



**VARIANTE ALLA S.S. N. 14 "DELLA VENEZIA GIULIA"
A SUD DELLA CITTÀ DI SAN DONÀ DI PIAVE
DALLA ROTATORIA DI CAPOSILE ALLA ROTATORIA DI PASSARELLA
E SCAVALCO DELLA ROTATORIA DI CALVECCHIA**

PROGETTO DEFINITIVO

**PROGETTAZIONE: ANAS - COORDINAMENTO TERRITORIALE NORD EST -
PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI**

<p>PROGETTISTI</p> <p><i>Ing. Francesco Caobianco</i> <i>Ordine Ing. Padova n. 3983</i></p>  <p><i>Ing. Filippo VIARO</i> <i>Ordine Ing. Parma n. 827</i></p> <p><i>Arch. Sergio BECCARELLI</i> <i>Ordine Arch. Parma n. 377</i></p> 	<p>ACUSTICA</p> <p><i>Ing. Giovanni BRIANTI</i> <i>Tecnico competente in Acustica Ambientale</i> <i>ARPA Emilia-Romagna D.D. 3340/17</i></p> 
	<p>ARCHEOLOGIA</p> <p><i>Dott.ssa Barbara SASSI</i></p> 
	<p>IL GEOLOGO</p> <p><i>Dott. Geol. Serena MAIETTA</i> <i>Ordine Geol. Lazio n. 928</i></p>
<p>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</p> <p><i>Dott. Ing. Anna Maria NOSARI</i></p>	<p>IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p> <p><i>Ing. Stefano Muffato</i> <i>Ordine Ing. Venezia n. 2975</i></p> 

PROGETTO STRADALE

Relazione sulle opere stradali, segnaletica e barriere di sicurezza

CODICE PROGETTO		NOME FILE	REVISIONE	SCALA	
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.			
DPVE04	D	0901			
		CODICE ELAB.			
		TOOPSOOTRAARE00	B	—	
B	Revisione per procedure	APR.2019	AS/AN	arch. A. Sutto	ing. F. Caobianco
A	EMISSIONE	AGO.2017	ing. A. Candiotto	arch. A. Sutto	ing. F. Caobianco
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1. PREMESSA	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3. PROGETTO STRADALE	4
3.1. PREMESSA.....	4
3.2. DATI DI TRAFFICO E T.G.M.	4
3.3. VARIANTE ALLA S.S. 14 A SUD DELLA CITTÀ DI SAN DONÀ DI PIAVE	6
3.3.1. 3.2.1. Premesse generali	6
3.3.2. Asta principale: sezione stradale	7
3.3.3. Asta principale: andamento planimetrico	7
3.3.3.1 <i>Asta principale: elementi altimetrici</i>	13
3.3.3.2 <i>Asse principale: distanze di visibilità</i>	18
3.3.3.3 <i>Asta principale: rilevato</i>	19
3.3.3.4 <i>Asse principale: verifica iscrizione veicolo in curva</i>	20
3.3.4. Asta principale: sezioni e pavimentazioni	24
3.3.5. Asta principale: barriere di sicurezza	32
3.4. ROTATORIA DI CAPOSILE	33
3.4.1. Rotatoria di Caposile: descrizione generale	33
3.4.2. Caratteristiche geometriche dei rami	34
3.4.3. Verifiche geometriche-distanze di visibilità nell'intersezione	34
3.5. VIABILITÀ LOCALE.....	35
3.5.1. Viabilità secondaria: descrizione generale.....	35
3.5.2. Viabilità secondaria: pavimentazione stradale.....	35
3.6. SCAVALCAMENTO DELLA S.S. 14 IN LOCALITÀ CALVECCHIA.....	35
3.6.1. Analisi della strada esistente (Relazione ex art 4 DM 22/04/2004)	35
3.6.1.1 <i>Premessa</i>	35
3.6.1.2 <i>Analisi della strada esistente</i>	36
3.6.1.3 <i>Caratteristiche geometriche dell'intervento</i>	37
3.6.1.4 <i>Verifica visibilità rotatoria esistente</i>	37
3.6.1.5 <i>Verifiche sul cavalcavia</i>	39
3.6.2. Cavalcavia Calvecchia: sezioni e pavimentazione	44
3.6.3. Barriere di sicurezza	44

1. PREMESSA

Le opere di progetto sono costituite da due ambiti distinti ma funzionali e complementari nel quadro generale della Variante:

- il III lotto della variante alla S.S.14 a sud della città di San Donà;
- lo scavalco della S.S. n. 14 in località Calvecchia.

Il primo intervento riguarda la realizzazione del III° lotto della variante della S.S. n. 14 della Venezia Giulia, a Sud della città di San Donà di Piave, dalla rotatoria di Caposile alla rotatoria di Passarella.

Il secondo intervento è relativo alla realizzazione di un viadotto sulla SS14 che costituisce l'ultima parte mancante dello svincolo di collegamento fra la S.S. 14 "della Venezia Giulia", nel suo tracciato originario, e la variante della statale stessa, in corso di completamento; le due strade si intersecano in località Calvecchia mediante un'intersezione a rotatoria.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La progettazione ricade nell'ambito di applicabilità delle normative elencate nei seguenti paragrafi.

Viabilità-Segnaletica.

- D.M. Infrastrutture e Trasporti 5/11/01 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- D.M. Infrastrutture e Trasporti 19/04/06 – "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali";
- D.Lgs. 30/04/1992 n°285 "Codice della strada" e successive modifiche e integrazioni;
- DPR 495 del 16/12/1992 Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - II° DIRETTIVA SULLA CORRETTA ED UNIFORME APPLICAZIONE DELLE NORME DEL CODICE DELLA STRADA IN MATERIA DI SEGNALETICA E CRITERI PER L'INSTALLAZIONE E LA MANUTENZIONE

Sicurezza stradale/barriere stradali.

