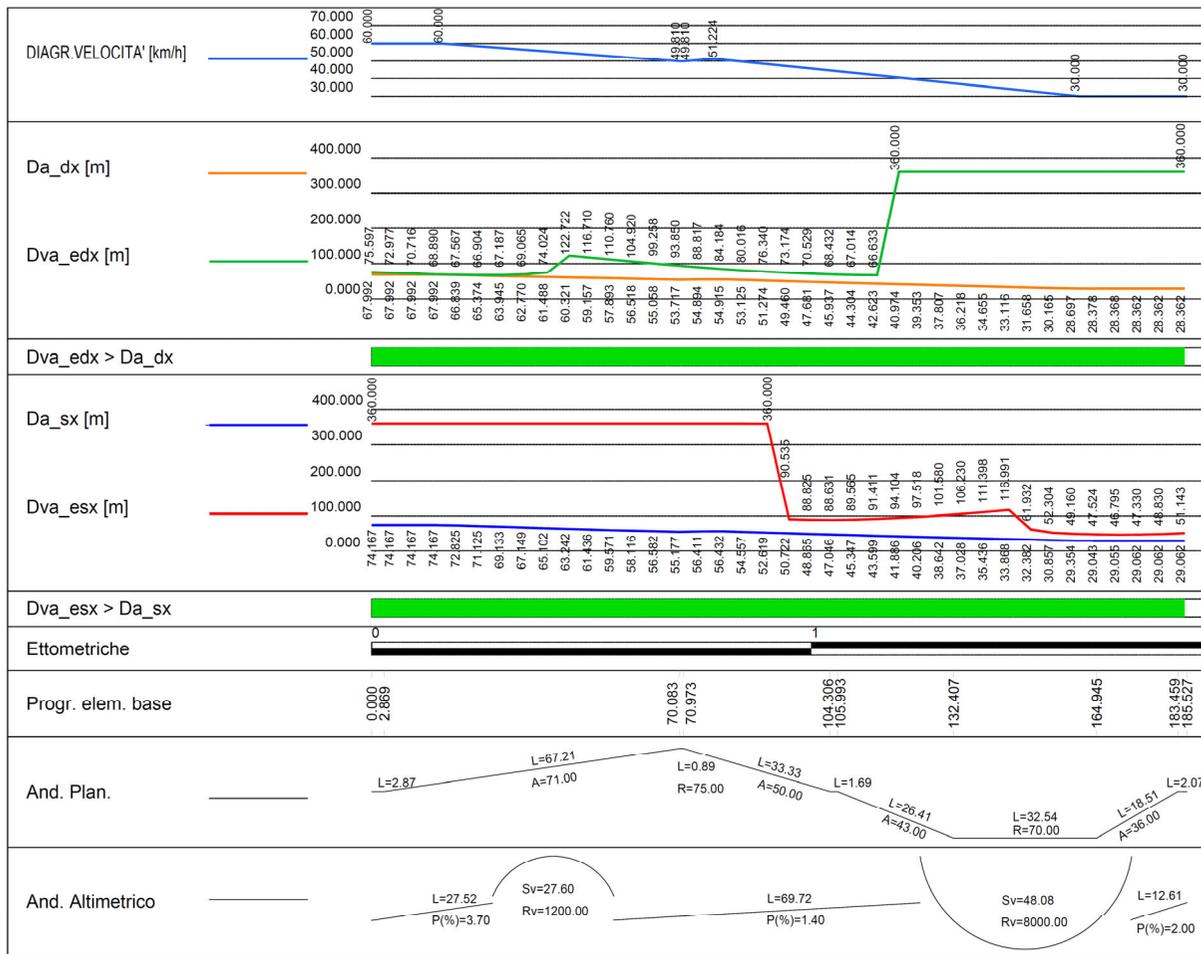
Rotatoria 1, Ramo Est - Diagramma di visibilità per l'arresto diretta e inversa

PROGETTAZIONE ATI:



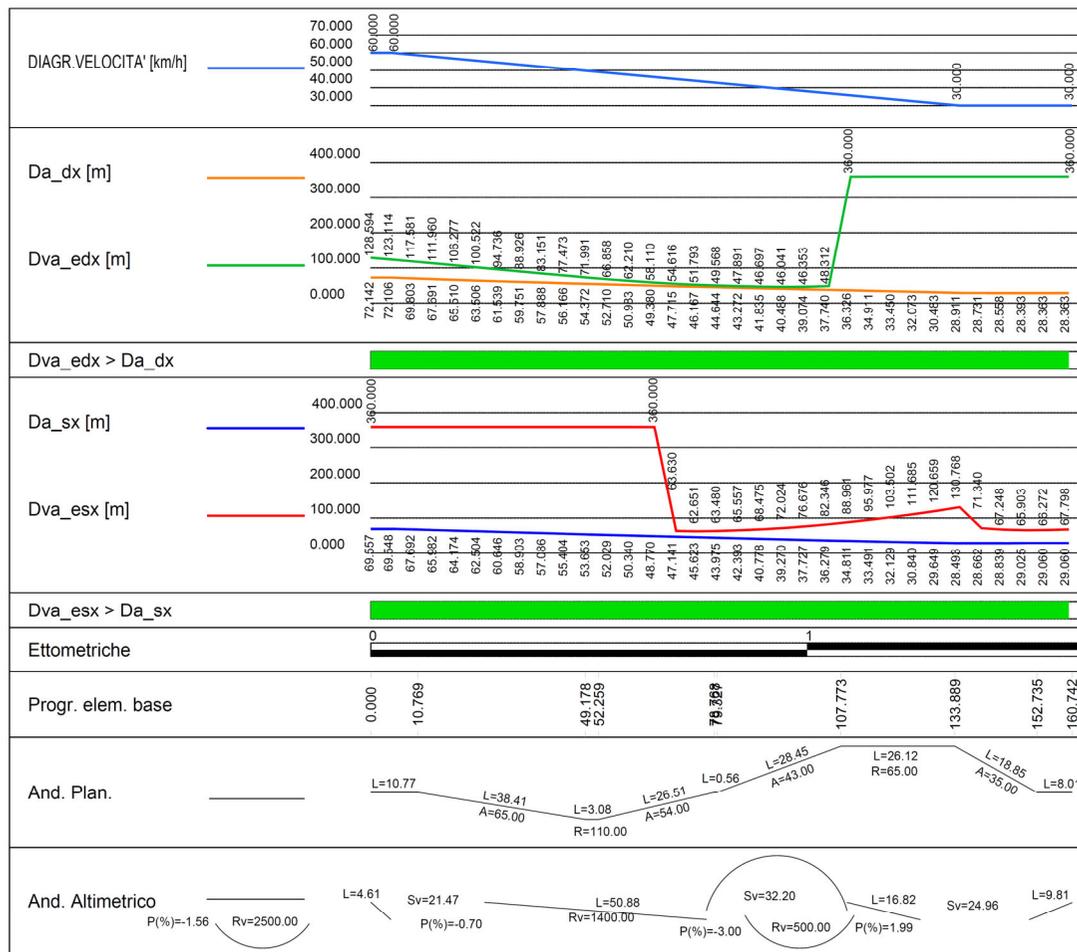
Rotatoria 1, Ramo Ovest - Diagramma di visibilità per l'arresto diretta e inversa

PROGETTAZIONE ATI:



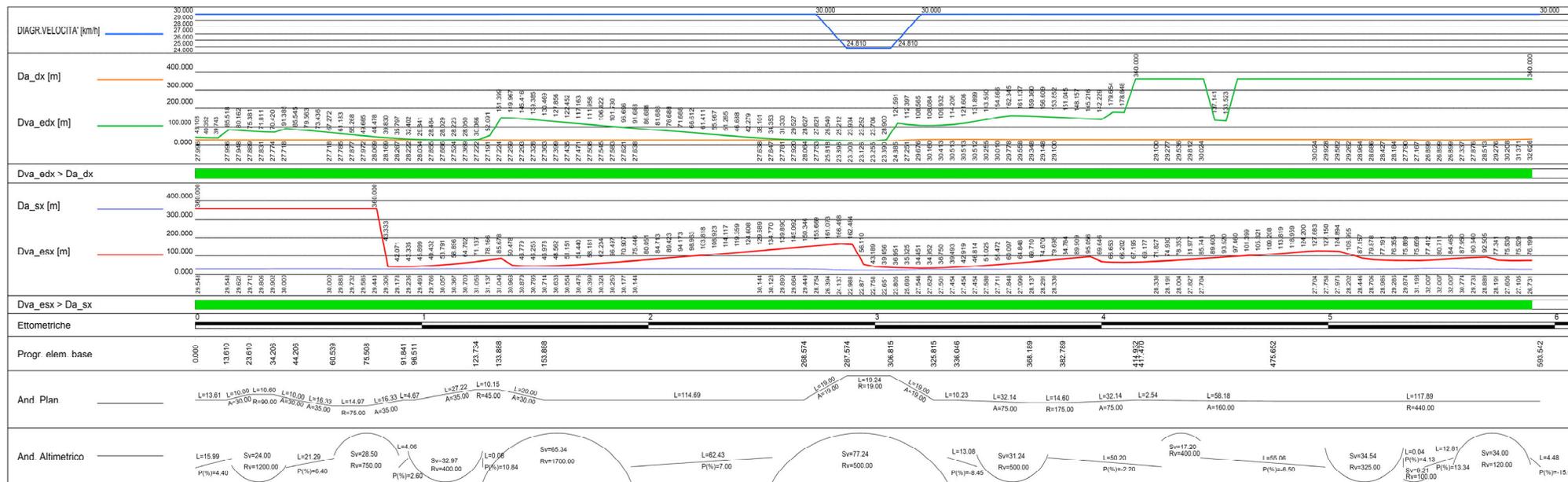
Rotatoria 2, Ramo Est - Diagramma di visibilità per l'arresto diretta e inversa

PROGETTAZIONE ATI:



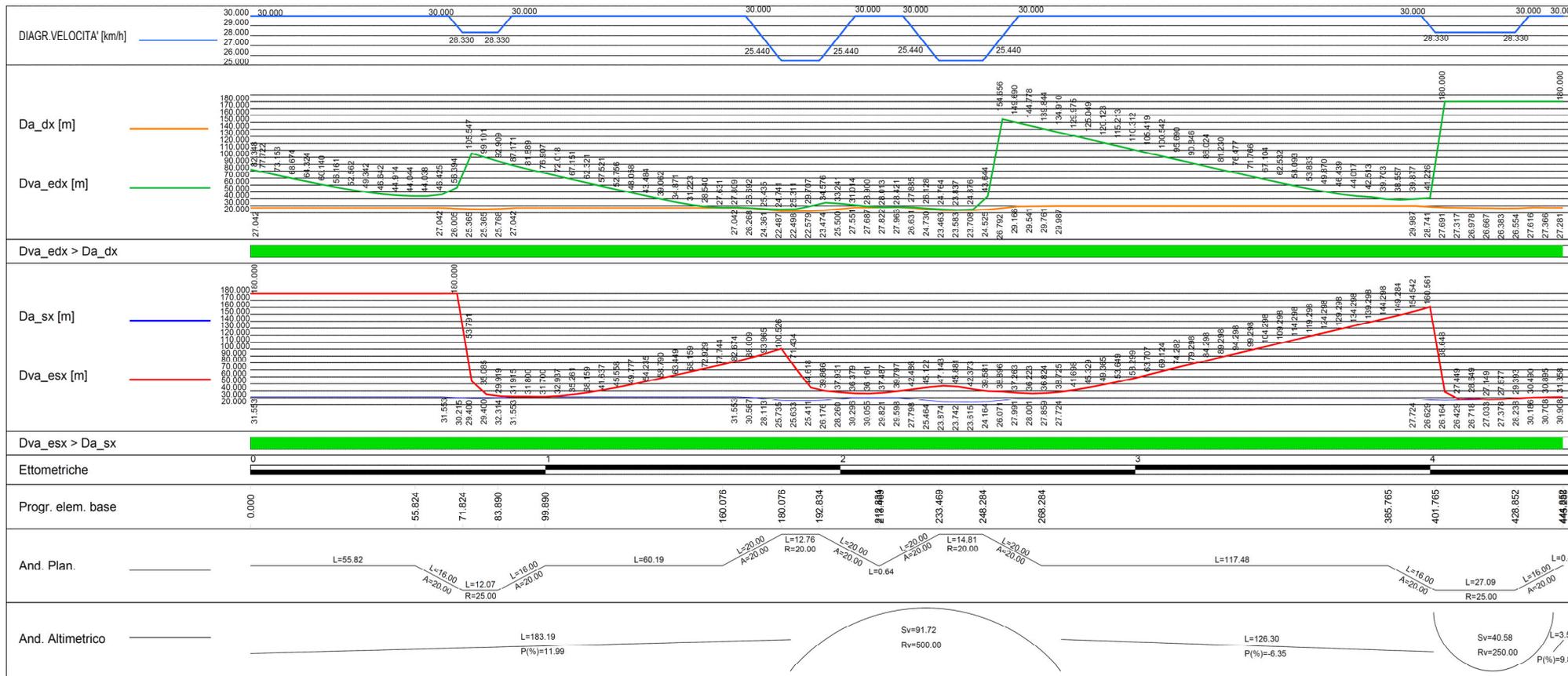
Rotatoria 2, Ramo Ovest - Diagramma di visibilità per l'arresto diretta e inversa

PROGETTAZIONE ATI:



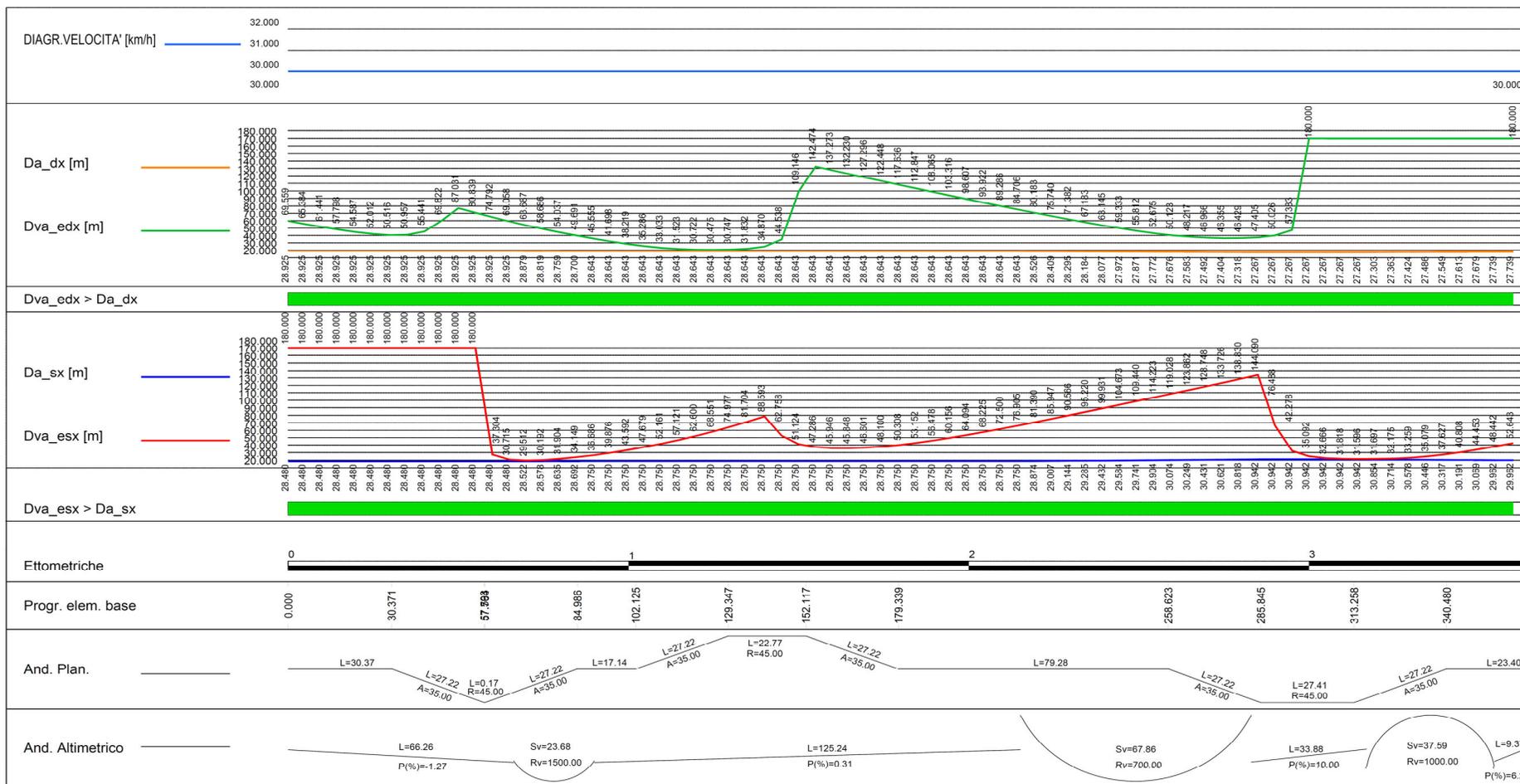
Viabilità Interferita 1 - Diagramma di visibilità per l'arresto diretta e inversa

PROGETTAZIONE ATI:



Viabilità Interferita 2 - Diagramma di visibilità per l'arresto diretta e inversa

PROGETTAZIONE ATI:



Viabilità Interferita 3 – Diagramma di visibilità per l'arresto diretta e inversa

PROGETTAZIONE ATI:

Per maggiori dettagli riguardanti le verifiche di visibilità per l'arresto e per il sorpasso si rimanda agli specifici elaborati grafici.

7.3.1. REPORT ALLARGAMENTI PER GARANTIRE LA DISTANZA DI VISIBILITA'

Viene di seguito riportato un quadro riepilogativo dei provvedimenti adottati per garantire la distanza di visibilità per l'arresto su tutto il tracciato dell'**asse principale**:

- Curva R= 150,00 m in sx: allargamento = 0.60 m
- Curva R= 700,00 m in dx: allargamento = 1,10 m
- Curva R= 700,00 m in sx: allargamento = 1,50 m
- Curva R= 500,00 m in sx: allargamento = 1,00 m

Per le **deviazioni delle strade locali** denominate viabilità interferita 1, 2 e 3 per garantire la distanza di visibilità per l'arresto sono stati adottati gli allargamenti di seguito riportati:

Viabilità Interferita 1

- Curva R= 45,00 m in dx: allargamento = 0,50 m
- Curva R= 19,00 m in dx: allargamento = 3,20 m

Viabilità Interferita 2

- Curva R= 25,00 m in sx: allargamento = 3.10 m
- Curva R= 20,00 m in dx: allargamento = 2,80 m
- Curva R= 20,00 m in dx: allargamento = 3,30 m
- Curva R= 25,00 m in sx: allargamento = 3,10 m

Viabilità Interferita 3

- Curva R= 45,00 m in sx: allargamento = 0,50 m

PROGETTAZIONE ATI:

7.4. PENDENZE TRASVERSALI

Le pendenze trasversali delle carreggiate sono comprese tra 2,5% e 7%, e sono funzione dell'intervallo di velocità e del raggio planimetrico adottato. Per il calcolo si usa la formula dipendente dalla velocità di progetto e dal raggio planimetrico presente nella normativa D.M. 05/11/2001:

$$q = \frac{V_p^2}{R \cdot 127} - f_i$$

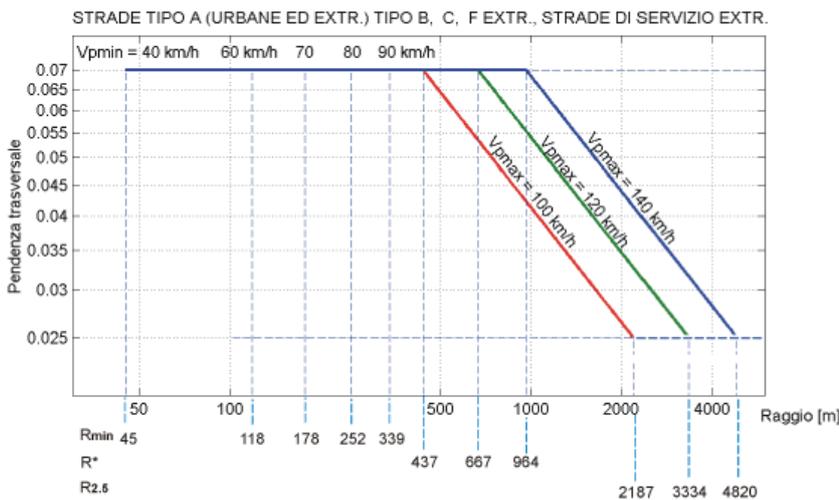
dove:

V_p è la velocità di progetto in curva;

R è il raggio della stessa;

q è la pendenza trasversale in valore assoluto;

f_i è la quota parte del coefficiente di aderenza impegnato trasversalmente tabellato in norma.



PROGETTAZIONE ATI:

7.5. ALLARGAMENTI DELLA CARREGGIATA IN CURVA

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

$$E = \frac{K}{R} \quad [\text{m}]$$

dove:

K = 45;

R = raggio esterno (in m) della corsia (per R > 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).