- DM 18/02/1992 n.223 "Istruzioni tecniche sulla progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere di sicurezza stradale";
- DM LLPP del. 15/10/1996 (Aggiornamento del D.M. LL.PP. n. 223 del 18/02/1992);
- DM LLPP del 03/06/1998 (Ulteriore aggiornamento del D.M. LL.PP. n. 223 del 18/02/1992) recante le Istruzioni tecniche sulla progettazione, omologazione ed impiego delle barriere di sicurezza stradale (con esclusione delle istruzioni tecniche sostituite dalle istruzioni tecniche allegate al D.M. 21.6.2004 n. 2367);
- DM LLPP del 11/06/1999 (Integrazioni del D.M. LL.PP. del 03/06/1998);
- DM 21/06/2004 n.2367 "Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali";
- UNI EN 1317 – Barriere di sicurezza stradale;
- Circolare Ministero Infrastrutture e Trasporti del 21/07/2010 n.62032 "Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali";
- D.M. II.TT. 28 giugno 2011 (Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale);
- Circolare 25/08/2004, n. 3065 "Criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali";
- UNI CEI EN ISO/IEC 17025 – Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e taratura;

3. PROGETTO STRADALE

3.1. PREMESSA

Il progetto di seguito descritto è caratterizzato da due distinti ma funzionali interventi:

- la variante alla S.S. 14 a sud della città di San Donà di Piave;
- le complanari alla variante alla SS14 (strade agricole);
- lo scavalco della S.S. 14 in località Calvecchia.

Nella presente relazione verranno trattati:

- la geometria e i profili altimetrici degli elementi;
- la segnaletica;
- le barriere di sicurezza.

3.2. DATI DI TRAFFICO E T.G.M.

Come si evince dallo studio del traffico del presente progetto (elaborato T00SG00TRARE00A), i dati di traffico sulla SS14 in nostro possesso si riferiscono alla campagna di rilievo eseguita con strumentazione radar relativa ai giorni mercoledì 4 aprile 2017, giovedì 5 aprile 2017 e venerdì 6 aprile 2017. Non erano disponibili altri dati sugli andamenti dei flussi e sulle percentuali di incidenza dei mezzi pesanti.

SS14: Direzione rotatoria via Calvecchia					
DATA	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3	TOTALI	AE
Mercoledì, 05/04/2017	47	4.642	302	4.991	5.270
Giovedì, 06/04/2017	54	4.850	327	5.231	5.531
Venerdì, 07/04/2017	50	4.951	330	5.331	5.636
MEDIA	50	4.814	320	5.184	5.479

SS14: Direzione rotatoria via Passarella					
DATA	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3	TOTALI	AE
Mercoledì, 05/04/2017	73	5.642	149	5.864	5.977
Giovedì, 06/04/2017	98	5.738	174	6.010	6.135
Venerdì, 07/04/2017	97	5.829	192	6.118	6.262
MEDIA	89	5.736	172	5.997	6.125

SS14: Bidirezionali					
DATA	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3	TOTALI	AE
Mercoledì, 05/04/2017	120	10.284	451	10.855	11.247
Giovedì, 06/04/2017	152	10.588	501	11.241	11.666
Venerdì, 07/04/2017	147	10.780	522	11.449	11.898
MEDIA	140	10.551	491	11.182	11.604

Valore di traffico medio tra le ore 00:00 e le 24:00

SS14: Direzione rotatoria via Calvecchia					
DATA	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3	TOTALI	AE
Mercoledì, 05/04/2017	52	5536	327	5.915	6.216
Giovedì, 06/04/2017	64	5.982	383	6.429	6.780
Venerdì, 07/04/2017	51	5.299	358	5.708	6.041
MEDIA	56	5.606	356	6.017	6.346

SS14: Direzione rotatoria via Passarella					
DATA	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3	TOTALI	AE
Mercoledì, 05/04/2017	85	6.841	168	7.094	7.220
Giovedì, 06/04/2017	151	7.340	241	7.732	7.898
Venerdì, 07/04/2017	97	6.172	225	6.494	6.671
MEDIA	111	6.784	211	7.107	7.263

SS14: Bidirezionali					
DATA	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3	TOTALI	AE
Mercoledì, 05/04/2017	137	12.377	495	13.009	13.436
Giovedì, 06/04/2017	215	13.322	624	14.161	14.678
Venerdì, 07/04/2017	148	11.471	583	12.202	12.712
MEDIA	167	12.390	567	13.124	13.609

Le tabelle riassuntive, precedentemente riportate, riportano:

- motocicli, classe 1;
- autoveicoli, classe 2;
- mezzi pesanti, classe 3

e una colonna in cui vengono calcolati gli autoveicoli equivalenti (AE) come media pesata tra le classi veicolari.

I dati sono ovviamente rappresentativi del giorno medio feriale e non del flusso medio nei giorni festivi o nel periodo estivo. Si tratta quindi del traffico medio e non si tratta del TGM che richiede una procedura di calcolo che coinvolge il rilievo in diversi periodi dell'anno.

Si è ipotizzato, quindi, una riduzione del traffico medio, così calcolato, dovuta ad una media con i giorni festivi e con la riduzione del traffico sistematico (lavoratori e studenti) e del traffico pesante nel periodo estivo. Si è ipotizzato quindi di utilizzare un TGM di 11400. La percentuale di mezzi pesanti, si aggirava su valori di pari a circa il 5-6%: sempre considerando che i dati sono riferiti ad un periodo limitato, si è ipotizzato (cautelativamente), di portare tale percentuale ad un 8%.

3.3. VARIANTE ALLA S.S. 14 A SUD DELLA CITTÀ DI SAN DONÀ DI PIAVE

3.3.1. 3.2.1. Premesse generali

Il lotto in oggetto ha una lunghezza di 3.543,29 m.

Da un punto di vista planimetrico, possiamo riconoscere tre elementi:

- l'asta principale;
- la nuova rotatoria di via Caposile, alla progressiva 0+000,00 km per collegarla con la S.P. n° 47 Via Piave Vecchia e S.R. n° 43 Via Caposile;
- l'innesto sulla rotonda "di Passarella" esistente alla prog. 3+543,29.

L'infrastruttura interseca tre strade agricole in corrispondenza delle quali vengono costruiti dei sottopassi:

- S1, sottopasso agricolo, alla progressiva 0+535,52 km, avente dimensioni 7,00 x 5,00 m;
- S2, sottopasso agricolo, alla progressiva 0+670,67 km avente dimensioni 7,00 x 5,00 m;
- S3, sottopasso stradale, alla progressiva 2+427,53 km avente dimensioni 10,00 x 5,50 m.

La strada di progetto interseca anche svariati fossi irrigui e tre canali in corrispondenza dei quali vengono posizionati degli scatolari:

- Canale Zuliani, alla progressiva 0+836,60 km (dimensioni 5,00 x 3,50 m);
- Canale Primo, alla progressiva 2+067,40 km (dimensioni 4,00 x 2,50 m);
- Canale Caposile, alla progressiva 3+115,08 km (dimensioni 4,00 x 2,50 m).

3.3.2. Asta principale: sezione stradale

La strada è di categoria C1 e come previsto dal DM 5/11/2001 ha due corsie da 3,75m e due banchine da 1,50m.

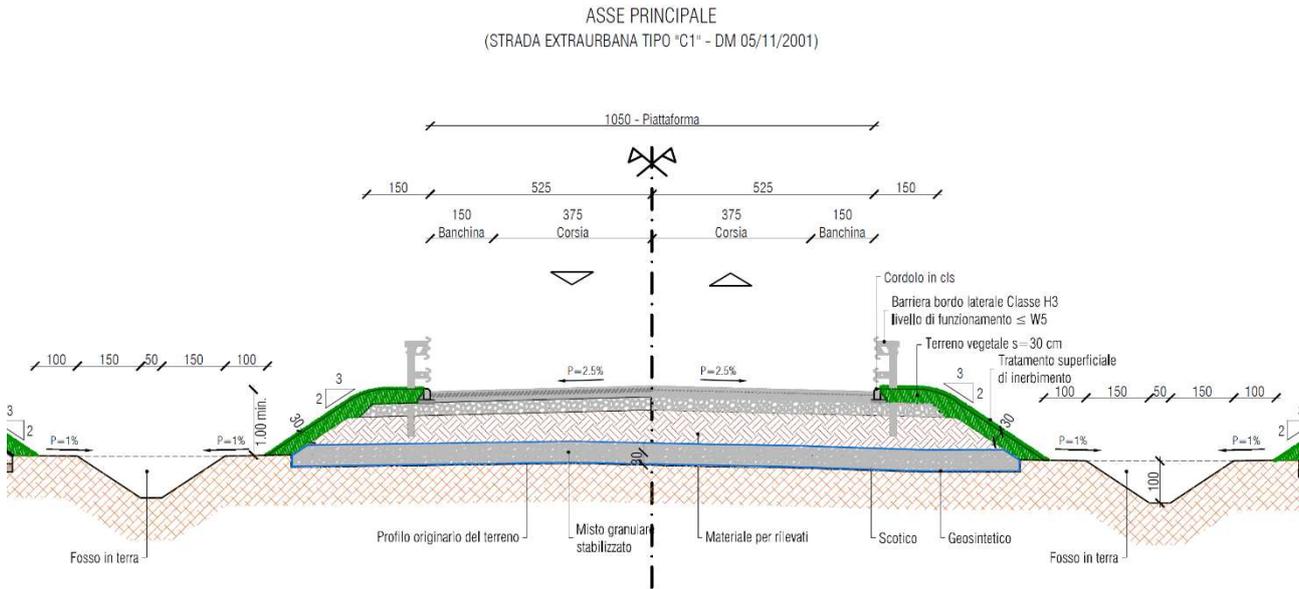


FIGURA 3.1 SEZIONE TIPOLOGICA

La strada sarà tutta in rilevato a causa delle caratteristiche non ottimali del terreno sottostante.

3.3.3. Asta principale: andamento planimetrico

L'asta principale è stata progettata secondo il DM 5/11/01, utilizzando una successione di rettili e cerchi, raccordati da curve di transizione (clotoidi) opportunamente dimensionate.

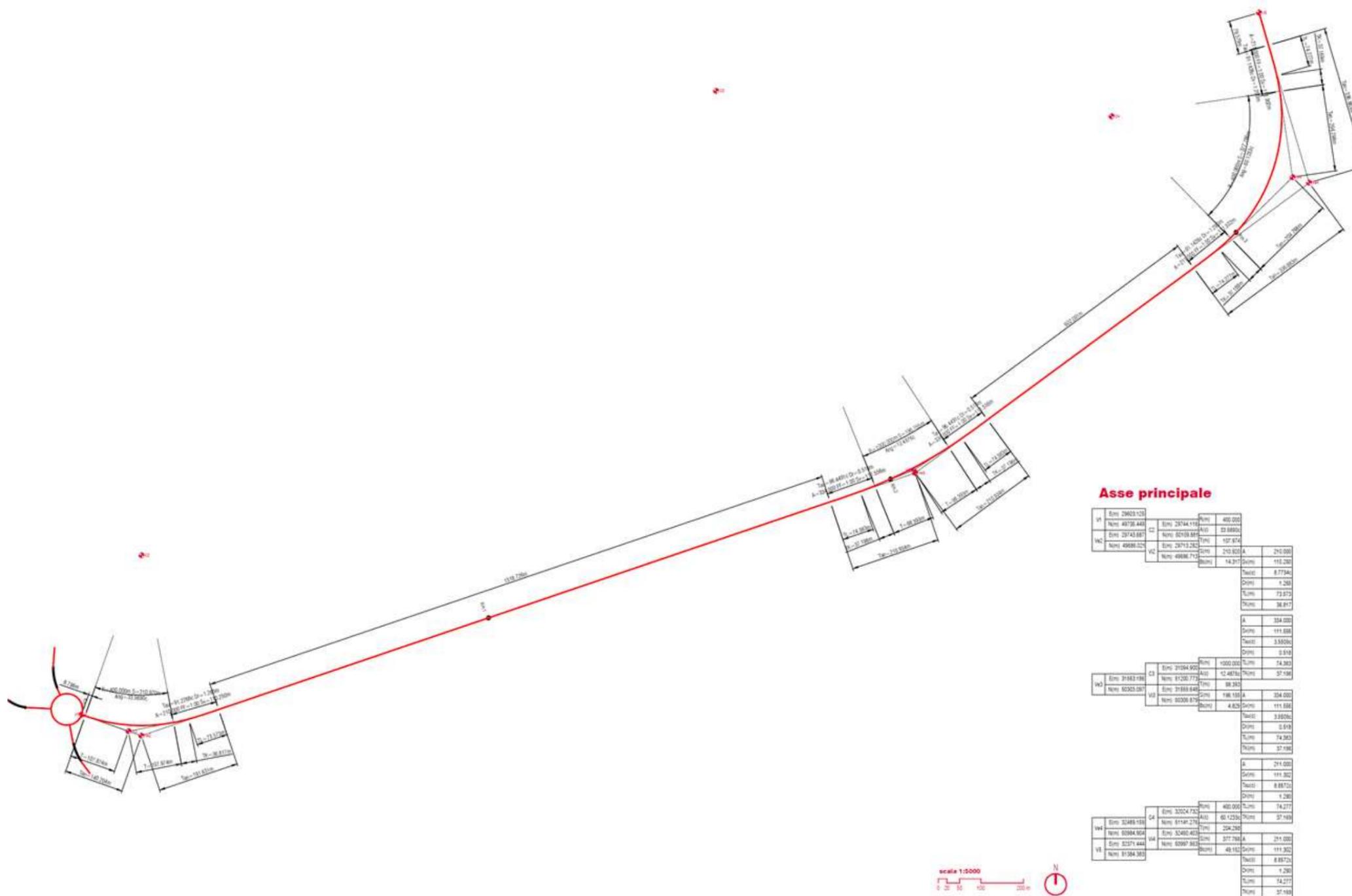
Dalla rotonda di Caposile l'infrastruttura di progetto esce con una curva di raggio pari a 400m e sviluppo di 210 m circa.