Se il valore dell'allargamento è inferiore a 20 cm, le corsie conservano le larghezze che hanno in rettilo, avendo un allargamento effettivo pari a zero. Se invece il valore E=45/R è maggiore o uguale a 20 cm, l'allargamento effettivo è pari ad E.

Il valore così determinato potrà essere opportunamente ridotto, al massimo fino alla metà, qualora si ritenga poco probabile l'incrocio in curva di due veicoli appartenenti ai seguenti tipi: autobus ed autocarri di grosse dimensioni, autotreni ed autoarticolati.

Nel caso di raccordo clotoidico (rettilo/curva), l'allargamento parte 7,50 m prima dell'inizio della curva di raccordo e termina 7,50 m dopo il punto finale del raccordo. La lunghezza complessiva L_c del tratto di strada lungo il quale si effettua l'allargamento è valutata tramite la seguente relazione:

$$L_c = 2 \times 7,50 + L \quad [\text{m}]$$

dove: L = lunghezza della curva di raccordo (m);

Nello specifico, lungo l'asse principale è stato necessario prevedere un solo allargamento le cui caratteristiche geometriche di seguito riportate sono state ricavate secondo quanto sopra esposto:

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Raggio I. [m]	Verso	All dx E [m]	All sx E [m]
ARCO	44.343	185.672	141.328	150.000	Sx		0.30

mentre sono stati previsti degli allargamenti più importanti sui rami in approccio alle rotatorie che presentano dei raggi ridotti.

PROGETTAZIONE ATI:

7.6. PIAZZOLE DI SOSTA

Lungo il tracciato sono state inserite, come previsto dalla normativa delle piazzole di sosta ad una distanza pari a circa 1 km.

Le piazzole di sosta avranno dimensioni trasversali, oltre la banchina, di 3,50 m e lunghezza totale di 65 m (20 m per i tratti di raccordo, 25 m il tratto per il ricovero).

Si riporta di seguito la tabella contenente il riepilogo delle piazzole di sosta previste lungo l'asse principale, con indicazione della loro ubicazione e interdistanza:

PIAZZOLE DI SOSTA - UBICAZIONE		
Lato	Prog. [Km]	Interdistanza [m]
dx	0+377	
	1+678	1301
	2+596	1077
	3+738	1142
	4+658	920
	5+456	798
sx	0+608	
	1+520	912
	2+465	945
	3+703	1238
	4+641	938
	5+283.12	642.12

La posizione delle piazzole risulta fortemente vincolata dalla presenza delle gallerie e dalle geometrie stradali. Le piazzole inserite sono state ubicate in punti del tracciato pressoché rettilinei tali da garantire le migliori condizioni di visibilità possibile.

8. CARATTERISTICHE PROGETTUALI E VERIFICHE SVINCOLI E ROTATORIE

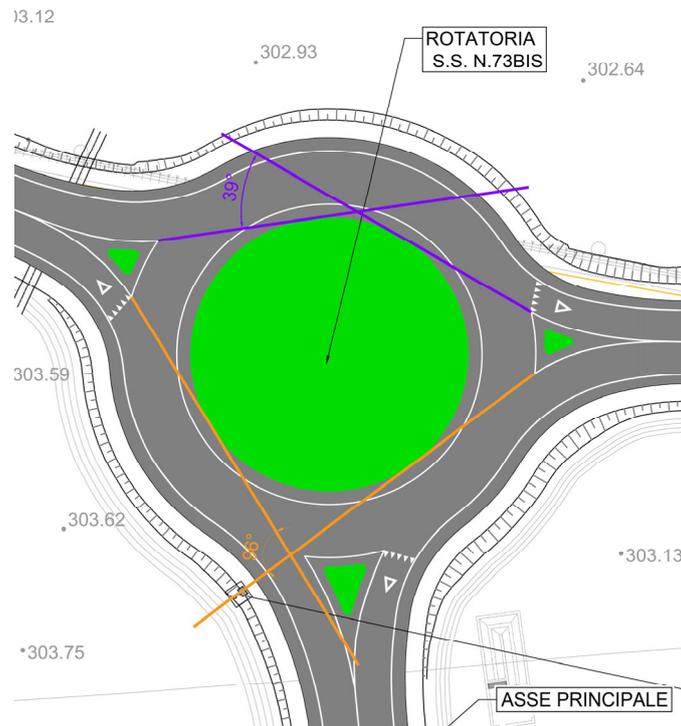
Per la progettazione geometrica delle rampe di svincolo è stato seguito il DM 19-04-2006, “Norme funzionali e Geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”.

8.1. VERIFICHE ROTATORIE DI PROGETTO

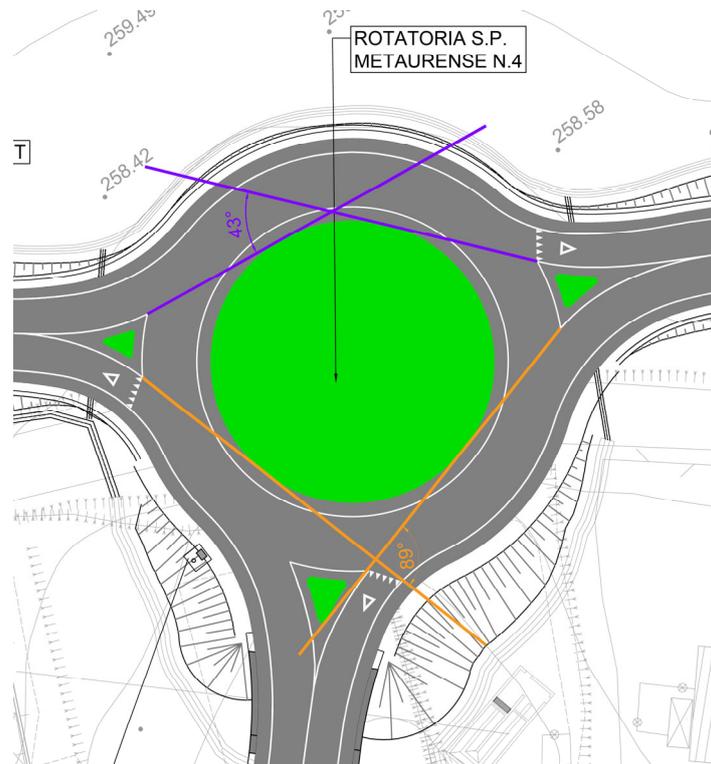
8.1.1. VERIFICHE ANGOLO DI DEVIAZIONE

Si riportano di seguito le verifiche geometriche per le rotatorie in progetto previste al paragrafo 4.5.3. del D.M. 19.04.2006 relativo alle intersezioni.

Come si rileva dalle figure di seguito riportate per entrambe le rotatorie l'angolo di deviazione risulta in alcuni casi leggermente inferiore ai 45°. Tale verifica risulta comunque accettabile e non vincolante dal punto di vista progettuale, in quanto la su citata norma si limita a *suggerire* per rotatorie a 4 bracci di adottare per ciascun ramo un valore dell'angolo di deviazione di almeno 45°.



PROGETTAZIONE ATI:

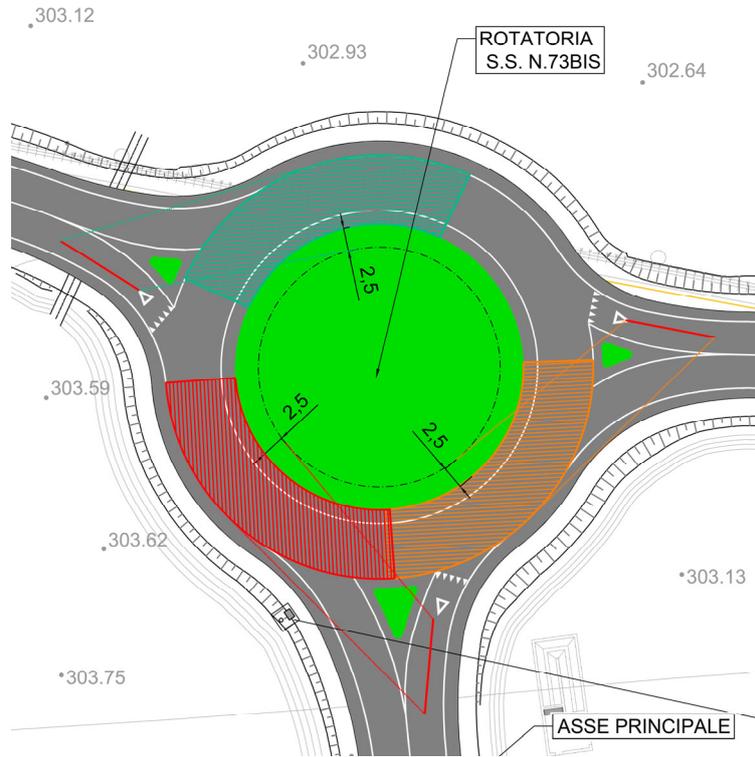


8.1.2. VERIFICHE VISIBILITA'

Si riportano di seguito, per le rotatorie in progetto, le verifiche di visibilità previste al paragrafo 4.6 del D.M. 19.04.2006 relativo alle intersezioni.

Come si rileva dalle figure di seguito riportate per le due rotatorie in progetto le verifiche di visibilità risultano soddisfatte, in quanto si garantisce il mantenimento di una zona completamente libera da ostacoli sulla sinistra della corsia di immissione in rotatoria e per un quarto dello sviluppo dell'intero anello, necessaria ad assicurare ai conducenti che si approssimano alla rotatoria la possibilità di vedere i veicoli che percorrono l'anello giratorio, al fine di cedere ad essi la precedenza o eventualmente arrestarsi.

PROGETTAZIONE ATI:



PROGETTAZIONE ATI:

9. VERIFICHE DI VISIBILITA' PER L'ARRESTO ALLE INTERSEZIONI

9.1. VERIFICA INTERSEZIONI A RASO DEL TIPO A "T"

Al fine di garantire il regolare funzionamento delle intersezioni a raso, come principio di carattere generale occorre procedere con la “gerarchizzazione delle manovre”, in modo da articolare le correnti veicolari coinvolte in principali e secondarie; ne consegue la necessita di introdurre della segnaletica specifica (segnali di precedenza o di stop) per ogni punto di conflitto, evitando in tal modo di porre in essere situazioni regolate dalla semplice regola di “precedenza a destra”.

Per le traiettorie prioritarie devono essere mantenute all'interno dell'intera area di intersezione le medesime condizioni di visibilità previste dalla specifica normativa lungo l'intero tracciato; la presenza dell'intersezione non può difatti costituire deroga agli standard usuali in rapporto alla visibilità del tracciato.

Come prescritto dal DM 19.04.2006, infatti, nel caso delle intersezioni a raso occorre garantire un'adeguata visibilità ai fini della sicurezza. Le verifiche sono state sviluppate secondo il criterio dei triangoli di visibilità, all'interno dei quali non devono esistere ostacoli alla continua e diretta visione reciproca dei veicoli in approccio al punto di intersezione considerato (si considerano ostacoli per la visibilità oggetti isolati aventi la massima dimensione planimetrica superiore a 0.8 m).



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

$$D = v \times t$$

dove:

v = velocità di riferimento [m/s], pari al valore della velocità di progetto caratteristica del tratto considerato o, in caso di limiti impositivi di velocità, dal valore prescritto dalla segnaletica;
t = tempo di manovra, pari a 12 s nel caso di manovre regolate da precedenza, o pari a 6 s in caso di manovre regolate da Stop.

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

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

PROGETTAZIONE ATI:

Si riportano nella seguente tabella i valori da verificare come distanza di visibilità principale in base alla tipologia di intersezioni a raso presenti nel progetto e alla loro velocità di riferimento.

	Vp1 (km/h)							
	30	40	50	60	70	80	90	100
Dp (m)	100.00	133.33	166.67	200.00	233.33	266.67	300.00	333.33
Ds (m)	50.00	66.67	83.33	100.00	116.67	133.33	150.00	166.67

Tabella 1 - Lunghezza del lato maggiore del triangolo di visibilità.

Si riportano di seguito la tabella con i parametri utilizzati per il calcolo dei triangoli di visibilità per le strade interferite e gli accessi presenti sui rami delle due nuove rotatorie in progetto con indicazione del tipo di manovra prevista.

VIABILITA'		MANOVRA	V [km/h]	v [m/s]	t [s]	D [m]	Note
Intersezione 1: ramo EST (Rot. 1) - Accesso privato	in uscita	regolata da STOP	30	8.33	6	50.00	limite prog. prescritto 50 km/h
	in entrata		50	13.89	6	83.33	
Intersezione 2: ramo OVEST (Rot. 1) - Accesso privato	in entrata/uscita	regolata da STOP	50	13.89	6	83.33	limite prog. prescritto 50 km/h
Intersezione 3: ramo OVEST (Rot. 2) - Strada Poderale 1	in entrata	regolata da STOP	50	13.89	6	83.33	limite prog. prescritto 50 km/h Obbligo di svolta a destra
Intersezione 4: Ramo EST (Rot. 2) - Strada Poderale 3	in entrata	regolata da STOP	50	13.89	6	83.33	limite prog. prescritto 50 km/h Obbligo di svolta a destra
Intersezione 5: Dev. Stradale Locale n.2 - Accesso privato	-	regolata da STOP	30	8.33	6	50.00	limite prog. prescritto 50 km/h
Intersezione 6: Ramo EST (Rot. 2) - Strada Poderale 2	in entrata/uscita	regolata da STOP	50	13.89	6	83.33	limite prog. prescritto 50 km/h
Intersezione 7: SS73Bis - Dev. Stradale Locale n.1	-	regolata da STOP	50	13.89	6	83.33	limite esistente 50 km/h

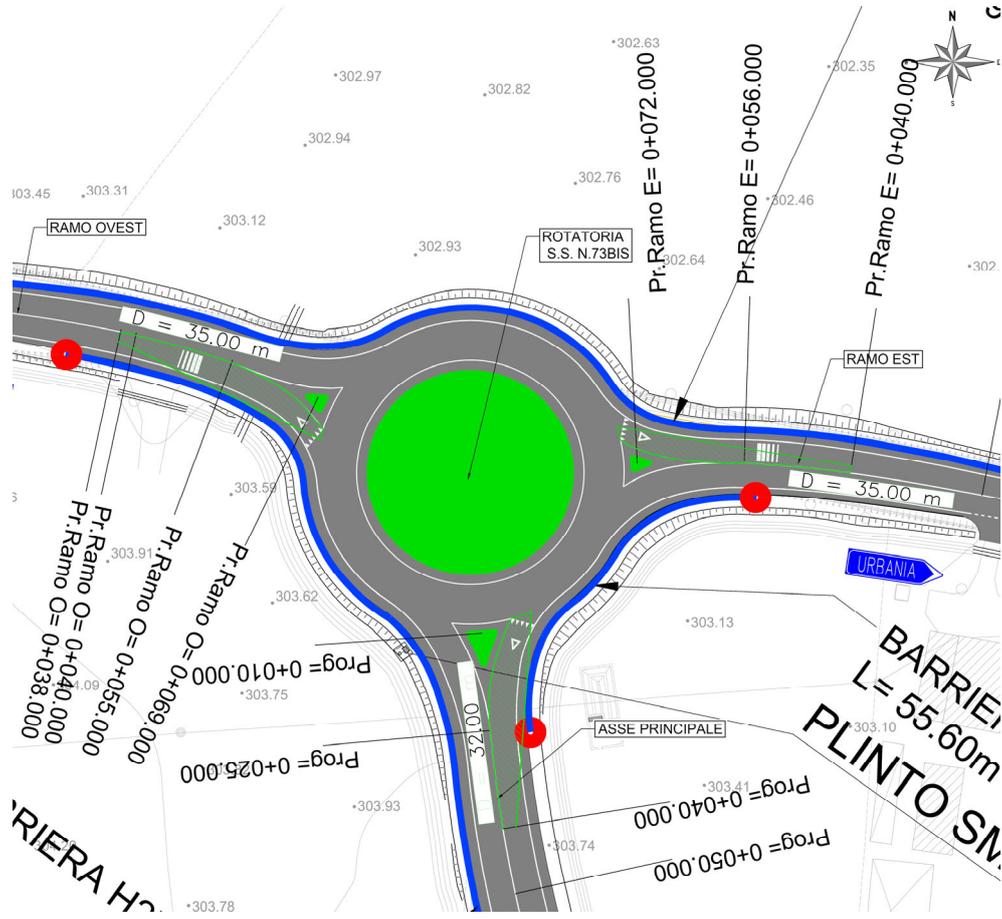
9.2. VERIFICA VISIBILITA' RAMO DI ENTRATA DELLA ROTATORIA

La verifica di visibilità sotto riportata è stata effettuata in maniera puntuale sulla base dei dati ottenuti dalle verifiche di visibilità per l'arresto eseguite per i rami di innesto alle due rotatorie in progetto, ovvero la costruzione dei raggi ottici tiene conto dell'effettiva velocità assunta dal veicolo nella sezione più vincolante del ramo in approccio alla rotatoria.

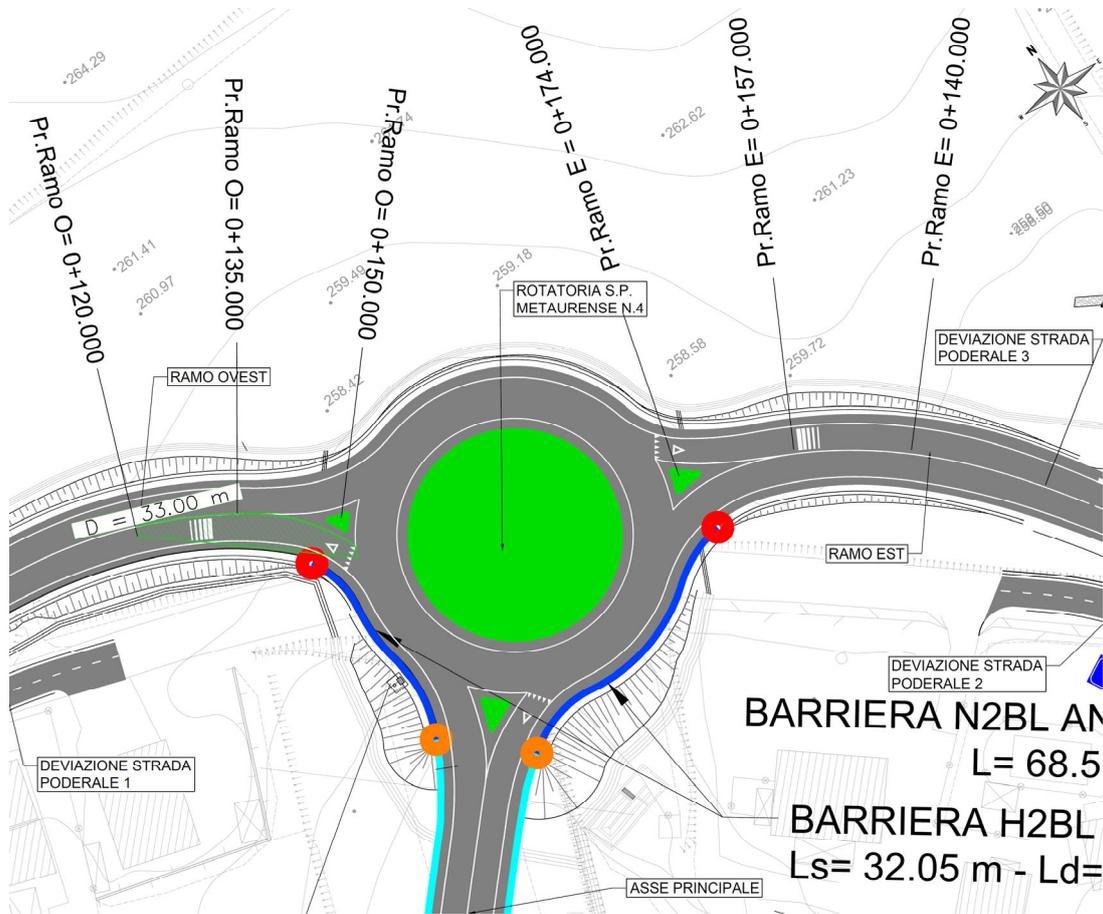
Tali verifiche sono state eseguite per i rami Est, Ovest e l'asse principale della Rotatoria 1 sulla SP N. 73bis e per il ramo Est della Rotatoria 2 sulla SS n. 4 Metaurense, ovvero i rami in ingresso alla rotatoria che presentano condizioni di visibilità più "svantaggiate", in quanto si innestano in curva.

Le verifiche di seguito riportate mostrano come il campo visivo risulti sempre libero da ostacoli e contenuto all'interno della carreggiata stradale.

Per maggiori dettagli si rimanda agli specifici elaborati contenenti i diagrammi di visibilità e di velocità denominati *Diagrammi di visibilità*.



PROGETTAZIONE ATI:



BARRIERA N2BL AN
L= 68.5
BARRIERA H2BL
Ls= 32.05 m - Ld=

PROGETTAZIONE ATI:

10. VERIFICHE INGOMBRI MEZZI PESANTI

Al fine di garantire il passaggio dei mezzi pesanti sui rami delle due rotatorie - S.S. N.73BIS e S.P. METAURENSE N.4 - con adeguati margini di sicurezza è stata effettuata una simulazione dei massimi ingombri che tali mezzi possono occupare durante le manovre. Per effettuare tale verifica sono stati presi a riferimento i due mezzi di maggior lunghezza previsti dal codice della strada che devono comunque avere una larghezza massima non eccedente 2,55 m.

- ✓ Autoarticolato di lunghezza totale, compresi gli organi di traino, non eccedente 12 m

Vehicle data

Name: AUTOARTICOLATO 12M CDS ITALIA

Type: Semi-Trailer Units: Meter

Vehicle Details | Turning Report | Lock to lock Report

Total Length: 12 meter

Width #1	#2	Lock to lock time (seconds)	7
Wheel 2.6	2.6	Max wheel turning angle (seg #1)	40
Vehicle 2.6	2.6	Max angle between Segments	70
F= 1.4	H= 0	F2= 0.91	
WB= 3.65		WB2= 5.3	
B= 2.05		B2= 1.65	

Independent Active Rear Steering

- ✓ Autotreno di lunghezza massima di 18,75 m

Vehicle data

Name: AUTOTRENO 18.75M CDS ITALIA

Type: Tow Bar Semi Units: Meter

Vehicle Details | Turning Report | Lock to lock Report

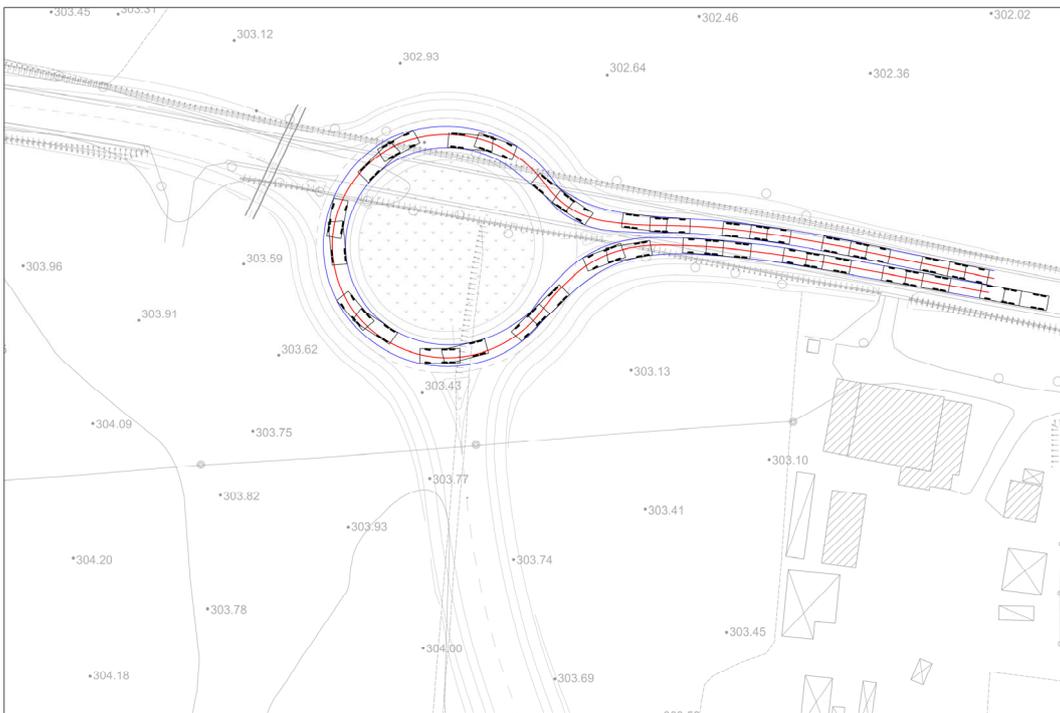
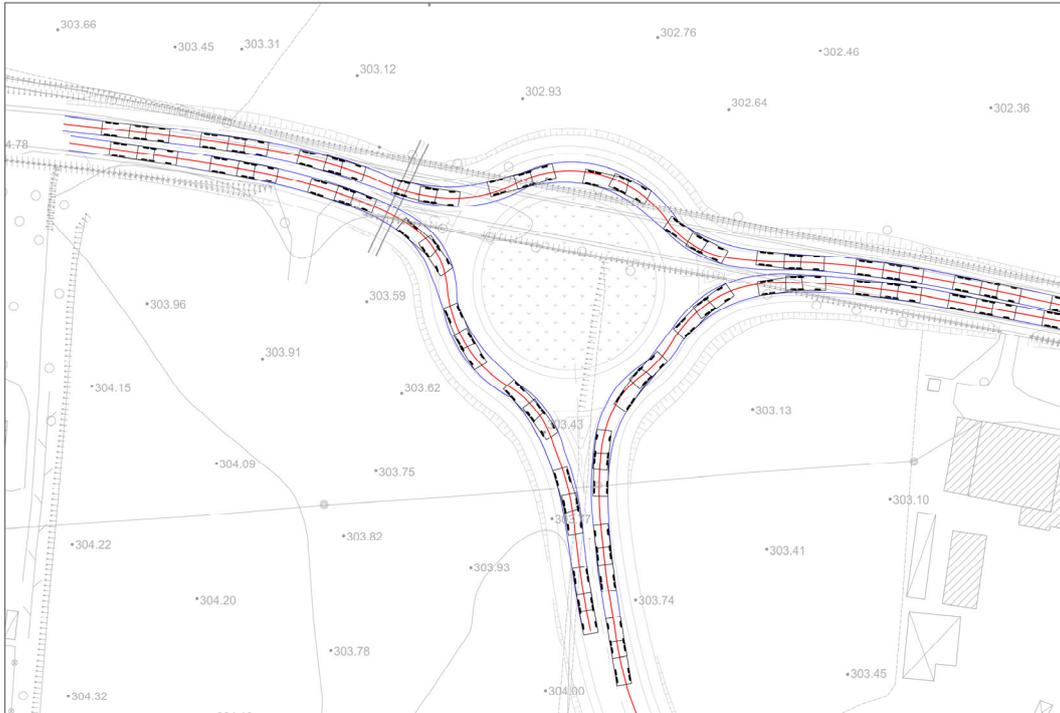
Total Length: 18.75 meter

Width #1	#2	Lock to lock time (seconds)	7
Wheel 2.55	2.55	Max wheel turning angle (seg #1)	37.9
Vehicle 2.55	2.55	Max angle between Segments	70
F= 1.36	H= 1.88	F2= 2.19	
WB= 5.49		WB2= 6.11	
B= 1.44		B2= 3.91	

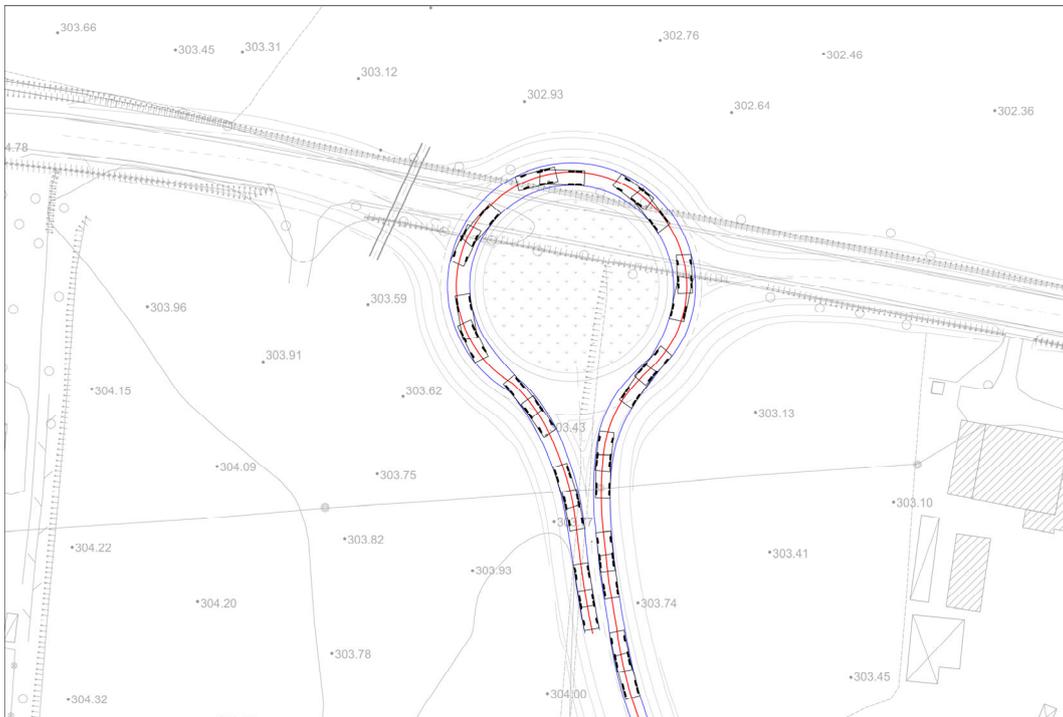
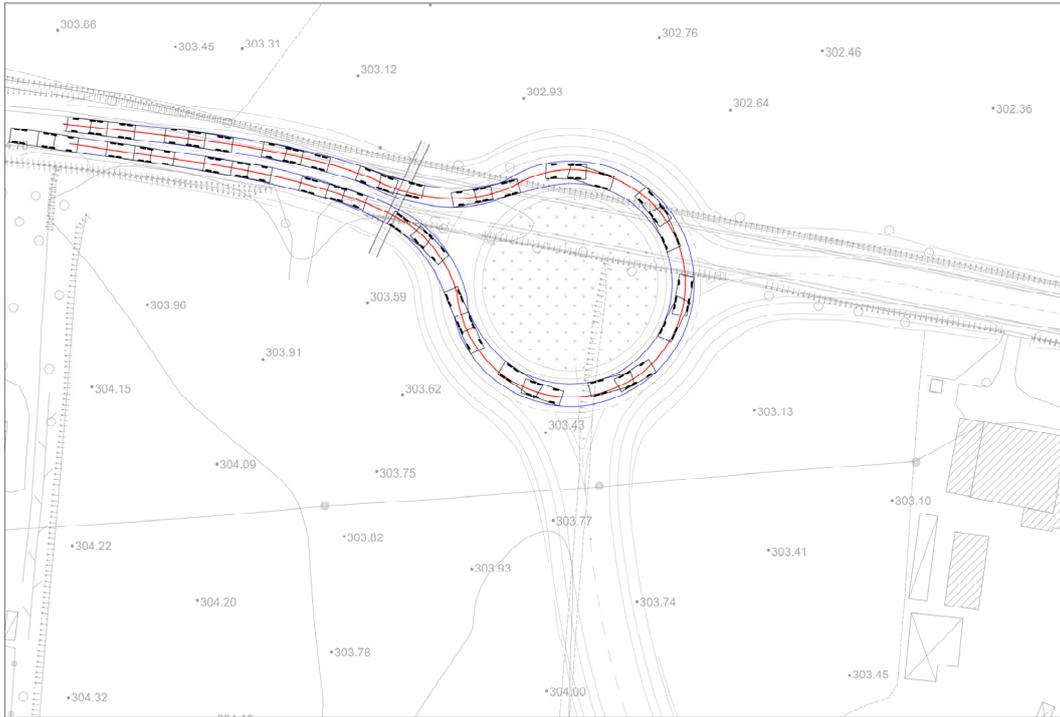
PROGETTAZIONE ATI:

La verifica grafica riportata nelle figure seguenti evidenzia come l'ingombro massimo dei mezzi pesanti rimane all'interno della piattaforma stradale prevista.

ROTATORIA S.S. N.73BIS - Autoarticolato

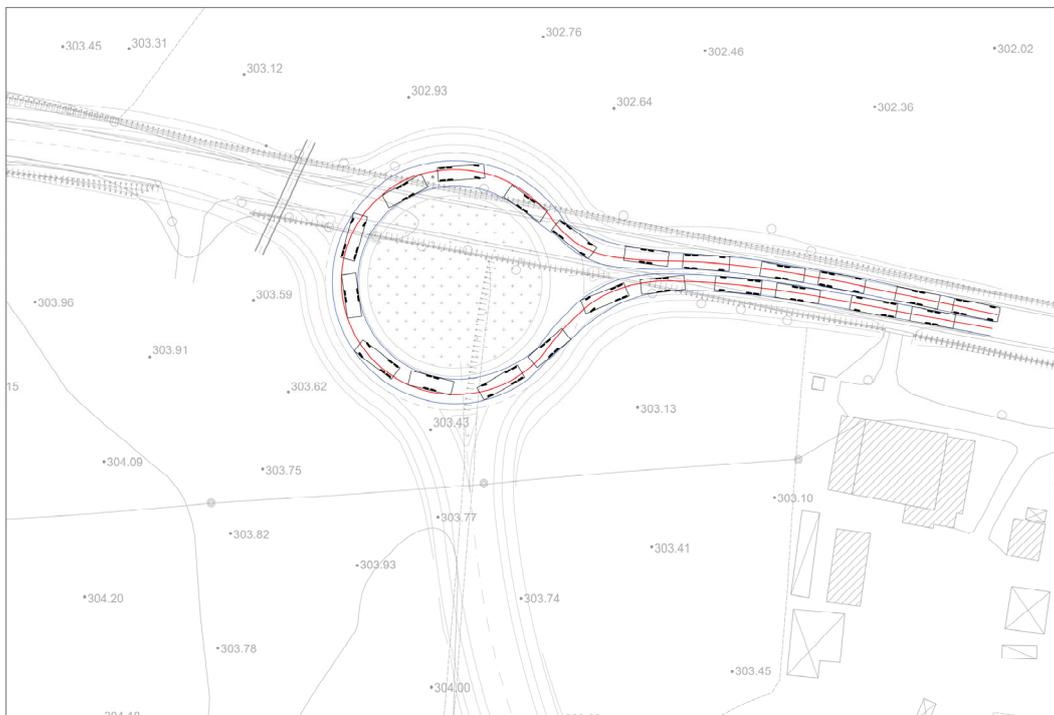
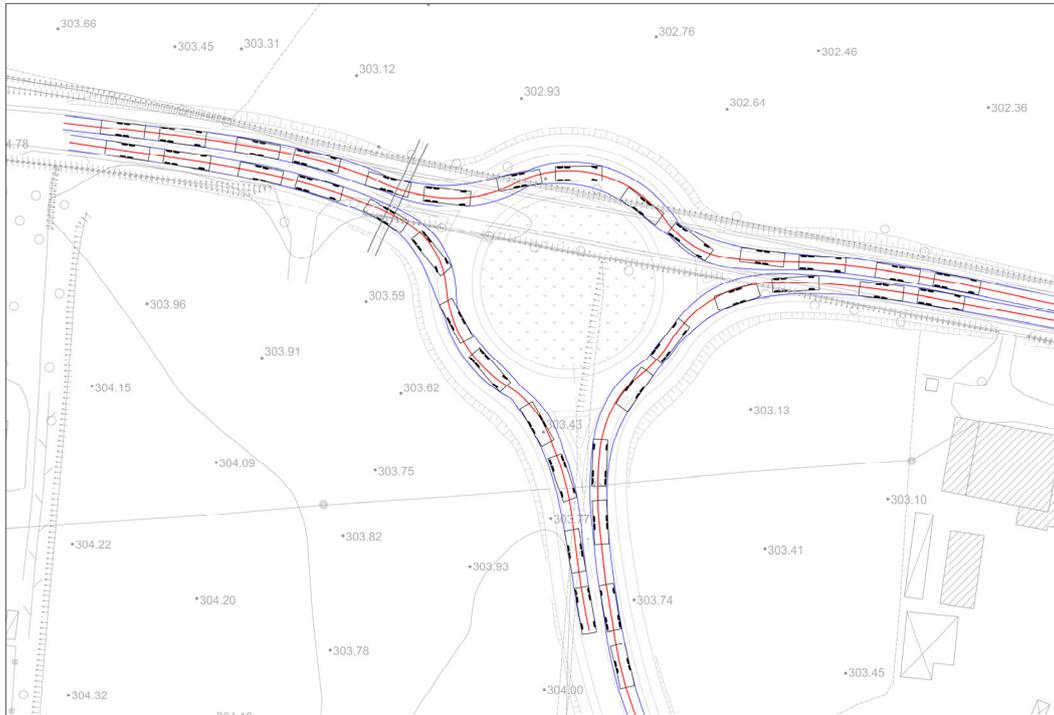


PROGETTAZIONE ATI:

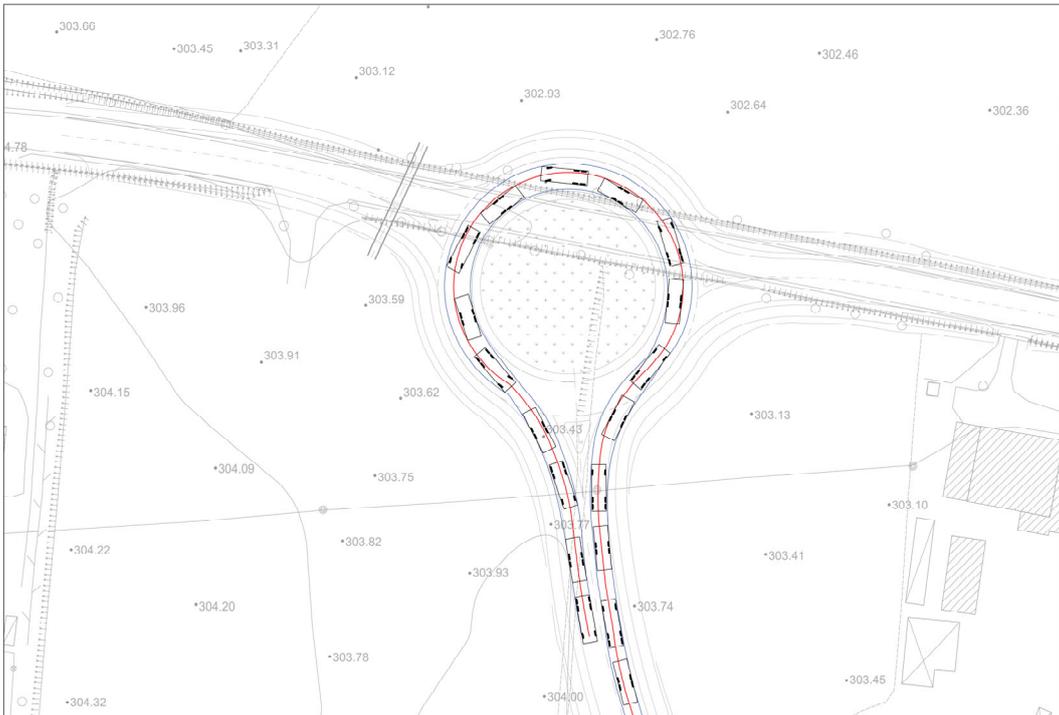
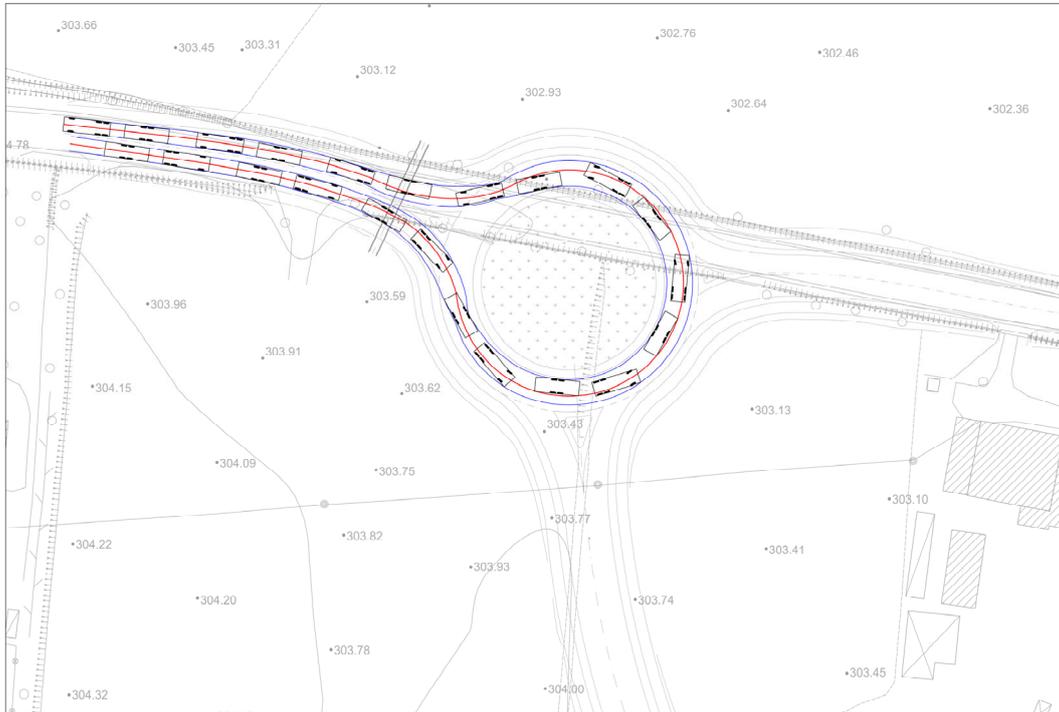