Il tracciato, partendo dalla rotonda di Caposile, è composto dagli elementi seguenti:

- una curva a raggio variabile;
- un rettilineo di lunghezza pari a circa 1518m;
- curva a raggio variabile;
- curva di raggio pari a 1000m e sviluppo pari a 196m;
- curva a raggio variabile;
- rettilineo di lunghezza pari a 602m;
- curva a raggio variabile;
- curva di raggio pari a 400m e sviluppo pari a 378m.

La strada di progetto si innesta poi sulla esistente rotonda di Passarella.

Le caratteristiche degli elementi geometrici sono descritte nell'immagine seguente.



Asse principale

VI	Emi 29603.120	Alti 400.000	Chim 116.280
	Numi 49730.440	Alti 29744.110	Chim 8.7734
	Emi 29743.687	Alti 29.8890	Chim 1.280
	Numi 49698.024	Alti 29713.262	Chim 73.873
		Emi 29713.262	Chim 38.817
		Numi 49698.713	
		Alti 14.317	
		Emi 29713.262	
		Alti 116.280	
		Chim 8.7734	
		Chim 1.280	
		Chim 73.873	
		Chim 38.817	
		Alti 334.000	
		Chim 111.888	
		Chim 3.5800	
		Chim 0.818	
		Chim 74.383	
		Chim 37.196	
		Alti 1000.000	
		Alti 52.4874	
		Chim 88.352	
		Alti 198.150	
		Alti 334.000	
		Chim 111.888	
		Chim 3.5800	
		Chim 0.818	
		Chim 74.383	
		Chim 37.196	
		Alti 291.000	
		Chim 111.882	
		Chim 8.8870	
		Chim 1.280	
		Chim 74.277	
		Alti 400.000	
		Alti 60.1230	
		Chim 204.280	
		Alti 277.780	
		Alti 291.000	
		Chim 111.882	
		Chim 8.8870	
		Chim 1.280	
		Chim 74.277	
		Chim 37.196	

FIGURA 3.2 TRACCIAMENTO DELL'ASTA (VEDERE TAV. T00PS02TRAPT00_A)

Secondo la norma, per evitare il superamento delle velocità consentite, la monotonia, la difficile valutazione delle distanze e per ridurre l'abbagliamento nella guida notturna è opportuno che i rettifili abbiano una lunghezza L_r contenuta nel seguente limite

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

dove $V_{p \text{ Max}}$ è il limite superiore dell'intervallo di velocità di progetto della strada, in km/h. Inoltre, in genere, l'adozione dei rettifili di lunghezza limitata favorisce l'inserimento della strada nell'ambiente. Un rettifilo, per poter essere percepito come tale dall'utente, deve avere una lunghezza non inferiore ai valori riportati nella seguente tabella; per velocità si intende la massima desunta dal diagramma di velocità per il rettifilo considerato.

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

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

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

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

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

Tra due elementi a raggio costante (curve circolari, ovvero rettifilo e curva circolare) deve essere inserita una curva a raggio variabile, i cui parametri vengono calcolati per garantire:

- una variazione di accelerazione centrifuga non compensata (contraccollo) contenuta entro valori accettabili;
- una limitazione della pendenza (o sovrappendenza) longitudinale delle linee di estremità della piattaforma;
- la percezione ottica corretta dell'andamento del tracciato.

Dal programma di calcolo utilizzato, sono stati ricavati i parametri della strada necessari alle verifiche e le verifiche eseguite.

Dati generali	Minimo	Massimo				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia						
Asse: Asse AP						
Tipo di strada: C1 - Extraurbana secondaria						
Larghezza semicarreggiata (m)	3.750					
Velocità progetto (Km/h)	60	100				
Raccordo n°1 - Raggio (m):400.000 - Lunghezza (m): 210.920						
	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva						8.796
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						65
Raggio minimo in funzione della velocità	118.110					
Raggio minimo calcolato rispetto al rettilo precedente	8.796					
Raggio minimo calcolato rispetto al rettilo successivo	400.000					
Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione			44.839			
Valori minimi/massimi da normativa	400.000		44.839			
Raccordo in normativa	400.000		210.920			
Clotoide n°1 - Parametro A:210.000 - Lunghezza (m): 110.250						
	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva						219.716
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						82
Fattore di forma					1.000	
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	141.733					
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	120.290					
Criterio ottico	133.333					
Criterio ottico		400.000				
Valori minimi/massimi da normativa	141.733	400.000				
Clotoide in normativa	210.000		110.250		1.000	
Rettilo n°2 - Lunghezza (m): 1518.726						
	Lung. Min	Lung. Max				Parametri
Progressiva						329.966
Lunghezza minima (m)	150.000					
Lunghezza massima (m)		2200.000				
Valori minimi/massimi da normativa	150.000	2200.000				
Rettilo in normativa	1518.726					
Clotoide n°2 - Parametro A:334.000 - Lunghezza (m):111.556						
	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva						1848.692
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						100
Fattore di forma					1.000	
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	210.000					
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	191.842					
Criterio ottico	333.333					
Criterio ottico		1000.000				
Clotoide rettilo-raccordo: $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$, A1/A2 in tolleranza				1.000		
Valori minimi/massimi da normativa	333.333	1000.000				
Clotoide in normativa	334.000		111.556		1.000	
Raccordo n°2 - Raggio (m):1000.000 - Lunghezza (m):196.155						
	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva						1960.248
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						100
Raggio minimo in funzione della velocità	118.110					
Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione			69.444			
Valori minimi/massimi da normativa	118.110		69.444			
Raccordo in normativa	1000.000		196.155			