PROGETTAZIONE ATI:

ROTATORIA S.S. N.73BIS - Autotreno

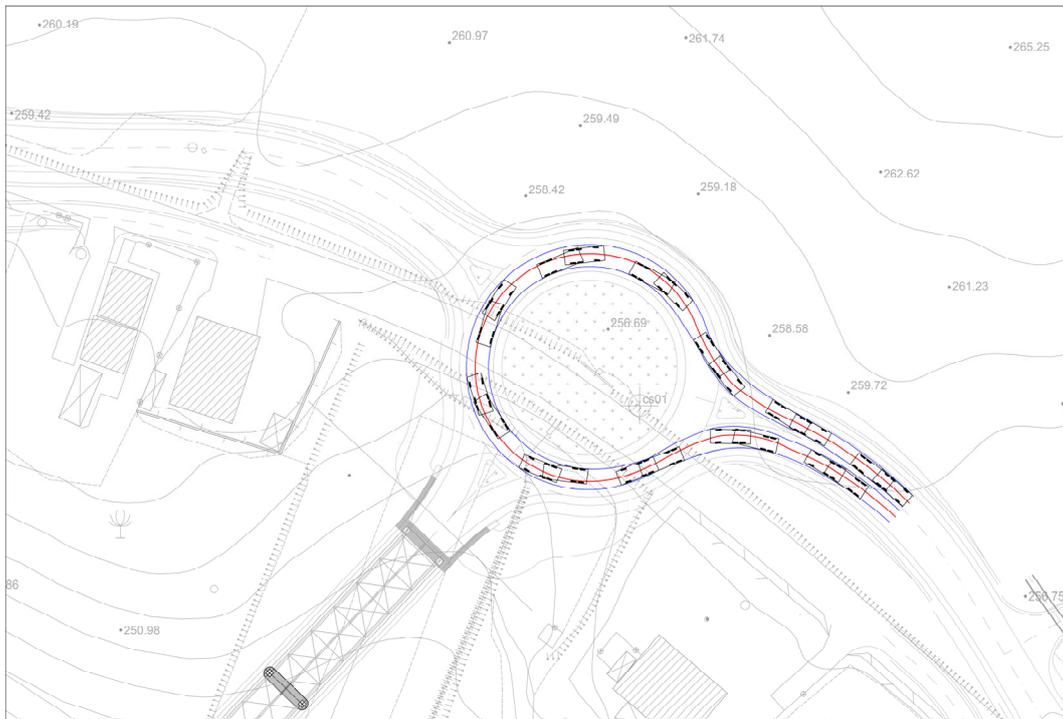
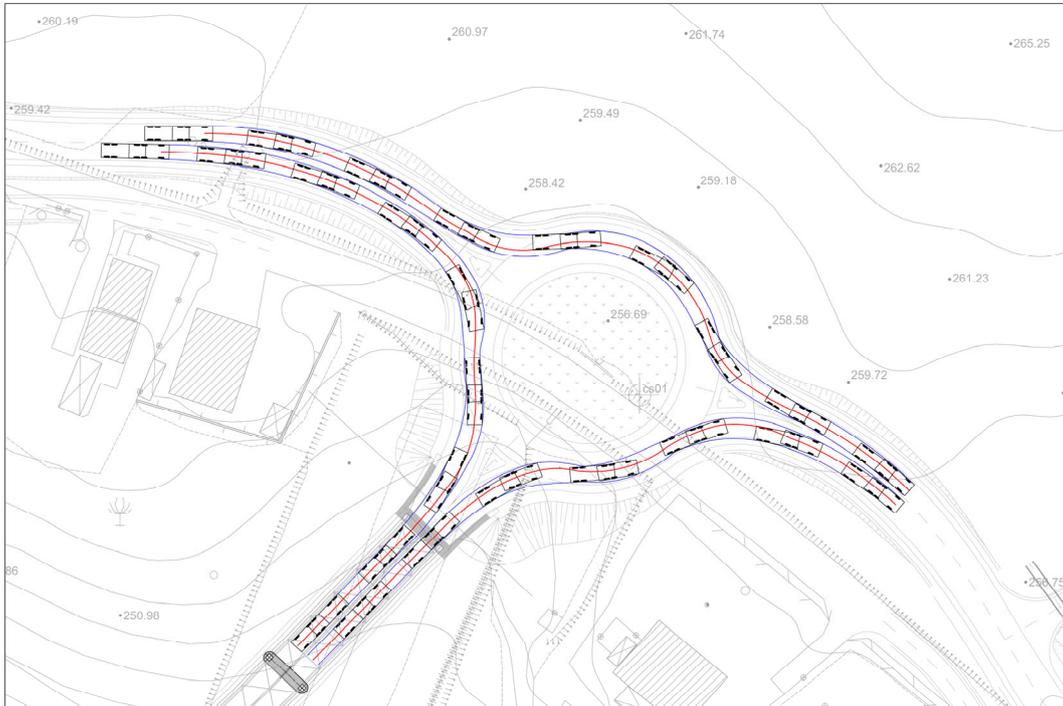


PROGETTAZIONE ATI:

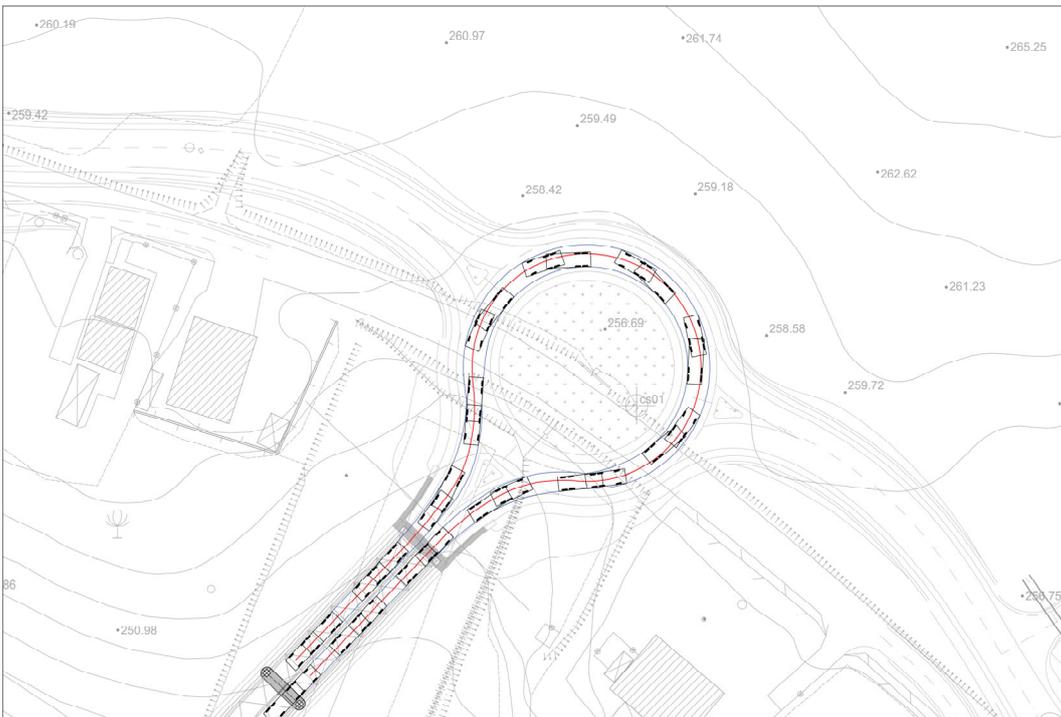
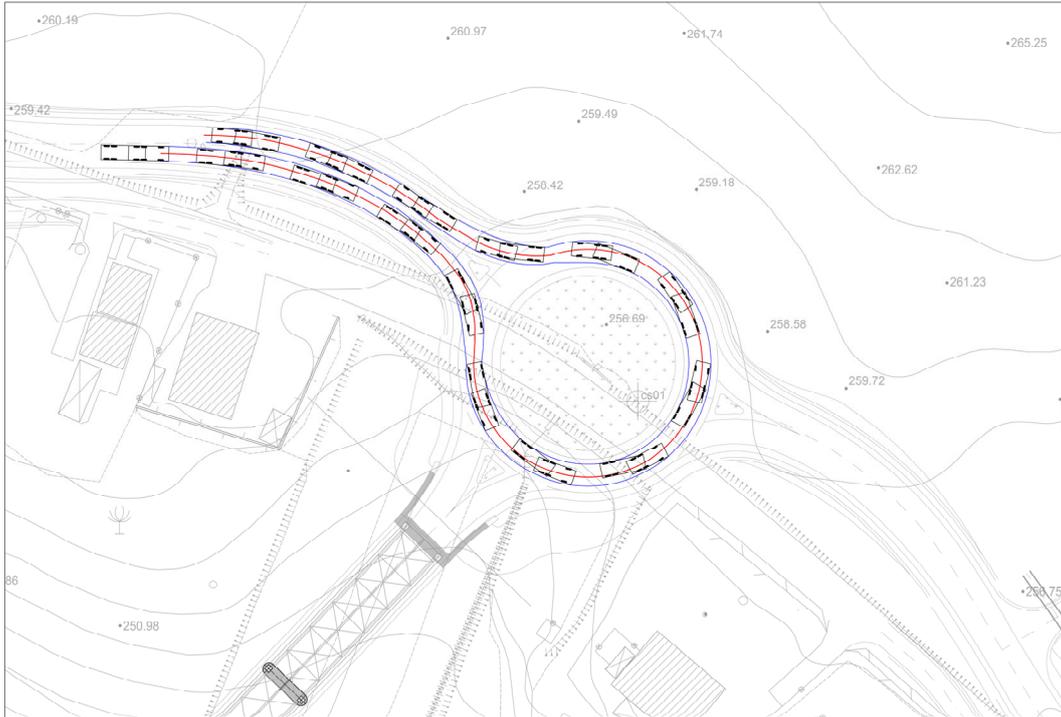


PROGETTAZIONE ATI:

S.P. METAURENSE N.4 - Autoarticolato

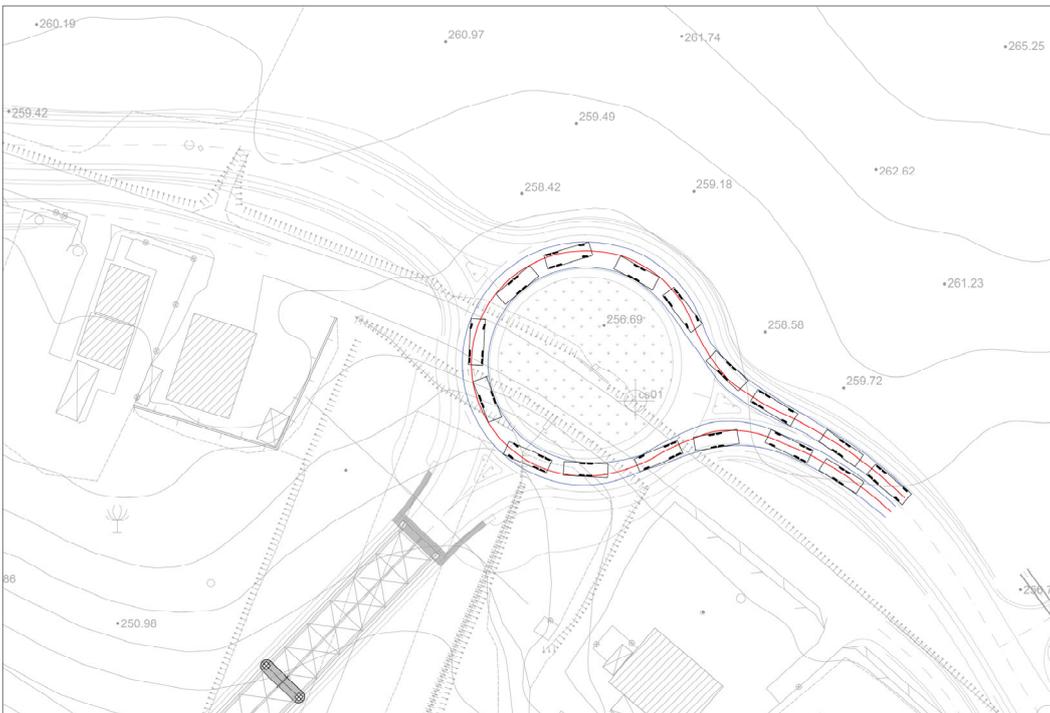
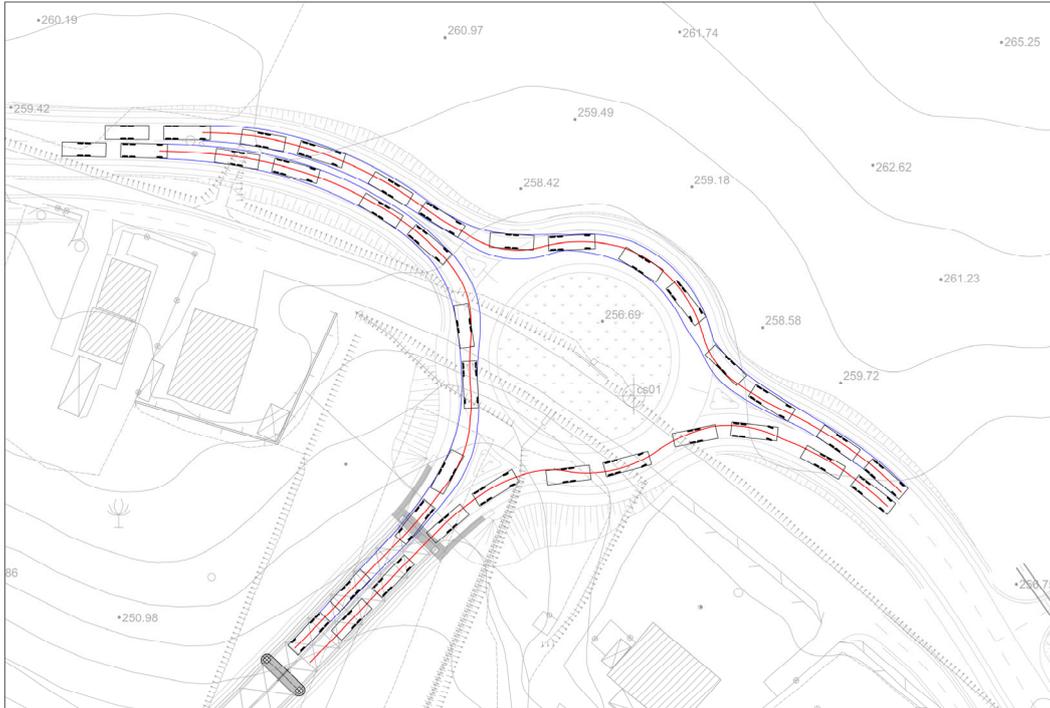


PROGETTAZIONE ATI:

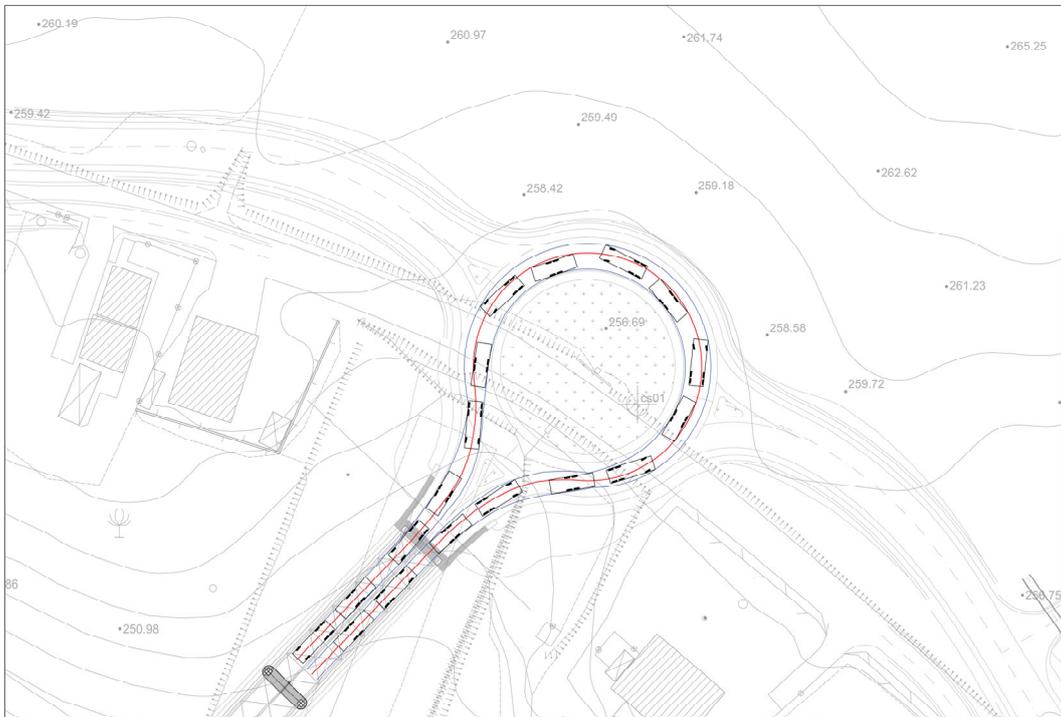
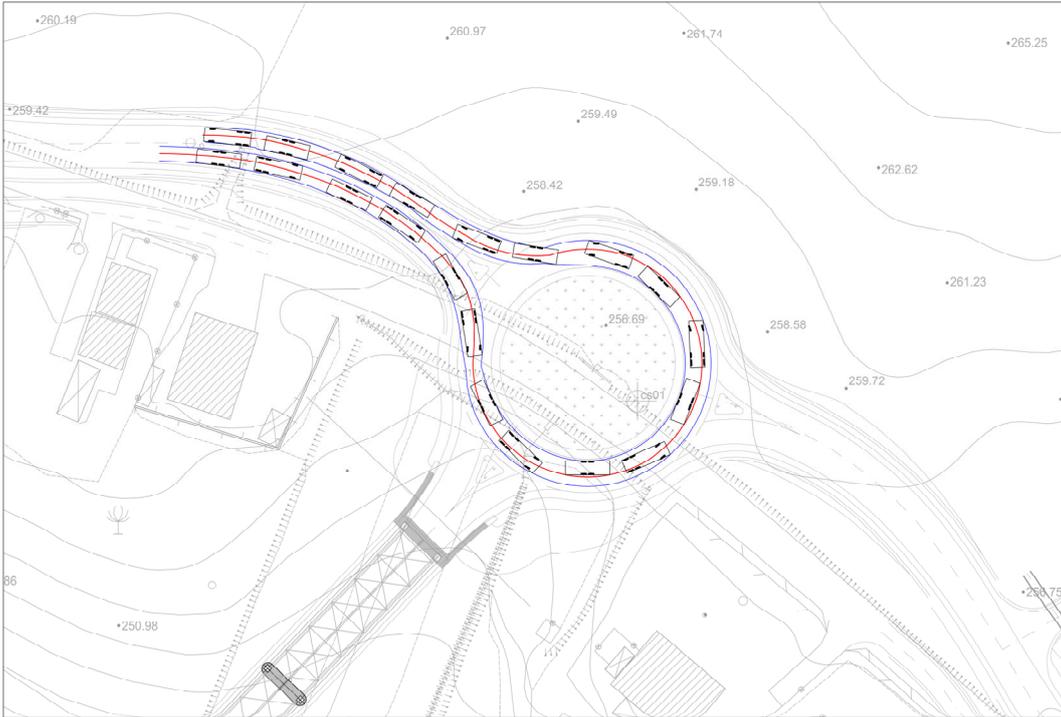


PROGETTAZIONE ATI:

S.P. METAURENSE N.4 - Autotreno



PROGETTAZIONE ATI:



PROGETTAZIONE ATI:

11. DATI DI TRAFFICO

Per quanto riguarda i dati di traffico si è fatto riferimento allo Studio di traffico elaborato nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnico Economica relativo ai LOTTI 5-10 - MERCATELLO SUL METAURO - SANTO STEFANO DI GAIFA della S.G.C. E78 GROSSETO – FANO - TRATTO SELCI LAMA (E45) - SANTO STEFANO DI GAIFA.

Tale studio di traffico ha analizzato le performance trasportistiche di quattro soluzioni progettuali alternative tra le quali è stata selezionata quella da realizzare, denominata *Alternativa 3*. Detta soluzione progettuale si sviluppa in variante solo nelle tratte in corrispondenza dei centri abitati rimanendo sul sedime attuale nelle restanti (pari al 30% della configurazione infrastrutturale prevista), assolvendo al ruolo di infrastruttura di attraversamento dell'area oggetto di studio con buone performance trasportistiche; infatti, secondo tale soluzione non fa registrare sull'asse fenomeni di congestione né durante l'ora di punta né nell'intera giornata mantenendo valori ampiamente al di sotto dei limiti di saturazione (cfr. Studio di traffico).

Atteso che la viabilità di progetto rappresenta uno dei lotti facenti parte di un itinerario molto più vasto di lunghezza complessiva pari a circa 35 km, ai fini del dimensionamento della pavimentazione si è ritenuto opportuno fare riferimento al più alto valore di traffico rilevato tra le tratte del progetto, in modo da uniformarne le caratteristiche in termini di sovrastruttura stradale sull'intero itinerario di riferimento.

Nel caso in esame l'arco più carico è rappresentato dal tratto posto a Est della variante di Urbania, immediatamente a valle della nuova rotatoria di progetto che regolerà l'intersezione con la S.P. 4 Metaurense, il quale è caratterizzato dai valori di traffico di seguito riportati:

TGM		
Veicoli Leggeri [veic/g]	Veicoli Pesanti [veic/g]	Veicoli Totali [veic/g]
13.485	1.006	14.491

11.1. LIVELLO DI SERVIZIO (LOS)

11.1.1. ASSE PRINCIPALE

Il Livello di servizio (LoS) della tratta "Variante di Urbania" (asse principale) è stato valutato sulla base dei flussi di traffico riportati nel *flussogramma dell'ora di punta del mattino* relativi all'Alternativa 3 all'anno 2029 entrata in esercizio dell'opera (denominato P29_3) dello Studio di Traffico, di cui si riporta di seguito lo stralcio.

PROGETTAZIONE ATI:

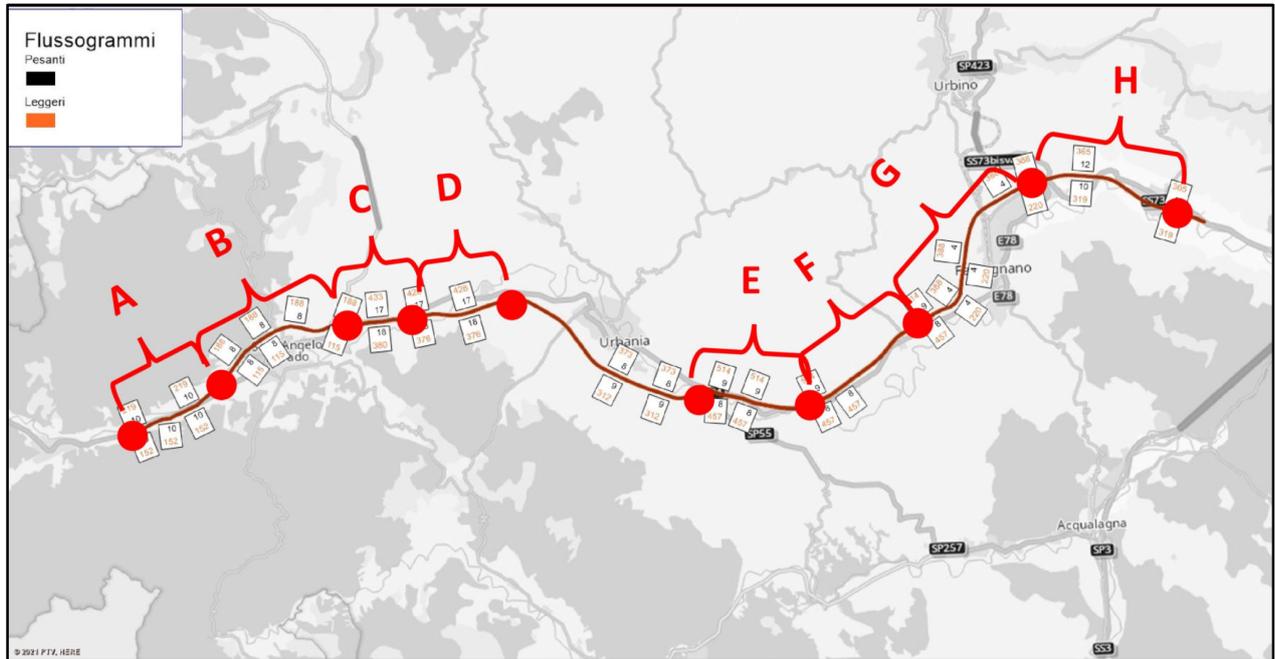


Figura – Flussogramma dell'ora di punta del mattino dello scenario P29_3

Come mostrato nella tabella sottostante, il Livello di Servizio della tratta oggetto di valutazione risulta pari a **LOS C**. Il livello di servizio ottenuto è in linea con quanto previsto dal D.M. 2001 per la classe di strada considerata (C1 – Extraurbana secondaria) che, dunque risulta adeguata al volume e al tipo di traffico previsti per la nuova infrastruttura stessa. Per ulteriori approfondimenti si rimanda allo specifico elaborato *Studio di Traffico*.

Variate di Urbania					
Calcolo Vs			Calcolo PTC		
		VHP	702		
fcb	2,1	phf	1,00		
fa	0,00			fg	1,00
fg	1,00	BVFL	90	fHV	1,00
fHV	1,00			Pt	2,1%
Pt	2,1%	VFL	88	Pr	2,8%
Pr	2,8%			Et	1,10
Et	1,2	Q	705	Er	1,00
Er	1,0				
fnp	5,50	Vs	73,59	fnp	17,90
Livello di Servizio LOS C			Livello di Servizio LOS C		

PROGETTAZIONE ATI:

11.1.1. ROTATORIE

Si riportano di seguito le verifiche funzionali (capacità della rotatoria e il livello di servizio – LoS) per le due nuove intersezioni a rotatoria in progetto: Rotatoria 1 sulla S.S. N.73bis e per la Rotatoria 2 sulla S.P. N4 Metaurense.

La stima delle capacità delle due rotatorie di progetto, e di conseguenza dei livelli di servizio delle stesse, è stata eseguita tramite la procedura SETRA, che tiene conto delle dimensioni dei principali elementi dell'intersezione e restituisce, una volta alimentata la procedura, gli indici prestazionali del sistema (tempo medio di attesa in coda ai bracci, lunghezze di coda) e, di conseguenza, i livelli di servizio.

Il metodo messo a punto in Francia nel 1987 dal SETRA fornisce, oltre ai valori di capacità totale e semplice, anche i tempi medi di attesa (in sec) e il 99° percentile del numero di veicoli in attesa su un braccio di rotatoria, utili per la determinazione del livello di servizio di una rotatoria. Sia la capacità che i flussi sono misurati in autovetture equivalenti per ora. Si definiscono:

- Q_c , flusso che percorre l'anello in corrispondenza dell'immissione (veic.eq/h);
- Q_e , flusso entrante (veic.eq/h);
- Q_u , flusso uscente (veic.eq/h);
- SEP , larghezza isola spartitraffico all'estremità del braccio (m);
- ANN , larghezza dell'anello (m);
- ENT , larghezza della semicarreggiata del braccio misurata dietro il primo veicolo fermo all'altezza della linea del 'dare precedenza' (m).

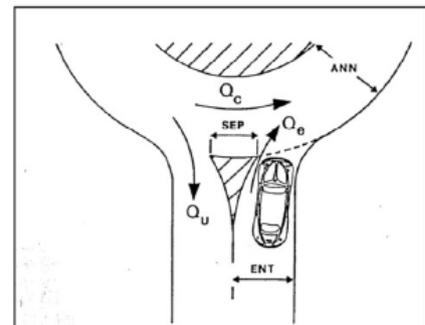


Figura 100: Caratteristiche geometriche e di traffico di una rotatoria

A partire da questi dati di ingresso viene calcolata attraverso una procedura a tre fasi $K = f(Q_c, Q_e, SEP, ANN, ENT)$ la capacità del braccio, cioè il minimo valore di Q_e che dà luogo alla presenza permanente di veicoli in attesa di immettersi nella rotatoria.

Si determina il traffico uscente equivalente Q'_u e il traffico entrante equivalente Q'_e :

$$Q'_u = Q_u \frac{15 - SEP}{15} \text{ (veic.eq/h) imponendo } Q'_u = 0 \text{ se } SEP \geq 15m$$

$$Q'_e = \frac{Q_e}{1 + 0,1(ENT - 3,5)} \text{ (veic.eq/h);}$$

PROGETTAZIONE ATI:

Si calcola il traffico di disturbo Q_d :

$$Q_d = (Q_c + 2/3Q_u) [1 - 0,085(ANN - 8)] \text{ (veic.eq/h);}$$

Quindi, si individua la capacità del braccio K :

$$K = (1330 - 0,7Q_d) [1 + 0,1(ENT - 3,5)] \text{ (veic.eq/h).}$$

Si definisce δ_i quello scalare tale che, moltiplicato per la matrice M e quindi per il vettore dei flussi entranti nella rotonda, dà luogo ad un flusso $\delta_i Q_{e,i}$ entrante dal braccio i uguale alla capacità K del braccio:

$$\delta_i = \frac{1330[1 + 0,1(ENT - 3,5)]}{Q_{e,i} + 0,7Q_d[1 + 0,1(ENT - 3,5)]}$$

Il calcolo di δ_i viene ripetuto per tutti i bracci della rotonda: sia δ_j il più piccolo dei valori così ottenuti.

Si definisce quindi capacità semplice della rotonda $K_j = \delta_j Q_{e,j}$ raggiunta sul solo braccio j quando la matrice M dei flussi in ingresso viene moltiplicata per δ_j : gli altri bracci si mantengono ancora al di sotto della capacità, non entrando in congestione.

La capacità totale della rotonda si calcola determinando i valori dei flussi in ingresso che, distribuendosi fra le varie uscite secondo i coefficienti $\rho_{i,j}$ che si ricavano dalla matrice M, determinano il contemporaneo raggiungimento della capacità su tutti i bracci.

Questi flussi in ingresso si ricavano risolvendo il sistema di "m" equazioni lineari nelle "m" incognite $\delta_j Q_{e,j}$, per i singoli bracci della rotonda:

$$Q_{e,j} = \left\{ 1330 - 0,7 \left[Q_{c,i} f(\rho_{i,j}) + 2/3 Q_u f(\rho_{i,j}) \frac{15 - SEP}{15} \right] [1 - 0,085(ANN - 8)] \right\} [1 + 0,1(ENT - 3,5)]$$

La capacità totale Q della rotonda è quindi data da:

$$Q = \sum_{i=1}^m Q_{e,i}$$

I valori e i $Q_{e,j}$, di capacità dei singoli bracci che concorrono a formare la capacità totale vengono posti a base della progettazione di una rotonda.

Poiché i flussi in ingresso di entità uguale ai valori di capacità così definiti determinerebbero la presenza permanente di veicoli in attesa ai bracci, e quindi code di notevole lunghezza, si fa di solito riferimento ad una capacità pratica dei singoli bracci:

PROGETTAZIONE ATI:

$$K_i = Q_{e,j} - 150 \text{ ovvero } K_i = 0,8Q_{e,j}$$

Il tempo medio di attesa dei veicoli alle immissioni ed un percentile della lunghezza della coda sono le caratteristiche di livello di servizio cui si fa riferimento nel progetto delle rotonde. Questi elementi possono essere calcolati con lo stesso modello teorico utilizzato per le altre intersezioni a raso, basato sul concetto di intervallo critico precedentemente definito, le cui variabili sono il flusso in entrata e quello che percorre l'anello.

Il SETRA, tramite questi modelli teorici, ha ricavato l'andamento dei tempi medi di attesa e del 99° percentile della lunghezza della coda su un braccio in funzione del traffico di disturbo Q_d sull'anello e del flusso entrante equivalente Q'_e .

Nella figura a seguire il grafico impiegato per la stima dei livelli di servizio, per i quali viene utilizzata la classificazione dell'HCM in relazione al tempo speso in coda.

Dall'interpolazione tra la curva corrispondente al traffico in ingresso rapportato ad una corsia di ingresso di 3,5 m (asse orizzontale superiore), ed il traffico di disturbo Q_d (asse orizzontale inferiore) si individua il tempo medio di attesa in coda in ingresso alla rotonda che ne definisce il Livello di Servizio (espresso in secondi).

Nelle tabelle riepilogative delle verifiche di ciascuna rotonda, si riportano i valori relativi al numero di veicoli in coda (q) e al tempo di attesa (w) in secondi.

Dall'interpolazione tra la curva corrispondente al traffico in ingresso rapportato ad una corsia di ingresso di 3,5 m (asse orizzontale superiore), ed il traffico di disturbo Q_d (asse orizzontale inferiore) si individua la "lunghezza della coda" sul ramo di ingresso corrispondente.

Figura 101: Tempi medi di attesa su un braccio di rotonda (in sec)

Parametro: Q' (traffico in ingresso rapportato ad una entrata di 3,5 m)

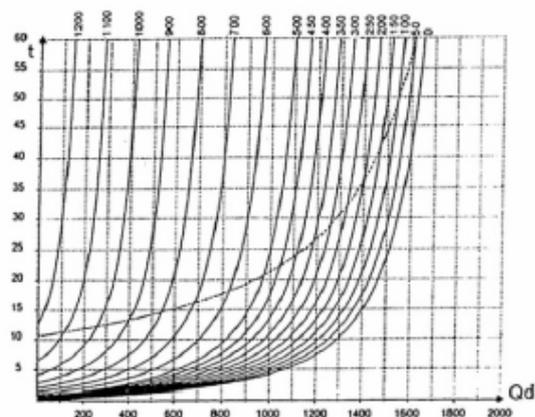
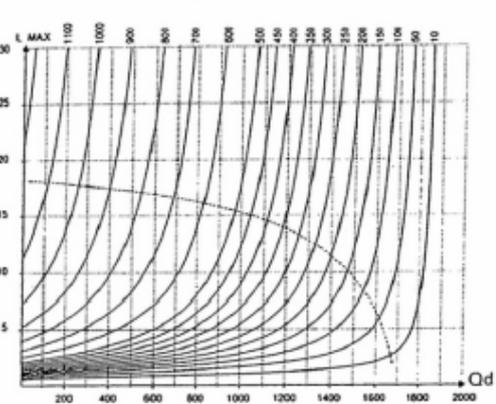


Figura 102: 99° percentile del numero di veicoli in attesa su un braccio di rotonda

Parametro: Q' (traffico in ingresso rapportato ad una entrata di 3,5 m)



L'Highway Capacity Manual 2010 indica, in base al tempo medio di attesa il livello di servizio di ciascun braccio in ingresso. Ripetendo il calcolo per ogni entrata si va a ricavare il relativo livello di servizio: il livello di servizio più basso è determinante per l'intera rotonda.

PROGETTAZIONE ATI:

Livello di servizio	Tempo d'attesa medio
A	0-10
B	> 10-15
C	> 15-25
D	> 25-35
E	> 35-50
F	> 50

Figura - Determinazione del Livello di servizio, funzione dei valori limite del tempo medio d'attesa (HCM 2010)

PARAMETRI GEOMETRICI

Rotatoria 1 sulla S.S. N.73bis:

- ANN= 6,00 m;
- ENT = 3.50 m (per tutti i bracci);
- SEP_A = 8.95 m, SEP_B = 7.00 m, SEP_C = 9.50 m, SEP_D = 7.00 m

Rotatoria 2 sulla S.P. N4 Metaurense:

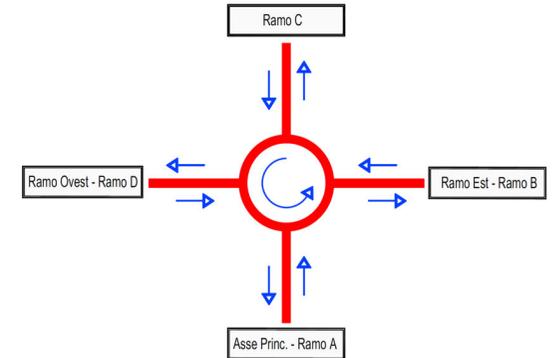
- ANN= 6,00 m;
- ENT = 3.50 m (per tutti i bracci);
- SEP_A = 8.95 m, SEP_B = 7.00 m, SEP_C = 9.50 m, SEP_D = 7.00 m

PROGETTAZIONE ATI:

Verifica funzionale Rotatoria 1 S.S. N.73bis (Urbania Ovest)

Matrice O/D dei nodi (giorno medio, ora di punta)					
O/D	A	B	C	D	Q _e
A	0	334	86	0	420
B	391	0	0	3	394
C	80	0	0	0	80
D	0	0	0	0	0
Q_u	471	334	86	3	894
Q_c	0	86	394	471	

Matrice di distribuzione N				
O/D	A	B	C	D
A	0.00%	79.52%	20.48%	0.00%
B	99.24%	0.00%	0.00%	0.76%
C	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
D	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%



Verifica della Rotatoria

RAMI IN ENTRATA	DATI DI TRAFFICO (U.V./h)			DIMENSIONI			CALCOLI (U.V./h)			Q'e [veic. Eq/h]	δ	δQe (Capacità semplice)	K	ΔK	Capacità res. Rc
	Q _e [veic. Eq/h]	Q _c [veic. Eq/h]	Q _u [veic. Eq/h]	SEP (Isola)	ANN (Anello)	ENT (Carreg. in entrata)	Q _d [veic. Eq/h]	Q _{e calc = Capacità (K)}	Q _{u'} [veic. Eq/h]						
A	420	0	471	8.95	6	3.5	148	1226	190	420	2.54	1038	1330	292	68.42%
B	394	86	334	7	6	3.5	206	1186	135	394	2.47	974	1181	207	66.64%
C	80	394	86	9.5	6	3.5	488	988	35	80	3.15	198	648	450	87.65%
D	0	471	3	7	6	3.5	552	944	1	0	3.44	0	515	515	100.00%
TOT	894	951	894								min.	2.47			

Capacità totale - Matrice dei coefficienti

	A	B	C	D
A	0.00	0.80	0.20	0.00
B	0.99	0.00	0.00	0.01
C	1.00	0.00	0.00	0.00
D	0.00	0.00	0.00	0.00

Soluzione del sistema

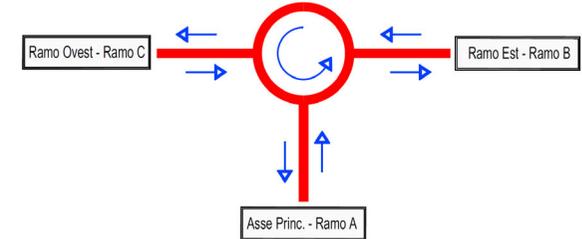
Q _e	Tempo attesa (s)	Veicoli coda (n)	Liv.Serv. HCM 2000
Q _{e,A}	1010.9	4.00	A
Q _{e,B}	926.4	5.00	A
Q _{e,C}	529.8	2.00	A
Q _{e,D}	0.0	0.00	A
Q _{TOT}	2467		
Q _{pratica}	1974		

PROGETTAZIONE ATI:

Verifica funzionale Rotatoria 2 sulla S.P. N4 Metaurense (Urbania est)

Matrice O/D dei nodi (giorno medio, ora di punta)					
O/D	A	B	C		Qe
A	0	430	106		536
B	430	0	127		557
C	67	97	0		164
Qu	497	527	233	0	1257
Qc	97	106	430		

Matrice di distribuzione N				
O/D	A	B	C	D
A	0.00%	80.22%	19.78%	0.00%
B	77.20%	0.00%	22.80%	0.00%
C	40.85%	59.15%	0.00%	0.00%



Verifica della Rotatoria

RAMI IN ENTRATA	DATI DI TRAFFICO (U.V./h)			DIMENSIONI			CALCOLI (U.V./h)			Q'e[veic. Eq/h]	δ	δQ_e (Capacità semplice)	K	ΔK	Capacità res. Rc
	Qe [veic. Eq/h]	Qc [veic. Eq/h]	Qu [veic. Eq/h]	SEP (Isola)	ANN (Anello)	ENT (Carreg. in entrata)	Qd [veic. Eq/h]	Qe calc = Capacità (K)	Qu' [veic. Eq/h]						
A	536	97	497	8.7	6	3.5	276	1137	209	536	1.82	932	1212	280	55.78%
B	557	106	527	7.95	6	3.5	297	1122	221	557	1.74	969	1201	232	53.62%
C	164	430	233	7.3	6	3.5	579	924	98	164	2.33	285	806	521	79.65%
TOT	1257	633	1257							min.	1.74				

Capacità totale - Matrice dei coefficienti

	A	B	C
A	0.00	0.80	0.20
B	0.77	0.00	0.23
C	0.41	0.59	0.00

Soluzione del sistema

Qe	Tempo attesa (s)	Veicoli coda (n)	Liv.Serv. HCM 2000
Q _{e,A}	798.7	22	C
Q _{e,B}	940.4	11	B
Q _{e,C}	631.0	4	A
Q _{TOT}	2370		
Q _{pratica}	1896		

PROGETTAZIONE ATI:

12. PAVIMENTAZIONI

Per il dimensionamento delle pavimentazioni si è fatto riferimento al *metodo AASHTO* proposto nel 1993 nel documento *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures* e facendo altresì riferimento al *Catalogo delle Pavimentazioni stradali* redatto dal CNR lo stesso anno.

Per il calcolo si è fatto riferimento ad una strada tipo C1 "extraurbana secondaria", con portanza del sottofondo in termini di modulo resiliente pari a 90 N/mm^2 (sottofondo di media portanza), le condizioni climatiche dell'Italia Centrale, livello di affidabilità pari al 90%, l'indice di funzionalità finale 2.5.