Clotoide n°3 - Parametro A:334.000 - Lunghezza (m):111.556	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva						2156.404
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						100
Fattore di forma					1.000	
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	210.000					
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	191.842					
Criterio ottico	333.333					
Criterio ottico		1000.000				
Clotoide rettilfo-raccordo, $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$, A1/A2 in tolleranza				1.000		
Valori minimi/massimi da normativa	333.333	1000.000				
Clotoide in normativa	334.000		111.556		1.000	
Rettilfo n°3 - Lunghezza (m):602.091	Lung. Min	Lung. Max				Parametri
Progressiva						2267.960
Lunghezza minima (m)	150.000					
Lunghezza massima (m)		2200.000				
Valori minimi/massimi da normativa	150.000	2200.000				
Rettilfo in normativa	602.091					
Clotoide n°4 - Parametro A:211.000 - Lunghezza (m):111.302	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva						2870.060
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						100
Fattore di forma					1.000	
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	210.000					
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	145.297					
Criterio ottico	133.333					
Criterio ottico		400.000				
Clotoide rettilfo-raccordo, $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$, A1/A2 in tolleranza				1.000		
Valori minimi/massimi da normativa	210.000	400.000				
Clotoide in normativa	211.000		111.302		1.000	
Raccordo n°3 - Raggio (m):400.000 - Lunghezza (m):377.766	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva						2981.353
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						97
Raggio minimo in funzione della velocità	118.110					
Raggio minimo calcolato rispetto al rettilfo precedente	400.000					
Raggio minimo calcolato rispetto al rettilfo successivo	79.579					
Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione			67.361			
Valori minimi/massimi da normativa	400.000		67.361			
Raccordo in normativa	400.000		377.766			
Clotoide n°5 - Parametro A:211.000 - Lunghezza (m):111.302	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva						3359.119
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						61
Fattore di forma					1.000	
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	77.744					
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	88.406					
Criterio ottico	133.333					
Criterio ottico		400.000				
Clotoide rettilfo-raccordo, $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$, A1/A2 in tolleranza				1.000		
Valori minimi/massimi da normativa	133.333	400.000				
Clotoide in normativa	211.000		111.302		1.000	
Rettilfo n°4 - Lunghezza (m):79.579	Lung. Min	Lung. Max				Parametri
Progressiva						3470.421
Lunghezza minima (m)	33.091					
Lunghezza massima (m)		2200.000				
Valori minimi/massimi da normativa	33.091	2200.000				
Rettilfo in normativa	79.579					

In ottemperanza ai criteri del DM 5/11/01, le strade di tipo C devono essere dotate di piazzole di sosta all'interno della banchina e devono avere dimensioni non inferiori rispetto a quelle indicate dalla figura 4.3.6 della normativa e di sotto riportata.

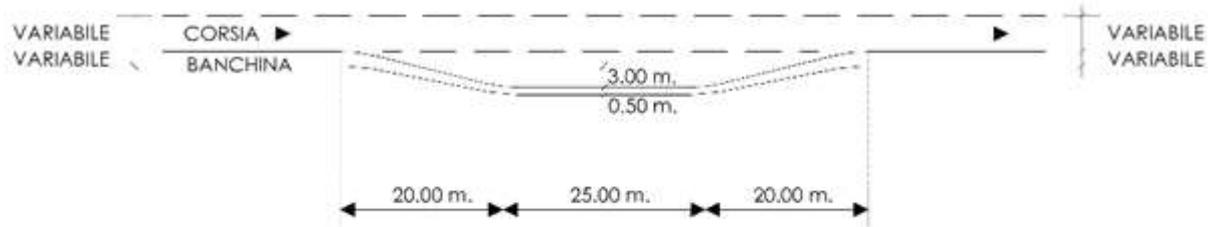


Fig. 4.3.6.a

Le piazzole di sosta secondo normativa devono essere distanziate di circa 1000m lungo ciascuno dei due sensi di marcia.

In progetto sono state previste piazzole di sosta, ubicate ad intervalli di circa 800-1000 m lungo ciascuno dei sensi di marcia. Le dimensioni sono lunghezza totale 65 m (25 m il tratto centrale e 20 m i tratti di raccordo) e larghezza complessiva, oltre la banchina, di 3,50 m. Le piazzole previste, in totale in numero di 8 (4 in corsia Sud e 4 in corsia Nord) sono previste alle progressive di seguito indicate:

- Piazzola 1: corsia Dx – prg. 0+350;
- Piazzola 2: corsia Sx – prg. 0+350;
- Piazzola 3: corsia Dx – prg. 1+200;
- Piazzola 4: corsia Sx – prg. 1+300;
- Piazzola 5: corsia Dx - prg. 1+961;
- Piazzola 6: corsia Sx – prg. 2+100;
- Piazzola 7: corsia Dx – prg. 2+984;
- Piazzola 8: corsia Sx – prg. 2+984.