12.1. DESCRIZIONE DEL METODO UTILIZZATO

Il metodo AASHTO è un metodo empirico-statistico basato su osservazioni sperimentali dei parametri in gioco che consente di determinare il numero di assi standard¹ che la pavimentazione può sopportare raggiungendo un fissato grado di ammaloramento. Tale valore è funzione di vari parametri quali:

- le caratteristiche meccaniche dei materiali;
- gli spessori degli strati;
- la portanza del sottofondo,
- il coefficiente di sicurezza (fissato attraverso l'affidabilità, ovvero la probabilità che la pavimentazione resista al traffico durante la sua vita utile)
- il grado di ammaloramento finale che, per questioni di comfort e sicurezza, la pavimentazione può raggiungere.

Questo valore di assi standard sopportabili va confrontato con il traffico commerciale² che si stima passerà durante la vita utile della pavimentazione sulla corsia più carica convertito in assi standard equivalenti.

12.2. SOVRASTRUTTURA

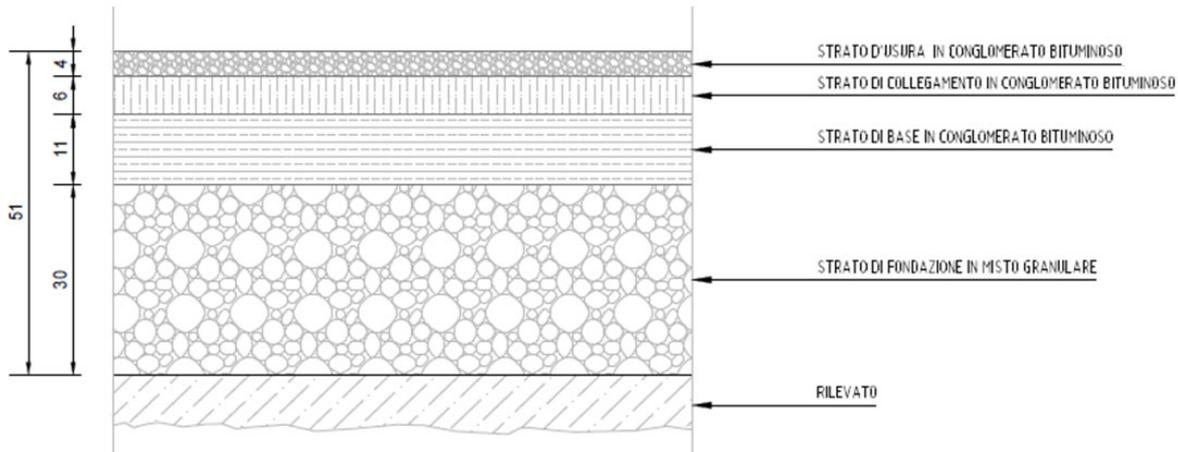
La pavimentazione adottata per l'asse principale, le rotatorie ed i rami di approccio risulta così composta:

- ✓ 4 cm di strato di usura in conglomerato bituminoso;
- ✓ 6 cm di strato di collegamento in conglomerato bituminoso (binder);
- ✓ 11 cm di strato di base in conglomerato bituminoso;
- ✓ 30 cm di fondazione in misto granulare stabilizzato;

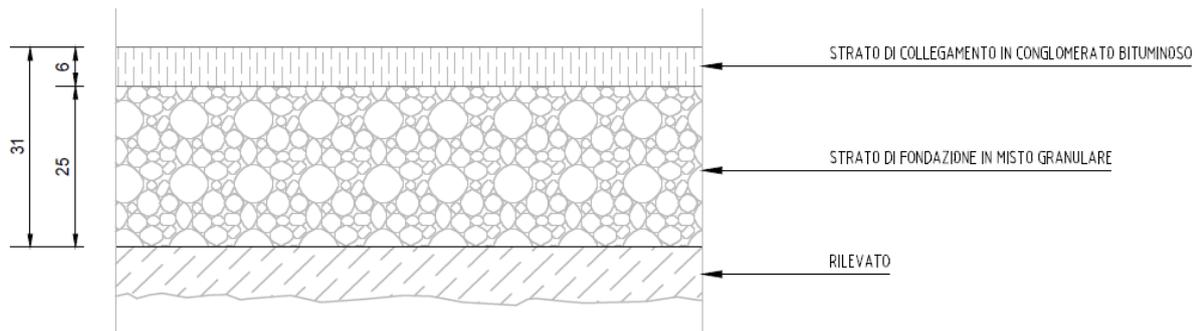
¹ L'asse standard (ESAL Equivalent Standard Axle Load) è l'asse singolo con ruote gemelle da 18 kips = 80KN = 8,2t

² Traffico costituito da veicoli con carico per asse compreso tra 10 e 130 KN e diverse tipologie di assi: singolo, tandem, tridem

PROGETTAZIONE ATI:



Per quanto concerne le strade interpoderali invece si adotterà una pavimentazione consistente in 25 cm di misto granulare e 6 cm di conglomerato bituminoso (pavimentazione tipo C).



Sulle opere d'arte e nelle zone di pavimentazione confermata della SS77 verranno realizzati solo gli ultimi due strati della pavimentazione di tipo A.

12.3. CALCOLO DEL TRAFFICO SOPPORTABILE EQUIVALENTE

12.3.1. CALCOLO DELL'INDICE STRUTTURALE E STIMA DELLA PORTANZA DEL SOTTOFONDO

L'indice strutturale SN (*Structural Number*) è un parametro che tiene conto della "resistenza strutturale" della pavimentazione ed è espresso dalla seguente formula:

$$SN = \sum_{i=1}^n m_i a_i h_i$$

dove:

- n è il numero degli strati della pavimentazione;
- h_i è lo spessore dello strato i -esimo;

PROGETTAZIONE ATI:

- a_i è il coefficiente strutturale dello strato i -esimo che dipende dal materiale ed è funzione della stabilità Marshall a 50 colpi per gli strati legati e del CBR³ per gli strati non legati;
- m_i è un coefficiente che tiene conto delle condizioni di drenaggio assunto pari ad 1 per gli strati legati e dedotto dalla seguente *Tabella 1*⁴ per i materiali non legati.

Qualità del drenaggio	Tempo necessario per il drenaggio dell'acqua	Percentuale del tempo di servizio in cui la pavimentazione si trova in condizioni prossime alla saturazione			
		<1%	1÷5%	5÷25%	>25%
Eccellente	2 ore	1,40 -1,35	1,35-1,30	1,30-1,20	1,20
Buona	1 giorno	1,35-1,25	1,25-1,15	1,15-1,00	1,00
Discreta	1 settimana	1,25-1,15	1,15-1,05	1,00-0,80	0,80
Scadente	1 mese	1,15-1,05	1,05-0,80	0,80-0,60	0,60
Molto scadente	Nessun drenaggio	1,05-0,95	0,95-0,75	0,75-0,40	0,40

Tabella 2 - Valori del coefficiente di drenaggio per le pavimentazioni flessibili

Nel nostro caso, per quanto riguarda i coefficienti a_i , si sono scelti dei valori di riferimento mentre, per ciò che concerne il fattore m_i dello strato di fondazione, si sono considerate condizioni intermedie ovvero qualità del drenaggio discreta e percentuale del tempo di servizio in cui la pavimentazione si trova in condizioni prossime alla saturazione compresa fra l'1 e il 5% considerando che il clima della località di ubicazione dell'opera è tendenzialmente poco piovoso.

La *Tabella 2* mostra il calcolo svolto.

Strato i-esimo	h_i (cm)	a_i	m_i	SN_i (cm)
Misto granulare	30	0.11	1.1	3.63
Base C.B.	11	0.28	1	3.08
Binder C.B.	6	0.35	1	2.10
Usura C.B.	4	0.37	1	1.48

SN	10.29
----	-------

Tabella 3 - Calcolo Structural Number

L'indice strutturale risultato è pari a 10,29 cm.

³ Il CBR (California Bearing Ratio) è un indice di portanza delle terre utilizzato per valutarne l'attitudine a sopportare le azioni trasmesse dalle pavimentazioni al sottofondo nelle diverse condizioni di addensamento e umidità in cui potrebbero venirsi a trovare in opera

⁴ Tratta dalla Table 2.4 – Chapter 2 della AASHTO Guide for Design of Pavement Structures

PROGETTAZIONE ATI:

Riguardo alla portanza del sottofondo, non essendo in possesso di precisi dati necessari alla determinazione analitica di tale fattore secondo il *metodo AASHTO*, si è scelto di considerare un modulo resiliente⁵ M_r pari a 90 N/mm² (corrispondente alla categoria intermedia di terreni proposta nel *Catalogo delle Pavimentazioni Stradali*)

12.3.2. INDICE DI SERVIZIO

L'indice di servizio PSI (Present Serviceability Index) rappresenta una misura del grado di ammaloramento della sovrastruttura in termini di sicurezza e comfort percepiti dall'utente ed è un parametro che varia tra 0 e 5. Per tenere conto delle inevitabili imperfezioni costruttive, il PSI iniziale di una pavimentazione flessibile si assume pari a 4,2, mentre per quello finale (ovvero quello ammesso al termine della vita utile) si è scelto di considerare un valore di 2,5 (come suggerito nella *Tabella 9* del *Catalogo CNR*) in ragione del fatto che la rampa in oggetto può essere considerata come *strada di media importanza* assimilabile ad una extraurbana a forte traffico.

Ne deriva il calcolo del ΔPSI che esprime il margine di funzionalità disponibile della sovrastruttura

$$\Delta PSI = PSI_{\text{iniziale}} - PSI_{\text{finale}} = 1,7$$

12.3.3. AFFIDABILITÀ

L'affidabilità R rappresenta la probabilità che il numero di passaggi di assi singoli equivalenti che la pavimentazione può sopportare prima di raggiungere il suddetto PSI_{finale} sia maggiore o uguale al numero di passaggi che realmente si verifica sulla corsia più carica durante la vita utile della pavimentazione.

Questa probabilità interviene nella formulazione AASHTO come prodotto dei due fattori Z_R e S_0 . Si tratta di valori statistici che rappresentano rispettivamente la normale standard (media nulla e varianza unitaria) e varianza dello scarto fra la durata prevista e quella effettiva della sovrastruttura.

Il valore di Z_R si è scelto dalla *Tabella 3*⁶ mentre per S_0 si è scelto il valore medio dell'intervallo 0,40 ÷ 0,50 proposto dalla norma.

R [%]	50	60	70	75	80	85	90	92	95	98	99	99,99
Z_R	0,000	-0,253	-0,524	-0,674	-0,841	-1,037	-1,282	-1,405	-1,645	-2,054	-2,327	-3,090

Tabella 4 - Parametro Z_R in funzione del grado di affidabilità

La *Tabella 9* del *Catalogo CNR* suggerisce di considerare un'affidabilità del 90% per strade extraurbane principali e secondarie a forte traffico quindi, in ragione di ciò si è preso il corrispondente valore di Z_R ovvero -1,282.

⁵ Il modulo resiliente è un parametro caratterizzante i materiali non legati definito come una stima del modulo elastico per applicazioni rapide del carico e viene calcolato tramite la procedura di prova AASHTO T274, oppure con una prova triassiale secondo la procedura AASHTO T292.

⁶ Tratta da Table 4.1 -Chapter 4 della AASHTO Guide for Design of Pavement Structures

PROGETTAZIONE ATI:

12.3.4. CALCOLO DEL TRAFFICO EQUIVALENTE SOPPORTABILE

A questo punto, ricavati tutti i parametri in gioco, si è potuto procedere con il calcolo del numero di passaggi standard sopportabili attraverso la formulazione riportata di seguito:

- $Z_R = -1,282$
- $S_0 = 0,45$
- $SN = 10,29 \text{ cm} = 4,05 \text{ in}$
- $\Delta PSI = 1,7$
- $M_r = 90 \text{ N/mm}^2 = 13053 \text{ psi}$

$$\log W_{8,2} = Z_R \cdot S_0 + 9,36 \log(SN + 1) - 0,20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5}\right)}{0,4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{0,47}}} + 2,32 \log(M_r) - 8,07$$

Tale calcolo ha restituito un valore di $W_{8,2}$ pari a **9.411.036 passaggi** di assi singoli equivalenti da 8,2 ton.

12.3.5. CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI EQUIVALENZA

Il C_{SN} è un coefficiente di equivalenza tra il generico asse reale, caratterizzato da un peso P_i e tipologia T_i , e l'asse singolo standard da 8,2 ton. Per il suo calcolo ci si è serviti delle due tabelle riportate di seguito contenute nel Catalogo CNR.

Tipo di strada	Tipo di veicolo															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1) autostrade extraurbane	12.2	----	24.4	14.6	2.4	12.2	2.4	4.9	2.4	4.9	2.4	4.9	0.10	----	----	12.2
2) " urbane	18.2	18.2	16.5	----	----	----	----	----	----	----	----	----	1.6	18.2	27.3	----
3) strade extr. principali e secondarie a forte traffico	----	13.1	39.5	10.5	7.9	2.6	2.6	2.5	2.6	2.5	2.6	2.6	0.5	----	----	10.5
4) strade extraurb. second. ordin.	----	----	58.8	29.4	----	5.9	----	2.8	----	----	----	----	0.2	----	----	2.9
5) " extr. second.-turistiche	24.5	----	40.8	16.3	----	4.15	----	2	----	----	----	----	0.05	----	----	12.2
6) " urbane di scorrimento	18.2	18.2	16.5	----	----	----	----	----	----	----	----	----	1.6	18.2	27.3	----
7) " " di quartiere e locali	80	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	20	----	----
8) corsie preferenziali	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	47	53	----

Tabella 5 - Tipici spettri di veicoli commerciali per ciascun tipo di strada ⁷

⁷ Tab.3 del Catalogo delle pavimentazioni stradali

PROGETTAZIONE ATI:

Tipo di veicolo	N° Assi	Distribuzione dei carichi per asse in KN			
1) autocarri leggeri	2	↓10	↓20		
2) " "	"	↓15	↓30		
3) autocarri medi e pesanti	"	↓40	↓80		
4) " " "	"	↓50	↓110		
5) autocarri pesanti	3	↓40	↓80	↓80	
6) " "	"	↓60	↓100 ↓100		
7) autotreni e autoarticolati	4	↓40	↓90	↓80	↓80
8) " "	"	↓60	↓100	↓100	↓100
9) " "	5	↓40	↓80	↓80	↓80 ↓80
10) " "	"	↓60	↓90	↓90	↓100 ↓100
11) " "	"	↓40	↓100	↓80	↓80 ↓80
12) " "	"	↓60	↓110	↓90	↓90 ↓90
13) mezzi d'opera	"	↓50	↓120	↓130	↓130 ↓130
14) autobus	2	↓40	↓80		
15) " "	2	↓60	↓100		
16) " "	2	↓50	↓80		

Tabella 6 - Tipi di veicoli commerciali, numero d'assi e distribuzione dei carichi per asse ⁸

In Tabella 4 è indicata la frequenza percentuale delle diverse tipologie dei veicoli sul totale dei mezzi commerciali, mentre in Tabella 5 sono indicati i loro carichi per asse.

Nel caso in oggetto si è considerato lo spettro corrispondente ad una strada extraurbana principale o secondaria a forte traffico.

Il coefficiente C_{SN} è definito dalla seguente relazione:

$$C_{SN} = C_{SN}(P_i, T_i, \Delta PSI) = 10^{-A}$$

dove:

$$A = \left\{ 4,79 \cdot [\log(18 + 1) - \log(0,225 \cdot P_i + T_i)] + 4,33 \cdot \log T_i + \frac{G}{B_i} - \frac{G}{B^*} \right\}$$

$$G = \log \frac{\Delta PSI}{2,7}$$

$$B_i = 0,40 + \frac{0,081 \cdot (0,225 \cdot P_i + T_i)^{3,23}}{\left(\frac{SN}{2,54} + 1 \right)^{5,19} \cdot T_i^{3,23}}$$

B^* è il valore che B_i assume per gli assi da 8,2 ton che nel caso in questione è risultato essere 0,644.

⁸ Tab.2 del Catalogo delle pavimentazioni stradali
PROGETTAZIONE ATI:

Tipo di veicolo	Spettro Veicoli %	P _i (KN)	T _i	B _i	G	A _i	C _{sn,i}	n*C _{sn,i}
1) Autocarri leggeri	0.0	10	1	0.401	-0.201	3.484	0.000	0.000
1) Autocarri leggeri	0.0	20	1	0.404	-0.201	2.394	0.004	0.000
2) Autocarri leggeri	13.1	15	1	0.402	-0.201	2.867	0.001	0.000
2) Autocarri leggeri	13.1	30	1	0.413	-0.201	1.691	0.020	0.003
3) Autocarri medi e pesanti	39.5	40	1	0.431	-0.201	1.181	0.066	0.026
3) Autocarri medi e pesanti	39.5	80	1	0.644	-0.201	0.000	1.000	0.395
4) Autocarri medi e pesanti	10.5	50	1	0.459	-0.201	0.787	0.163	0.017
4) Autocarri medi e pesanti	10.5	110	1	1.053	-0.201	-0.512	3.247	0.341
5) Autocarri pesanti	7.9	40	1	0.431	-0.201	1.181	0.066	0.005
5) Autocarri pesanti	7.9	160	2	0.644	-0.201	-0.138	1.376	0.109
6) Autocarri pesanti	2.6	60	1	0.502	-0.201	0.474	0.336	0.009
6) Autocarri pesanti	2.6	200	2	0.886	-0.201	-0.496	3.131	0.081
7) Autotreni e autoarticolati	2.6	40	1	0.431	-0.201	1.181	0.066	0.002
7) Autotreni e autoarticolati	2.6	90	1	0.751	-0.201	-0.189	1.544	0.040
7) Autotreni e autoarticolati	2.6	80	1	0.644	-0.201	0.000	1.000	0.026
7) Autotreni e autoarticolati	2.6	80	1	0.644	-0.201	0.000	1.000	0.026
8) Autotreni e autoarticolati	2.5	60	1	0.502	-0.201	0.474	0.336	0.008
8) Autotreni e autoarticolati	2.5	100	1	0.886	-0.201	-0.357	2.276	0.057
8) Autotreni e autoarticolati	2.5	100	1	0.886	-0.201	-0.357	2.276	0.057
8) Autotreni e autoarticolati	2.5	100	1	0.886	-0.201	-0.357	2.276	0.057
9) Autotreni e autoarticolati	2.6	40	1	0.431	-0.201	1.181	0.066	0.002
9) Autotreni e autoarticolati	2.6	160	2	0.644	-0.201	-0.138	1.376	0.036
9) Autotreni e autoarticolati	2.6	160	2	0.644	-0.201	-0.138	1.376	0.036
10) Autotreni e autoarticolati	2.5	60	1	0.502	-0.201	0.474	0.336	0.008
10) Autotreni e autoarticolati	2.5	180	2	0.751	-0.201	-0.327	2.124	0.053
10) Autotreni e autoarticolati	2.5	200	2	0.886	-0.201	-0.496	3.131	0.078
11) Autotreni e autoarticolati	2.6	40	1	0.431	-0.201	1.181	0.066	0.002
11) Autotreni e autoarticolati	2.6	100	1	0.886	-0.201	-0.357	2.276	0.059
11) Autotreni e autoarticolati	2.6	240	3	0.644	-0.201	-0.219	1.658	0.043
12) Autotreni e autoarticolati	2.6	60	1	0.502	-0.201	0.474	0.336	0.009
12) Autotreni e autoarticolati	2.6	110	1	1.053	-0.201	-0.512	3.247	0.084
12) Autotreni e autoarticolati	2.6	270	3	0.751	-0.201	-0.408	2.559	0.067
13) Mezzi d'opera	0.5	50	1	0.459	-0.201	0.787	0.163	0.001
13) Mezzi d'opera	0.5	120	1	1.255	-0.201	-0.655	4.518	0.023
13) Mezzi d'opera	0.5	390	3	1.498	-0.201	-1.009	10.216	0.051
14) Autobus	0.0	40	1	0.431	-0.201	1.181	0.066	0.000
14) Autobus	0.0	80	1	0.644	-0.201	0.000	1.000	0.000
15) Autobus	0.0	60	1	0.502	-0.201	0.474	0.336	0.000
15) Autobus	0.0	100	1	0.886	-0.201	-0.357	2.276	0.000
16) Autobus	10.5	50	1	0.459	-0.201	0.787	0.163	0.017
16) Autobus	10.5	80	1	0.644	-0.201	0.000	1.000	0.105

C_{sn}	1.93
-----------------------	-------------

Tabella 7 - Tabella di calcolo coefficiente di conversione

PROGETTAZIONE ATI:

Il coefficiente di equivalenza è risultato **1,93**.

12.4. CALCOLO DEL TRAFFICO COMMERCIALE SOPPORTABILE

Si è quindi potuto calcolare il numero di passaggi dei veicoli commerciali che la sovrastruttura proposta garantisce nell'arco della sua vita utile (20 anni). Per far ciò si è diviso il valore di traffico equivalente sopportabile calcolato precedentemente per il coefficiente di equivalenza.

Il risultato ottenuto è di **4.870.228 passaggi** di veicoli commerciali.

12.5. VERIFICA DELLA PAVIMENTAZIONE

In conclusione la pavimentazione è in grado di sopportare con il decadimento ammesso un numero di assi equivalenti pari a $W_{8,2} = 9.411.036 > N_{8,2} = 8.619.722$ che è il numero effettivo di passaggi di assi equivalenti previsti durante la vita utile.

La verifica è quindi soddisfatta con un fattore di sicurezza pari a 1.09.

13. BARRIERE DI SICUREZZA

Per la scelta del dispositivo da utilizzare nel progetto definitivo si fa correttamente riferimento a quanto previsto dal DM 18 feb 1992, n.223 e s.m.i., ed in particolare all'ultimo aggiornamento del 21 giugno 2004. Partendo dai criteri di scelta dei dispositivi in esso contenuti, sono state individuate le zone da proteggere e le tipologie da adottare tenendo conto inoltre delle norme EN 1317 per definire le caratteristiche prestazionali delle barriere.

Il traffico di riferimento (TGM) come precedentemente indicato è sicuramente maggiore di 1000 con una percentuale di veicoli pesanti pari al 6.94%. Il tipo di traffico è pertanto, ai sensi dell'art.6 del citato DM "tipo II".

A questo tipo di traffico per una strada extraurbana secondaria corrisponde l'impiego delle seguenti classi minime di Livello di Contenimento in funzione della destinazione: Barriera bordo laterale H1 e Barriera bordo ponte H2.

Partendo da questi valori minimi, in funzione anche delle scelte adottate nel precedente Progetto Definitivo si sono adottate le tipologie di seguito descritte.

PROGETTAZIONE ATI:

Asse principale, rami di approccio e rotatorie:

- Bordo laterale Tipo ANAS con Livello di contenimento H2 e larghezza Utile \leq W5 (in acciaio)
- Bordo Ponte Tipo ANAS con Livello di contenimento H2 e larghezza Utile \leq W5 (in acciaio)
- Profilo redirettivo in cls di tipo new Jersey all'interno ed in approccio alle gallerie

Strade interpoderali:

Le deviazioni della viabilità locale sono interventi di modesta estensione in cui si è cercato di mantenere il calibro della sezione corrente che non consente mai velocità di progetto maggiori di 40 km/h. Per tali motivi, anche in base all'art. 2 del DM 18/2/92, la presenza delle barriere è stata limitata a quelle situazioni di oggettiva pericolosità. In queste zone è stata prevista l'adozione di una barriera bordo laterale commerciale con Livello di contenimento N2.

Inoltre, per la deviazione della strada locale n.1 (Interferita 1) è stata prevista l'adozione di barriera bordo ponte H1BP di tipo commerciale per il nuovo ponte in progetto e rete antilancio montata al piede del rilevato a protezione del tratto stradale che sovrappassa la viabilità principale in prossimità dell'imbocco della galleria "il Monte"; per la deviazione della strada locale n.2 (Interferita 2) è stata prevista l'adozione di rete antilancio montata al piede del rilevato a protezione del tratto stradale che sovrappassa la viabilità principale in prossimità dell'imbocco della galleria "Urbania 3"; per la deviazione della strada locale n.3 (Interferita 3) è stata prevista l'adozione di barriera bordo ponte H1BP con rete antilancio integrata a protezione del tratto stradale che sottopassa la viabilità principale (sottopasso alla pk 4+803).

Nei punti di inizio e fine barriera è stato previsto l'utilizzo di idonei dispositivi terminali semplici; nel passaggio tra barriere bordo ponte e bordo rilevato si prevede di garantirne la continuità strutturale tramite una transizione appositamente progettata di sviluppo almeno pari a 12.5 volte la differenza tra le deformazioni dinamiche delle due barriere accoppiate tenendo debitamente in conto dei moduli minimi di costruzione.

In ottemperanza a quanto previsto dalla normativa vigente, nel caso in cui la lunghezza della barriera bordo ponte installata è inferiore a quella effettivamente testata occorrerà raggiungere l'estensione minima attraverso l'installazione di un tratto di dispositivo diverso ma di pari classe.

L'ubicazione, la tipologia e l'estensione dei dispositivi installati sono riportati negli specifici elaborati riguardanti le planimetrie delle barriere di sicurezza.

14. SEGNALETICA VERTICALE E ORIZZONTALE

Il progetto della segnaletica stradale ha per oggetto la definizione e il posizionamento di tutti gli elementi orizzontali (strisce di delimitazione della carreggiata, delle corsie, ecc.) o verticali (cartelli di pericolo e prescrizione, pannelli laterali o a portale di indicazione) di ausilio agli utenti stradali per una corretta e sicura fruizione del tratto autostradale.

La progettazione della segnaletica è stata redatta in conformità alle normative vigenti di seguito elencate:

- Nuovo Codice della Strada di cui al D.lgs. n. 285 del 30 aprile 1992 e successivi aggiornamenti ed integrazioni;
- Regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada di cui al D.P.R. n. 495 del 16 dicembre 1992;
- Direttiva n. 1156 del 28 febbraio 1997 "Caratteristiche della segnaletica da utilizzare per la numerazione dei cavalcavia sulle autostrade e sulle strade statali di rilevanza internazionale".

La **segnaletica orizzontale** costituita da strisce rifrangenti longitudinali o trasversali rette o curve, semplici o affiancate, continue o discontinue, così come riportato nelle tavole di progetto, sarà eseguita con termospruzzato plastico premiscelato con perline di vetro e avranno caratteristiche fotometriche, colorimetriche e di resistenza al derapaggio conformi alle prescrizioni generali previste dalla norma UNI EN 1436/98 e a quanto riportato nelle norme tecniche del capitolato speciale d'appalto. Si riportano di seguito le principali caratteristiche della segnaletica orizzontale adottata:

PROGETTAZIONE ATI:

SPECIFICHE TECNICHE SEGNALETICA ORIZZONTALE			
<p>STRISCE LONGITUDINALI Art. 138 (Art. 40 Cod. Str.) Servono per separare i sensi di marcia o le corsie di marcia, per delimitare la carreggiata ovvero per incanalare i veicoli verso determinate direzioni.</p> <p>TIPO CONTINUO - per delimitazione di senso di marcia, corsie di marcia o carreggiata; TIPO "a" - per separazione dei sensi di marcia e delle corsie di marcia nei tratti con velocità superiore a 110 km/h; TIPO "b" - per separazione dei sensi di marcia e delle corsie di marcia nei tratti con velocità comprese tra 50 km/h e 110 km/h; TIPO "c" - per separazione dei sensi di marcia e delle corsie di marcia nei tratti con velocità non superiore a 50 km/h o in galleria; TIPO "d" - strisce di preavviso/approssimarsi di una striscia continua; TIPO "e" - per delimitare corsie di accelerazione e decelerazione; TIPO "f" - per strisce di margine, per interruzione di linee continue in corrispondenza di accessi laterali o di passi carrai.</p>	<p>PRESEGNALENTAMENTO DI ISOLE DI TRAFFICO O DI OSTACOLI LUNGO LA CARREGGIATA Art. 150 (Art. 40 Cod. Str.)</p> <p>ISCRIZIONE DI STOP SU STRADE DI TIPO D-E-F CON V<50 km/h Art. 148 (Art. 40 Cod.Str.)</p> <p>LINEA DI ARRESTO IN PRESENZA DI OSTACOLI LUNGO LA CARREGGIATA Art. 150 (Art. 40 Cod. Str.)</p>	<p>LINEA DI ARRESTO IN PRESENZA DI DARE PRECEDENZA Art. 144 (Art. 40 Cod.Str.)</p> <p>ISCRIZIONE DI DARE PRECEDENZA SU STRADE DI TIPO E-F CON V<50 km/h Art. 148 (Art. 40 Cod.Str.)</p> <p>LINEA DI ARRESTO IN PRESENZA DI SEGNALE DI STOP Art. 144 (Art. 40 Cod. Str.)</p>	<p>SPECIFICHE TECNICHE</p> <p>La segnaletica orizzontale si intende eseguita con vernice rifrangente di colore bianco.</p> <p>MARKER STRADALI "OCCHI DI GATTO"</p>
SPECIFICHE TECNICHE SEGNALETICA VERTICALE			
<p>La segnaletica verticale dovrà seguire le indicazioni riportate nell'Art.39 del Codice della Strada e nei seguenti articoli del relativo Regolamento di attuazione ed esecuzione:</p> <ul style="list-style-type: none"> Art.77 (Norme generali sui segnali verticali), Art.78 e 79 (Colori e visibilità dei segnali verticali), Art.80 (Dimensione e formati dei segnali verticali) Art.82 (Caratteristiche dei supporti e materiali usati per la segnaletica stradale) Art.83 (Pannelli integrativi) Art.84 (Segnali di pericolo in generale) Art.104 (Segnali di prescrizione) Art.115 (Segnali di divieto in generale) Art.121 (Segnali di obbligo in generale) Art.124 (Segnali di indicazione) Art.127 (Segnali di preavviso) Art.128 (Segnali di direzione) Art.129 (Segnali di identificazione strade e progressiva distanziometrica) Art.131 (Segnali di località e localizzazione) Art.133 (Segnali nome strada) Art.134 (Segnali turistici e di territorio) Art.135 (Segnali utili per la guida) Art.136 (Segnali che forniscono indicazioni di servizi utili) 		<p>SPECIFICHE TECNICHE</p> <p>N.B.: I segnali previsti sono di dimensione "GRANDE" per strade extraurbane a due o più corsie per senso di marcia e su strade urbane a tre o più corsie per senso di marcia. Per le altre strade i segnali sono previsti "NORMALI" (Art. 80. - Dimensioni e formati dei segnali verticali (art. 39 C.s.)).</p> <p>I pannelli si intendono in lamiera di alluminio dello spessore di mm 25/10 sciolata e rinforzata ed interamente rivestita nella parte anteriore con pellicola retroriflettente di classe 2^o.</p> <p>I sostegni per i segnali ordinari si intendono con forma tubolare in metallo zincato a caldo con diametro pari a 60 mm.</p>	

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

È previsto l'impiego di segnali in alluminio, conforme alla Direttiva Ministeriale 4867/RU del 05/08/2013, con pellicola di classe RA2 di diametro/lato pari a 60 cm per la viabilità secondaria e 90 cm per la viabilità principale la cui tipologia, numero e ubicazione è indicata nelle tavole di progetto.

La pellicola dovrà inoltre essere marcata CE: i) se con tecnologia a microsferi, ai sensi della UNI EN 12899-1; ii) se con tecnologia a microprismi, ai sensi della UNI 11480 da parte degli Organismi europei preposti, di opportuni Benestare Tecnici Europei o Valutazioni Tecniche Europee (ETA) di pertinenza, che ne definiscono le prestazioni.

Il segnale dovrà avere classe prestazionale minima per la spinta del vento pari a WL7 e il pannello dovrà essere marcato CE ai sensi della UNI EN 12899-1.

ALLEGATI

REPORT VERIFICHE PLANIMETRICHE ED ALTIMETRICHE TRACCIATI DI PROGETTO

PROGETTAZIONE ATI:

REPORT VERIFICHE PLANIMETRICHE ASSE PRINCIPALE

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	All dx E [m]	All sx E [m]	Vp Max [km/h]	Verifica	A <= R	A >= R/3 Ottico	A>=A Sovrap longitudinale	A>=A contraccollo	A/Au <= 3/2	A/Au >= 2/3	Ae/A <= 3/2	Ae/A >= 2/3	L <= Lmax
RETTIFILO	0.000	11.677	11.677					-2.500	-2.500		0.00	30.000	NO									11.677 <= 660.000
CLOTOIDE	11.677	44.343	32.667	70.000		150.000	Sx					33.311	OK	70.0 <= 150.0	70.0 >= 50.0	70.0 >= 48.6	70.0 >= 14.4	0.70 <= 1.50	0.70 >= 0.67			
ARCO	44.343	185.672	141.328		150.000	150.000	Sx	7.000	-7.000		0.30	55.854	OK									
CLOTOIDE	185.672	252.339	66.667	100.000	150.000		Sx					66.488	OK	100.0 <= 150.0	100.0 >= 50.0	100.0 >= 68.7	100.0 >= 84.0			0.70 <= 1.50	0.70 >= 0.67	
RETTIFILO	252.339	364.725	112.386					-2.500	-2.500			84.414	OK									112.386 <= 1857.110
CLOTOIDE	364.725	442.948	78.223	234.000		700.000	Dx					96.891	OK	234.0 <= 700.0	234.0 >= 233.3	234.0 >= 137.3	234.0 >= 193.6	1.00 <= 1.50	1.00 >= 0.67			
ARCO	442.948	624.089	181.142		700.000	700.000	Dx	-5.182	5.182			100.000	OK									
CLOTOIDE	624.089	702.312	78.223	234.000	700.000		Dx					100.000	OK	234.0 <= 700.0	234.0 >= 233.3	234.0 >= 139.4	234.0 >= 206.2			1.00 <= 1.50	1.00 >= 0.67	
RETTIFILO	702.312	1287.946	585.634					-2.500	-2.500			100.000	OK									585.634 <= 2200.000
CLOTOIDE	1287.946	1429.066	141.120	420.000		1250.000	Dx					100.000	OK	420.0 <= 1250.0	420.0 >= 416.7	420.0 >= 186.3	420.0 >= 206.2	1.00 <= 1.50	1.00 >= 0.67			
ARCO	1429.066	1803.921	374.855		1250.000	1250.000	Dx	-3.576	3.576			100.000	OK									
CLOTOIDE	1803.921	1945.041	141.120	420.000	1250.000		Dx					100.000	OK	420.0 <= 1250.0	420.0 >= 416.7	420.0 >= 186.3	420.0 >= 206.2			1.00 <= 1.50	1.00 >= 0.67	
RETTIFILO	1945.041	2677.125	732.084					-2.500	-2.500			100.000	OK									732.084 <= 2200.000
CLOTOIDE	2677.125	2799.569	122.445	367.000		1100.000	Sx					100.000	OK	367.0 <= 1100.0	367.0 >= 366.7	367.0 >= 174.8	367.0 >= 206.2	1.00 <= 1.50	1.00 >= 0.67			
ARCO	2799.569	3195.411	395.842		1100.000	1100.000	Sx	3.881	-3.881			100.000	OK									
CLOTOIDE	3195.411	3317.856	122.445	367.000	1100.000		Sx					100.000	OK	367.0 <= 1100.0	367.0 >= 366.7	367.0 >= 174.8	367.0 >= 206.2			1.00 <= 1.50	1.00 >= 0.67	
RETTIFILO	3317.856	3708.533	390.677					-2.500	-2.500			100.000	OK									390.677 <= 2200.000
ARCO	3708.533	4493.599	785.066		6000.000	6000.000	Sx	-2.500	-2.500			100.000	OK									
RETTIFILO	4493.599	5003.487	509.888					-2.500	-2.500			100.000	OK									509.888 <= 2200.000
CLOTOIDE	5003.487	5081.710	78.223	234.000		700.000	Sx					100.000	OK	234.0 <= 700.0	234.0 >= 233.3	234.0 >= 139.4	234.0 >= 206.2	1.00 <= 1.50	1.00 >= 0.67			
ARCO	5081.710	5249.714	168.004		700.000	700.000	Sx	5.182	-5.182			100.000	OK									
CLOTOIDE	5249.714	5327.937	78.223	234.000	700.000		Sx					100.000	OK	234.0 <= 700.0	234.0 >= 233.3	234.0 >= 139.4	234.0 >= 206.2			1.00 <= 1.50	1.00 >= 0.67	
RETTIFILO	5327.937	5480.548	152.611					-2.500	-2.500			100.000	OK									152.611 <= 2200.000
CLOTOIDE	5480.548	5586.348	105.800	230.000		500.000	Sx					100.000	OK	230.0 <= 500.0	230.0 >= 166.7	230.0 >= 121.1	230.0 >= 204.4	1.15 <= 1.50	1.15 >= 0.67			
ARCO	5586.348	5924.913	338.565		500.000	500.000	Sx	6.426	-6.426			47.596	OK									
CLOTOIDE	5924.913	6004.913	80.000	200.000	500.000		Sx					34.836	OK	200.0 <= 500.0	200.0 >= 166.7	200.0 >= 83.6	200.0 >= 44.8			1.15 <= 1.50	1.15 >= 0.67	
RETTIFILO	6004.913	6057.778	52.866					-2.500	-2.500			30.000	OK									52.866 <= 766.382

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	All dx E [m]	All sx E [m]	Vp Max [km/h]	Verifica	L >= Lmin	R >= Rmin	R > RminRet	R >= RminRet	Rprec > Rmin	Rprec >= Rmin	Rsucc > Rmin	Rsucc >= Rmin	Sv >= Smin
RETTIFILO	0.000	11.677	11.677					-2.500	-2.500		0.00	30.000	NO	11.677 > 30.000						150.00 > 11.68		
CLOTOIDE	11.677	44.343	32.667	70.000		150.000	Sx					33.311	OK									
ARCO	44.343	185.672	141.328		150.000	150.000	Sx	7.000	-7.000		0.30	55.854	OK		150.000 >= 118.110	150.00 > 112.39						141.33 >= 38.79
CLOTOIDE	185.672	252.339	66.667	100.000	150.000		Sx					66.488	OK									
RETTIFILO	252.339	364.725	112.386					-2.500	-2.500			84.414	OK	112.386 > 101.035					150.00 > 112.39		700.00 > 112.39	
CLOTOIDE	364.725	442.948	78.223	234.000		700.000	Dx					96.891	OK									
ARCO	442.948	624.089	181.142		700.000	700.000	Dx	-5.182	5.182			100.000	OK		700.000 >= 118.110		700.00 >= 400.00					181.14 >= 69.44
CLOTOIDE	624.089	702.312	78.223	234.000	700.000		Dx					100.000	OK									
RETTIFILO	702.312	1287.946	585.634					-2.500	-2.500			100.000	OK	585.634 > 150.000					700.00 >= 400.00		1250.00 >= 400.00	
CLOTOIDE	1287.946	1429.066	141.120	420.000		1250.000	Dx					100.000	OK									
ARCO	1429.066	1803.921	374.855		1250.000	1250.000	Dx	-3.576	3.576			100.000	OK		1250.000 >= 118.110		1250.00 >= 400.00					374.85 >= 69.44
CLOTOIDE	1803.921	1945.041	141.120	420.000	1250.000		Dx					100.000	OK									
RETTIFILO	1945.041	2677.125	732.084					-2.500	-2.500			100.000	OK	732.084 > 150.000					1250.00 >= 400.00		1100.00 >= 400.00	
CLOTOIDE	2677.125	2799.569	122.445	367.000		1100.000	Sx					100.000	OK									
ARCO	2799.569	3195.411	395.842		1100.000	1100.000	Sx	3.881	-3.881			100.000	OK		1100.000 >= 118.110		1100.00 >= 400.00					395.84 >= 69.44
CLOTOIDE	3195.411	3317.856	122.445	367.000	1100.000		Sx					100.000	OK									
RETTIFILO	3317.856	3708.533	390.677					-2.500	-2.500			100.000	OK	390.677 > 150.000					1100.00 >= 400.00		6000.00 >= 400.00	
ARCO	3708.533	4493.599	785.066		6000.000	6000.000	Sx	-2.500	-2.500			100.000	OK		6000.000 >= 118.110		6000.00 >= 400.00					785.07 >= 69.44
RETTIFILO	4493.599	5003.487	509.888					-2.500	-2.500			100.000	OK	509.888 > 150.000					6000.00 >= 400.00		700.00 >= 400.00	
CLOTOIDE	5003.487	5081.710	78.223	234.000		700.000	Sx					100.000	OK									
ARCO	5081.710	5249.714	168.004		700.000	700.000	Sx	5.182	-5.182			100.000	OK		700.000 >= 118.110		700.00 >= 400.00					168.00 >= 69.44
CLOTOIDE	5249.714	5327.937	78.223	234.000	700.000		Sx					100.000	OK									
RETTIFILO	5327.937	5480.548	152.611					-2.500	-2.500			100.000	OK	152.611 > 150.000					700.00 > 152.61		500.00 > 152.61	
CLOTOIDE	5480.548	5586.348	105.800	230.000		500.000	Sx					100.000	OK									
ARCO	5586.348	5924.913	338.565		500.000	500.000	Sx	6.426	-6.426			47.596	OK		500.000 >= 118.110	500.00 > 152.61						338.56 >= 69.44
CLOTOIDE	5924.913	6004.913	80.000	200.000	500.000		Sx					34.836	OK									
RETTIFILO	6004.913	6057.778	52.866					-2.500	-2.500			30.000	OK	52.866 > 30.000					500.00 > 52.87			

Si evidenzia che le verifiche planimetriche dell'asse principale risultano soddisfatte, in quanto i rettili presentano lunghezza inferiore alla lunghezza massima consentita $L_r = 22 \times V_{pmax}$ [m] ai sensi del DM 2001 e superiore alla lunghezza minima per poter essere percepito come un rettilo, ad eccezione del rettilo iniziale (progressiva 0+000) avente lunghezza pari a circa 12.00 metri; dal momento che si tratta del rettilo in approccio all'intersezione, la verifica relativa al rispetto dello sviluppo minimo non risulta significativa.