3.3.3.1 Asta principale: elementi altimetrici.

Il profilo longitudinale dell'asse principale è costituito da livellette e raccordi parabolici, secondo quanto previsto dal DM 5/11/2001. La pendenza massima utilizzata è pari al 2,3%; il valore del raggio verticale minimo utilizzato è pari 4000 m per i raccordi concavi (ad eccezione del raccordo fra l'asse principale e la rotatoria Caposile il cui raggio è pari ad 800 m) e 7500 m per i raccordi convessi, escludendo i raccordi con le rotatorie.

Le pendenze massime adottabili per i diversi tipi di strada, secondo il DM 5/11/2001, sono indicate nella tabella seguente.

TIPO DI STRADA		AMBITO URBANO	AMBITO EXTRAURBANO
AUTOSTRADA	A	6%	5%
EXTRAURBANA PRINCIPALE	B	-	6%
EXTRAURBANA SECONDARIA	C	-	7%
URBANA DI SCORRIMENTO	D	6%	-
URBANA DI QUARTIERE	E	8%	-
LOCALE	F	10%	10%

La pendenza massima consentita per le C è quindi del 7%, di molto superiore al 2,3% massimo presente nel progetto.

Il valore minimo del raggio R_v , che definisce la lunghezza del raccordo, deve essere determinato in modo da garantire:

- che nessuna parte del veicolo (eccetto le ruote) abbia contatti con la superficie stradale; ciò comporta:

$$R_v \geq R_{v \min} = 20 \text{ m nei dossi}$$

$$R_v \geq R_{v \min} = 40 \text{ m nelle sacche}$$

- che per il comfort dell'utenza l'accelerazione verticale a_v non superi il valore a_{lim} ; si ha

$$a_v = \frac{v_p^2}{R_v} \leq a_{lim}$$

v_p = velocità di progetto della curva [m/s], desunta puntualmente dal diagramma delle velocità (estratto in questo caso dal programma di calcolo)

R_v = raggio del raccordo verticale [m]

$$a_{lim} = 0,6 \text{ m/s}^2$$

- che vengano garantite le visuali libere di cui al par. 5.1 della norma.

CONTROLLO NORMATIVA		Pagina Nr. 1	
Dati generali		Minimo	Massimo
Tipo di strada: C1 - Extraurbana secondaria			
Larghezza semicarreggiata (m)		3.750	
Velocità progetto (Km/h)		60	100
Livelletta n°1 - Pendenza (h/b): -2.000%		Pend. Max	Parametri
Progressiva			0.000
Pendenza massima (+/- h/b):		7.000%	
Livelletta in normativa		-2.000%	
Parabola n°1 - Raggio (m): 4000.000 - Lunghezza (m): 80.000 - K: 40.000 (Concavo)		Raggio Min	Lung. Min
Progressiva			5.000
Distanza utilizzata			45.139
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			43
Raggio minimo da visibilità		791.091	
Raggio minimo comfort accelerazione verticale		238.674	
Parabola in normativa		4000.000	
Livelletta n°2 - Pendenza (h/b): 0.000%		Pend. Max	Parametri
Progressiva			85.000
Pendenza massima (+/- h/b):		7.000%	
Livelletta in normativa		0.000%	
Parabola n°2 - Raggio (m): 6000.000 - Lunghezza (m): 60.000 - K: 60.000 (Concavo)		Raggio Min	Lung. Min
Progressiva			368.486
Distanza utilizzata			160.059
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			98
Raggio minimo da visibilità		0.000	
Raggio minimo comfort accelerazione verticale		1231.768	
Parabola in normativa		6000.000	
Livelletta n°3 - Pendenza (h/b): 1.000%		Pend. Max	Parametri
Progressiva			428.486
Pendenza massima (+/- h/b):		7.000%	
Livelletta in normativa		1.000%	
Parabola n°3 - Raggio (m): 8000.000 - Lunghezza (m): 183.157 - K: 80.000 (Convesso)		Raggio Min	Lung. Min
Progressiva			442.116
Distanza utilizzata			165.274
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			100
Raggio minimo da visibilità		7329.778	
Raggio minimo comfort accelerazione verticale		1286.008	
Parabola in normativa		8000.000	
Livelletta n°4 - Pendenza (h/b): -1.289%		Pend. Max	Parametri
Progressiva			625.273
Pendenza massima (+/- h/b):		7.000%	
Livelletta in normativa		-1.289%	
Parabola n°4 - Raggio (m): 8000.000 - Lunghezza (m): 64.615 - K: 80.000 (Concavo)		Raggio Min	Lung. Min
Progressiva			698.163
Distanza utilizzata			167.893
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			100
Raggio minimo da visibilità		0.000	
Raggio minimo comfort accelerazione verticale		1286.008	
Parabola in normativa		8000.000	
Livelletta n°5 - Pendenza (h/b): -0.482%		Pend. Max	Parametri

CONTROLLO NORMATIVA		Pagina Nr. 2	
Progressiva			762.778
Pendenza massima (+/- h/b):		7.000%	
Livellotta in normativa		-0.482%	
Parabola n°5 - Raggio (m):16000.000 - Lunghezza (m):149.083 - K:160.000 (Concavo)		Raggio Min	Lung. Min
Progressiva			899.647
Distanza utilizzata			164.831
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			100
Raggio minimo da visibilità		0.000	
Raggio minimo comfort accelerazione verticale		1286.008	
Parabola in normativa		16000.000	
Livellotta n°6 - Pendenza (h/b):0.450%		Pend. Max	Parametri
Progressiva			1048.730
Pendenza massima (+/- h/b):		7.000%	
Livellotta in normativa		0.450%	
Parabola n°6 - Raggio (m):15000.000 - Lunghezza (m):273.740 - K:150.000 (Convesso)		Raggio Min	Lung. Min
Progressiva			1530.547
Distanza utilizzata			166.383
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			100
Raggio minimo da visibilità		7428.432	
Raggio minimo comfort accelerazione verticale		1286.008	
Parabola in normativa		15000.000	
Livellotta n°7 - Pendenza (h/b):-1.375%		Pend. Max	Parametri
Progressiva			1804.287
Pendenza massima (+/- h/b):		7.000%	
Livellotta in normativa		-1.375%	
Parabola n°7 - Raggio (m):8000.000 - Lunghezza (m):229.994 - K:80.000 (Concavo)		Raggio Min	Lung. Min
Progressiva			1874.795
Distanza utilizzata			164.991
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			100
Raggio minimo da visibilità		4027.530	
Raggio minimo comfort accelerazione verticale		1286.008	
Parabola in normativa		8000.000	
Livellotta n°8 - Pendenza (h/b):1.500%		Pend. Max	Parametri
Progressiva			2104.789
Pendenza massima (+/- h/b):		7.000%	
Livellotta in normativa		1.500%	
Parabola n°8 - Raggio (m):7500.000 - Lunghezza (m):225.000 - K:75.000 (Convesso)		Raggio Min	Lung. Min
Progressiva			2315.029
Distanza utilizzata			164.776
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			100
Raggio minimo da visibilità		7285.689	
Raggio minimo comfort accelerazione verticale		1286.008	
Parabola in normativa		7500.000	
Livellotta n°9 - Pendenza (h/b):-1.500%		Pend. Max	Parametri
Progressiva			2540.029
Pendenza massima (+/- h/b):		7.000%	
Livellotta in normativa		-1.500%	
Parabola n°9 - Raggio (m):8000.000 - Lunghezza (m):162.381 - K:80.000 (Concavo)		Raggio Min	Lung. Min
Progressiva			2684.386

CONTROLLO NORMATIVA		Pagina Nr.		3
 Distanza utilizzata				166.462
 Velocità utilizzata per la verifica (km/h)				100
 Raggio minimo da visibilità		0.000		
 Raggio minimo comfort accelerazione verticale		1286.008		
 Parabola in normativa		8000.000		
 Livelletta n°10 - Pendenza (h/b):0.530%	Pend. Max			Parametri
 Progressiva				2846.766
 Pendenza massima (+/- h/b):		7.000%		
 Livelletta in normativa		0.530%		
 Parabola n°10 - Raggio (m):10000.000 - Lunghezza (m):52.976 - K:100.000 (Convesso)	Raggio Min		Lung. Min	Parametri
 Progressiva				3244.403
 Distanza utilizzata				109.645
 Velocità utilizzata per la verifica (km/h)				79
 Raggio minimo da visibilità		0.000		
 Raggio minimo comfort accelerazione verticale		805.508		
 Parabola in normativa		10000.000		
 Livelletta n°11 - Pendenza (h/b):0.000%	Pend. Max			Parametri
 Progressiva				3297.379
 Pendenza massima (+/- h/b):		7.000%		
 Livelletta in normativa		0.000%		
 Parabola n°11 - Raggio (m):1500.000 - Lunghezza (m):34.071 - K:15.000 (Convesso)	Raggio Min		Lung. Min	Parametri
 Progressiva				3508.531
 Distanza utilizzata				37.227
 Velocità utilizzata per la verifica (km/h)				37
 Raggio minimo da visibilità		0.000		
 Raggio minimo comfort accelerazione verticale		176.175		
 Parabola in normativa		1500.000		
 Livelletta n°12 - Pendenza (h/b):-2.271%	Pend. Max			Parametri
 Progressiva				3542.602
 Pendenza massima (+/- h/b):		7.000%		
 Livelletta in normativa		-2.271%		

3.3.3.2 Asse principale: distanze di visibilità.

Il DM 5/11/2001 sottolinea che l'esistenza di opportune visuali libere costituisce primaria ed inderogabile condizione di sicurezza della circolazione.

Per il DM, per distanza di visuale libera si intende la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé senza considerare l'influenza del traffico, delle condizioni atmosferiche e di illuminazione della strada.

Lungo il tracciato stradale la distanza di visuale libera deve essere confrontata, in fase di progettazione ed a seconda dei casi successivamente precisati, con le seguenti distanze:

- distanza di visibilità per l'arresto, che è pari allo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto;
- distanza di visibilità per il sorpasso, che è pari alla 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;
- distanza di visibilità per la manovra di cambiamento di corsia, che è pari alla lunghezza del tratto di strada occorrente per il passaggio da una corsia a quella ad essa adiacente nella manovra di deviazione in corrispondenza di punti singolari (inter-sezioni, uscite, ecc.).

In questo caso sono state fatte le verifiche sulle distanze di visibilità per l'arresto e distanza di visibilità per il sorpasso. Sono state riportate nella tavola T00PS02TRASC 00A e risultano essere tutte soddisfatte.

Nella tavola T00PS01TRASC00 sono riportati i diagrammi in cui si confrontano la visuale libera per il sorpasso e la distanza di sorpasso. In entrambe le direzioni il confronto non è sempre soddisfatto: è necessario imporre quindi dei divieti di sorpasso facendo uso di segnaletica orizzontale e verticale.

- Altezze di rilevato comprese tra 4 e 5,60 m: fondazioni su pali trivellati FDP di lunghezza 15 m e doppia geogriglia di rinforzo con resistenza caratteristica di 200 kN/m;