REPORT VERIFICHE ALTIMETRICHE ASSE PRINCIPALE

N. Vert.	Prog.	Quota	Parz.	Parz. R	i [%]	Dislivello	Lung.	Lung. R	Verifica	Pendenza < Pendenza massima	N. Racc.	Raggio V.	Δi	Sviluppo	Vel.	Raggio Min.	Verifica	Raggio >= Rmin Da (arresto)	Raggio >= Rmin av (comfort)	Raggio >= Rmin geometrico	Dr >= Drmin >>>
0	0.008	304.672	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	28.590	304.100	28.582	13.106	-2.000	-0.572	28.588	13.109	OK	-2.000% <= 7.000%	1	1000.000	3.095	30.953	33.266	142.317	OK	1000.000 >= 0.000	1000.000 >= 142.317	1000.000 >= 40.000	-
2	291.337	306.977	262.748	198.409	1.095	2.877	262.763	198.421	OK	1.095% <= 7.000%	2	4000.000	2.443	97.755	80.502	1064.275	OK	4000.000 >= 1064.275	4000.000 >= 833.413	4000.000 >= 40.000	-
3	534.066	315.566	242.728	3.018	3.538	8.588	242.880	3.019	OK	3.538% <= 7.000%	3	8600.000	-4.438	381.760	100.000	7733.975	OK	8600.000 >= 7733.975	8600.000 >= 1286.008	8600.000 >= 20.000	1000.000 >= 560.000
4	1566.627	306.272	1032.561	625.709	-0.900	-9.294	1032.603	625.735	OK	-0.900% <= 7.000%	4	18000.000	2.400	432.021	100.000	2038.524	OK	18000.000 >= 2038.524	18000.000 >= 1286.008	18000.000 >= 40.000	-
5	2334.332	317.788	767.705	101.700	1.500	11.516	767.791	101.712	OK	1.500% <= 7.000%	5	30000.000	-3.000	900.034	100.000	7309.779	OK	30000.000 >= 7309.779	30000.000 >= 1286.008	30000.000 >= 20.000	1000.000 >= 560.000
6	3531.828	299.825	1197.496	622.496	-1.500	-17.962	1197.631	622.566	OK	-1.500% <= 7.000%	6	5000.000	5.000	250.039	100.000	4127.941	OK	5000.000 >= 4127.941	5000.000 >= 1286.008	5000.000 >= 40.000	-
7	4177.353	322.419	645.525	22.525	3.500	22.593	645.920	22.539	OK	3.500% <= 7.000%	7	12000.000	-8.300	996.307	100.000	7512.958	OK	12000.000 >= 7512.958	12000.000 >= 1286.008	12000.000 >= 20.000	1000.000 >= 560.000
8	5136.864	276.362	959.511	354.011	-4.800	-46.057	960.616	354.419	OK	-4.800% <= 7.000%	8	5000.000	4.300	215.092	100.000	4306.437	OK	5000.000 >= 4306.437	5000.000 >= 1286.008	5000.000 >= 40.000	-
9	5397.825	275.057	260.961	15.224	-0.500	-1.305	260.964	15.224	OK	-0.500% <= 7.000%	9	10000.000	-2.765	276.531	100.000	7930.088	OK	10000.000 >= 7930.088	10000.000 >= 1286.008	10000.000 >= 20.000	-
10	5979.153	256.078	581.328	411.503	-3.265	-18.979	581.638	411.722	OK	-3.265% <= 7.000%	10	1200.000	5.265	63.185	43.983	815.144	OK	1200.000 >= 815.144	1200.000 >= 248.778	1200.000 >= 40.000	-
11	6057.771	257.651	78.618	47.029	2.000	1.572	78.633	47.039	OK	2.000% <= 7.000%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

REPORT VERIFICHE PLANIMETRICHE RAMO EST ROTATORIA 1

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	All dx E [m]	All sx E [m]	Vp Max [km/h]	Verifica	A <= R	A >= R/3 Ottico	A>=A Sovrap longitudinale	A>=A contraccolpo	A/Au <= 3/2	A/Au >= 2/3	Ae/A <= 3/2	Ae/A >= 2/3	L <= Lmax	
RETTIFILO	0.000	27.102	27.102					-2.500	-2.500			38.937	NO										27.102 <= 1018.600
CLOTOIDE	27.102	47.936	20.833	50.000		120.000	Sx					33.277	OK	50.0 <= 120.0	50.0 >= 40.0	50.0 >= 49.5	50.0 >= 23.3	1.09 <= 1.50	1.09 >= 0.67				
ARCO	47.936	57.964	10.028		120.000	120.000	Sx	6.929	-6.929		0.38	30.553	NO										
CLOTOIDE	57.964	75.597	17.633	46.000		120.000	Sx					30.000	OK	46.0 <= 120.0	46.0 >= 40.0	46.0 >= 43.8	46.0 >= 10.1			1.09 <= 1.50	1.09 >= 0.67		
RETTIFILO	75.597	81.185	5.588					-2.500	-2.500		0.02	30.000	NO										5.588 <= 660.000

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	All dx E [m]	All sx E [m]	Vp Max [km/h]	Verifica	L >= Lmin	Pt >= Ptmin	R >= Rmin	R > RminRet	R>Rmin complessiva	Rprec > Rmin	Rsucc > Rmin	Sv >= Smin	
RETTIFILO	0.000	27.102	27.102					-2.500	-2.500			38.937	NO	27.102 > 36.300							120.00 > 27.10	
CLOTOIDE	27.102	47.936	20.833	50.000		120.000	Sx					33.277	OK									
ARCO	47.936	57.964	10.028		120.000	120.000	Sx	6.929	-6.929		0.38	30.553	NO		6.929 >= 6.929	120.000 >= 44.994	120.00 > 27.10	120.00 >= 44.99			10.03 >= 23.11	
CLOTOIDE	57.964	75.597	17.633	46.000		120.000	Sx					30.000	OK									
RETTIFILO	75.597	81.185	5.588					-2.500	-2.500		0.02	30.000	NO	5.588 > 30.000						120.00 > 5.59		

REPORT VERIFICHE ALTIMETRICHE RAMO EST ROTATORIA 1

N. Vert.	Prog.	Quota	Parz.	Parz. R	i [%]	Dislivello	Lung.	Lung. R	Verifica	Pendenza < Pendenza massima	N. Racc.	Raggio V.	Δi	Sviluppo	Vel.	Raggio Min.	Verifica	Raggio >= Rmin Da (arresto)	Raggio >= Rmin av (comfort)	Raggio >= Rmin geometrico	Dr >= Drmin >>>	
0	0.000	303.384	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	45.930	303.625	45.930	17.890	0.524	0.241	45.931	17.890	OK	0.524% <= 10.000%	1	3800.000	1.476	56.086	41.440	220.841	OK	3800.000 >= 0.000	3800.000 >= 220.841	3800.000 >= 40.000	-	
2	81.196	304.330	35.265	7.225	2.000	0.705	35.272	7.226	OK	2.000% <= 10.000%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

REPORT VERIFICHE PLANIMETRICHE RAMO OVEST ROTATORIA 1

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	All dx E [m]	All sx E [m]	Vp Max [km/h]	Verifica	A <= R	A >= R/3 Ottico	A>=A Sovrap longitudinale	A>=A contraccolpo	A/Au <= 3/2	A/Au >= 2/3	Ae/A <= 3/2	Ae/A >= 2/3	L <= Lmax	
RETTIFILO	0.000	19.821	19.821					-2.500	-2.500			40.241	NO										19.821 <= 1005.400
CLOTOIDE	19.821	44.821	25.000	50.000		100.000	Dx					33.355	OK	50.0 <= 100.0	50.0 >= 33.3	50.0 >= 46.1	50.0 >= 26.9	1.11 <= 1.50	1.11 >= 0.67				
ARCO	44.821	55.809	10.988		100.000	100.000	Dx	-7.000	7.000	0.45		30.328	NO										
CLOTOIDE	55.809	76.059	20.250	45.000		100.000	Dx					30.000	OK	45.0 <= 100.0	45.0 >= 33.3	45.0 >= 40.0	45.0 >= 11.7			1.11 <= 1.50	1.11 >= 0.67		
RETTIFILO	76.059	79.397	3.338					-2.500	-2.500	0.03		30.000	NO										3.338 <= 660.000

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	All dx E [m]	All sx E [m]	Vp Max [km/h]	Verifica	L >= Lmin	Pt >= Ptmin	R >= Rmin	R > RminRet	R>Rmin complessiva	Rprec > Rmin	Rsucc > Rmin	Sv >= Smin	
RETTIFILO	0.000	19.821	19.821					-2.500	-2.500			40.241	NO	19.821 > 35.700							100.00 > 19.82	
CLOTOIDE	19.821	44.821	25.000	50.000		100.000	Dx					33.355	OK									
ARCO	44.821	55.809	10.988		100.000	100.000	Dx	-7.000	7.000	0.45		30.328	NO		7.000 >= 7.000	100.000 >= 44.994	100.00 > 19.82	100.00 >= 44.99				10.99 >= 23.16
CLOTOIDE	55.809	76.059	20.250	45.000		100.000	Dx					30.000	OK									
RETTIFILO	76.059	79.397	3.338					-2.500	-2.500	0.03		30.000	NO	3.338 > 30.000						100.00 > 3.34		

REPORT VERIFICHE ALTIMETRICHE RAMO OVEST ROTATORIA 1

N. Vert.	Prog.	Quota	Parz.	Parz. R	i [%]	Dislivello	Lung.	Lung. R	Verifica	Pendenza < Pendenza massima	N. Racc.	Raggio V.	Δi	Sviluppo	Vel.	Raggio Min.	Verifica	Raggio >= Rmin Da (arresto)	Raggio >= Rmin av (comfort)	Raggio >= Rmin geometrico	Dr >= Drmin
0	0.000	304.819	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	27.500	304.654	27.500	17.000	-0.600	-0.165	27.501	17.001	OK	-0.600% <= 10.000%	1	1500.000	-1.400	21.002	41.017	216.362	OK	1500.000 >= 0.000	1500.000 >= 216.362	1500.000 >= 20.000	-
2	64.318	303.917	36.818	19.318	-2.000	-0.736	36.825	19.322	OK	-2.000% <= 10.000%	2	350.000	3.999	13.999	30.000	183.557	OK	350.000 >= 183.557	350.000 >= 115.741	350.000 >= 40.000	-
3	78.945	304.210	14.627	7.628	1.999	0.292	14.630	7.630	OK	1.999% <= 10.000%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

REPORT VERIFICHE PLANIMETRICHE RAMO EST ROTATORIA 2

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	All dx E [m]	All sx E [m]	Vp Max [km/h]	Verifica	A <= R	A >= R/3 Ottico	A>=A Sovrap longitudinale	A>=A contraccolpo	A/Au <= 3/2	A/Au >= 2/3	Ae/A <= 3/2	Ae/A >= 2/3	L <= Lmax	
RETTIFILO	0.000	2.869	2.869					-2.500	-2.500			60.000	NO										2.869 <= 1320.000
CLOTOIDE	2.869	70.083	67.213	71.000		75.000	Dx					49.810	OK	71.0 <= 75.0	71.0 >= 25.0	71.0 >= 48.7	71.0 >= 69.7	1.42 <= 1.50	1.42 >= 0.67				
ARCO	70.083	70.973	0.890		75.000	75.000	Dx	-7.000	7.000	0.60		49.810	NO										
CLOTOIDE	70.973	104.306	33.333	50.000		75.000	Dx					44.474	OK	50.0 <= 75.0	50.0 >= 25.0	50.0 >= 45.0	50.0 >= 49.5			1.42 <= 1.50	1.42 >= 0.67		
RETTIFILO	104.306	105.993	1.687					-2.500	-2.500	0.03	0.04	44.043	OK										1.687 <= 978.420
CLOTOIDE	105.993	132.407	26.414	43.000		70.000	Sx					37.300	OK	43.0 <= 70.0	43.0 >= 23.3	43.0 >= 40.3	43.0 >= 35.6	1.19 <= 1.50	1.19 >= 0.67				
ARCO	132.407	164.945	32.538		70.000	70.000	Sx	7.000	-7.000		0.64	30.000	OK										
CLOTOIDE	164.945	183.459	18.514	36.000		70.000	Sx					30.000	OK	36.0 <= 70.0	36.0 >= 23.3	36.0 >= 33.3	36.0 >= 13.8			1.19 <= 1.50	1.19 >= 0.67		
RETTIFILO	183.459	185.527	2.068					-2.500	-2.500		0.05	30.000	NO										2.068 <= 660.000

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	All dx E [m]	All sx E [m]	Vp Max [km/h]	Verifica	L >= Lmin	Pt >= Ptmin	R >= Rmin	R > RminRet	Rprec > Rmin	Rsucc > Rmin	Sv >= Smin	Sv >= Smin	
RETTIFILO	0.000	2.869	2.869					-2.500	-2.500	0.01		60.000	NO	2.869 > 50.000						75.00 > 2.87		
CLOTOIDE	2.869	70.083	67.213	71.000		75.000	Dx					49.810	OK									
ARCO	70.083	70.973	0.890		75.000	75.000	Dx	-7.000	7.000	0.60		49.810	NO		7.000 >= 7.000	75.000 >= 44.994	75.00 > 2.87			0.89 >= 34.59	141.33 >= 38.79	
CLOTOIDE	70.973	104.306	33.333	50.000		75.000	Dx					44.474	OK									
RETTIFILO	104.306	105.993	1.687					-2.500	-2.500	0.03	0.04	44.043	OK					75.00 > 1.69	70.00 > 1.69			
CLOTOIDE	105.993	132.407	26.414	43.000		70.000	Sx					37.300	OK									
ARCO	132.407	164.945	32.538		70.000	70.000	Sx	7.000	-7.000		0.64	30.000	OK		7.000 >= 7.000	70.000 >= 44.994	70.00 > 2.07			32.54 >= 25.90	181.14 >= 69.44	
CLOTOIDE	164.945	183.459	18.514	36.000		70.000	Sx					30.000	OK									
RETTIFILO	183.459	185.527	2.068					-2.500	-2.500		0.05	30.000	NO	2.068 > 30.000				70.00 > 2.07				

REPORT VERIFICHE ALTIMETRICHE RAMO EST ROTATORIA 2

PROGETTAZIONE ATI:

N. Vert.	Prog.	Quota	Parz.	Parz. R	i [%]	Dislivello	Lung.	Lung. R	Verifica	Pendenza < Pendenza massima	N. Racc.	Raggio V.	Δi	Sviluppo	Vel.	Raggio Min.	Verifica	Raggio >= Rmin Da (arresto)	Raggio >= Rmin av (comfort)	Raggio >= Rmin geometrico	Dr >= Drmin >>>
0	0.000	254.257	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	41.322	255.786	41.322	27.522	3.700	1.529	41.350	27.541	OK	3.700% <= 10.000%	1	1200.000	-2.300	27.610	57.847	430.334	OK	1200.000 >= 0.000	1200.000 >= 430.334	1200.000 >= 20.000	-
2	148.884	257.292	107.562	69.722	1.400	1.506	107.573	69.729	OK	1.400% <= 10.000%	2	8000.000	0.601	48.087	39.230	197.919	OK	8000.000 >= 0.000	8000.000 >= 197.919	8000.000 >= 40.000	-
3	185.536	258.025	36.652	12.612	2.001	0.733	36.659	12.615	OK	2.001% <= 10.000%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1000.000 >= 560.000

REPORT VERIFICHE PLANIMETRICHE RAMO OVEST ROTATORIA 2

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	All dx E [m]	All sx E [m]	Vp Max [km/h]	Verifica	A <= R	A >= R/3 Ottico	A>=A Sovrap longitudinale	A>=A contraccollo	A/Au <= 3/2	A/Au >= 2/3	Ae/A <= 3/2	Ae/A >= 2/3	L <= Lmax	
RETTIFILO	0.000	10.769	10.769					-2.500	-2.500		0.00	58.623	NO										10.769 <= 1320.000
CLOTOIDE	10.769	49.178	38.409	65.000		110.000	Sx					49.773	OK	65.0 <= 110.0	65.0 >= 36.7	65.0 >= 58.3	65.0 >= 64.1	1.20 <= 1.50	1.20 >= 0.67				
ARCO	49.178	52.259	3.080		110.000	110.000	Sx	7.000	-7.000		0.41	49.064	NO										
CLOTOIDE	52.259	78.768	26.509	54.000	110.000		Sx					42.956	OK	54.0 <= 110.0	54.0 >= 36.7	54.0 >= 53.4	54.0 >= 42.7			1.20 <= 1.50	1.20 >= 0.67		
RETTIFILO	78.768	79.327	0.559					-2.500	-2.500	0.04	0.03	42.827	OK										0.559 <= 945.029
CLOTOIDE	79.327	107.773	28.446	43.000		65.000	Dx					36.273	OK	43.0 <= 65.0	43.0 >= 21.7	43.0 >= 38.3	43.0 >= 33.8	1.23 <= 1.50	1.23 >= 0.67				
ARCO	107.773	133.889	26.116		65.000	65.000	Dx	-7.000	7.000	0.69		30.256	OK										
CLOTOIDE	133.889	152.735	18.846	35.000	65.000		Dx					30.000	OK	35.0 <= 65.0	35.0 >= 21.7	35.0 >= 32.2	35.0 >= 14.5			1.23 <= 1.50	1.23 >= 0.67		
RETTIFILO	152.735	160.742	8.006					-2.500	-2.500		0.01	30.000	NO										8.006 <= 660.000

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	All dx E [m]	All sx E [m]	Vp Max [km/h]	Verifica	L >= Lmin	Pt >= Ptmin	R >= Rmin	R > RminRet	R>Rmin complessiva	Rprec > Rmin	Rsucc > Rmin	Sv >= Smin	
RETTIFILO	0.000	10.769	10.769					-2.500	-2.500			58.623	NO	10.769 > 50.000							110.00 > 10.77	
CLOTOIDE	10.769	49.178	38.409	65.000		110.000	Sx					49.773	OK									
ARCO	49.178	52.259	3.080		110.000	110.000	Sx	7.000	-7.000		0.41	49.064	NO		7.000 >= 7.000	110.000 >= 44.994	110.00 > 10.77	110.00 >= 44.99			3.08 >= 34.56	
CLOTOIDE	52.259	78.768	26.509	54.000	110.000		Sx					42.956	OK									
RETTIFILO	78.768	79.327	0.559					-2.500	-2.500	0.04	0.03	42.827	OK							110.00 > 0.56	65.00 > 0.56	
CLOTOIDE	79.327	107.773	28.446	43.000		65.000	Dx					36.273	OK									
ARCO	107.773	133.889	26.116		65.000	65.000	Dx	-7.000	7.000	0.69		30.256	OK		7.000 >= 7.000	65.000 >= 44.994	65.00 > 8.01	65.00 >= 44.99			26.12 >= 25.19	
CLOTOIDE	133.889	152.735	18.846	35.000	65.000		Dx					30.000	OK									
RETTIFILO	152.735	160.742	8.006					-2.500	-2.500			30.000	NO	8.006 > 30.000						65.00 > 8.01		

REPORT VERIFICHE ALTIMETRICHE RAMO OVEST ROTATORIA 2

N. Vert.	Prog.	Quota	Parz.	Parz. R	i [%]	Dislivello	Lung.	Lung. R	Verifica	Pendenza < Pendenza massima	N. Racc.	Raggio V.	Δi	Sviluppo	Vel.	Raggio Min.	Verifica	Raggio >= Rmin Da (arresto)	Raggio >= Rmin av (comfort)	Raggio >= Rmin geometrico	Dr >= Drmin
0	0.000	259.602	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	15.343	259.363	15.343	4.606	-1.559	-0.239	15.345	4.607	OK	-1.559% <= 10.000%	1	2500.000	0.859	21.475	60.000	462.963	OK	2500.000 >= 0.000	2500.000 >= 462.963	2500.000 >= 40.000	-
2	93.063	258.819	77.720	50.883	-0.700	-0.544	77.722	50.884	OK	-0.700% <= 10.000%	2	1400.000	-2.300	32.206	43.372	241.913	OK	1400.000 >= 0.000	1400.000 >= 241.913	1400.000 >= 20.000	-
3	138.462	257.457	45.399	16.818	-3.000	-1.362	45.419	16.826	OK	-3.000% <= 10.000%	3	500.000	4.992	24.965	32.078	411.943	OK	500.000 >= 411.943	500.000 >= 132.331	500.000 >= 40.000	1000.000 >= 560.000
4	160.754	257.901	22.292	9.811	1.992	0.444	22.297	9.813	OK	1.992% <= 10.000%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Si evidenzia che le verifiche planimetriche dei rami di raccordo delle viabilità esistenti alle intersezioni, ovvero i rami Est e Ovest delle nuove rotonde 1 e 2, che non risultano soddisfatte in termini di sviluppo minimo di curve rettilinee non sono significative, in quanto si tratta di rettilineo/curva in approccio alle intersezioni. Il progetto prevede comunque in questi tratti un rafforzamento della segnaletica stradale quale misura integrativa di sicurezza.