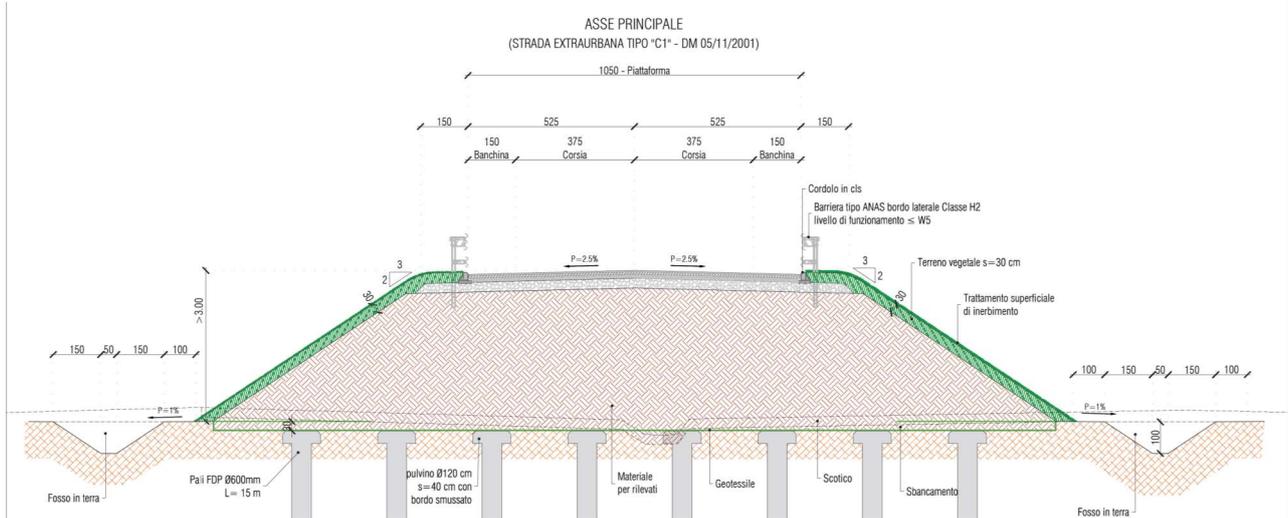


FIGURA 3.5 SEZIONE TIPOLOGICA CON I PALI FDP

Nella planimetria T00PS01GETPL00_A, si vedono le zone interessate dalle due tipologie di fondazione.

3.3.3.4 Asse principale: verifica iscrizione veicolo in curva.

Il DM del 5.11.2001 (par 5.2.7) prevede la possibilità di allargare le corsie per consentire la sicura iscrizione dei veicoli nei tratti curvilinei, conservando i necessari franchi fra la sagoma limite dei veicoli e i margini delle corsie.

La corsia può essere allargata di una quantità calcolata con la relazione

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

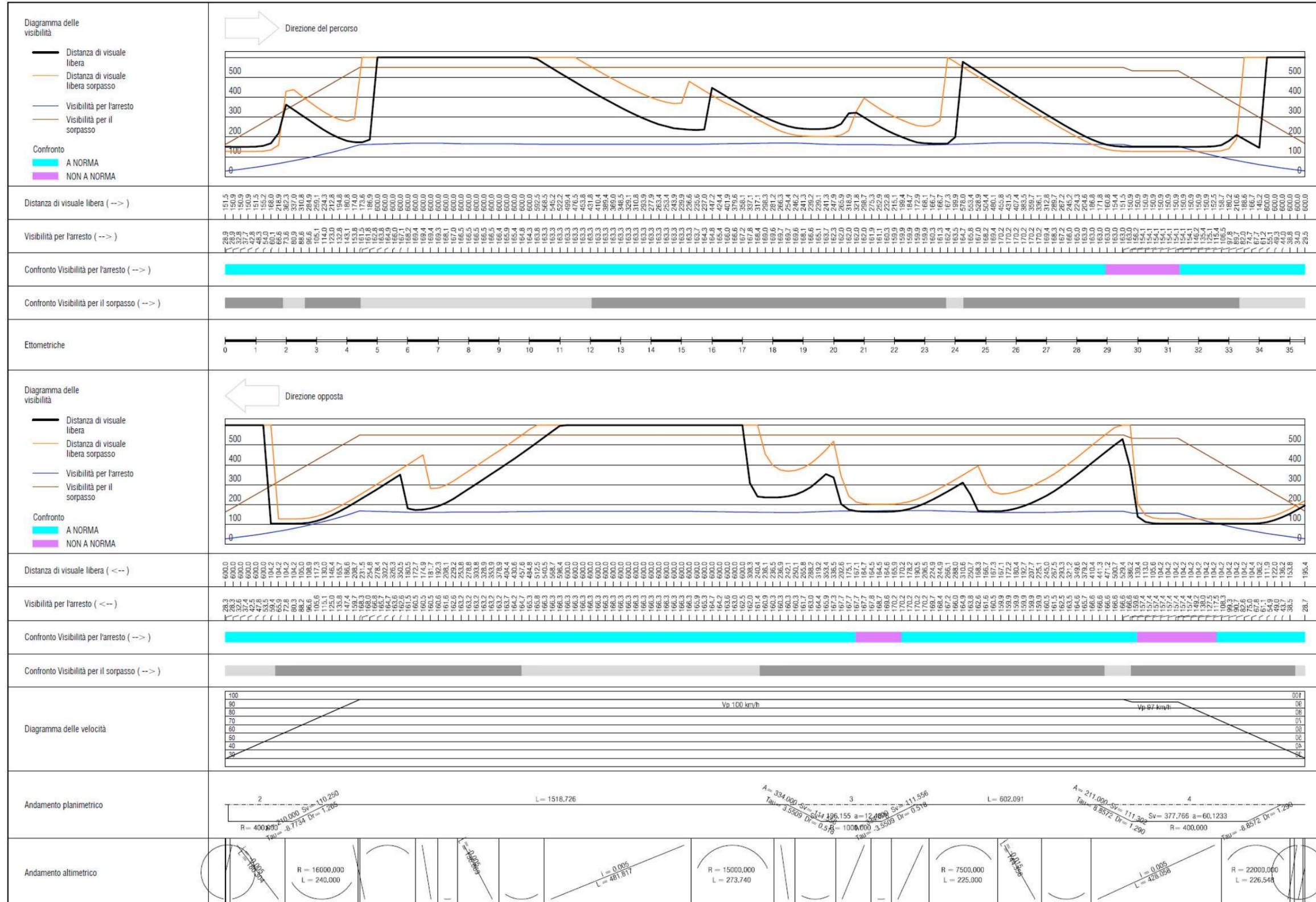
Dove $K=45$ e R è il raggio esterno (in m) della corsia; per $R > 40$ m si può assumere, nel caso di strade ad unica carreggiata a due corsie, il valore del raggio uguale a quello dell'asse della carreggiata. Se l'allargamento E , così calcolato, è inferiore a 20 cm, la corsia conserva la larghezza del rettifilo.

Le curve in tracciato hanno raggi pari a 400m, 1000m e 400m rispettivamente (misurate in centro carreggiata), motivo per cui i valori di E risultano essere inferiori a 20cm e quindi non generano allargamenti delle corsie.

La curva compresa fra le sezioni 140 e 170, avente raggio pari a 400m, presenta guard-rail nel suo lato interno e richiede un allargamento per soddisfare le verifiche di visibilità (con i parametri da normativa e le velocità desunte dal diagramma di velocità di progetto), come si vede dal confronto dei diagrammi seguenti.

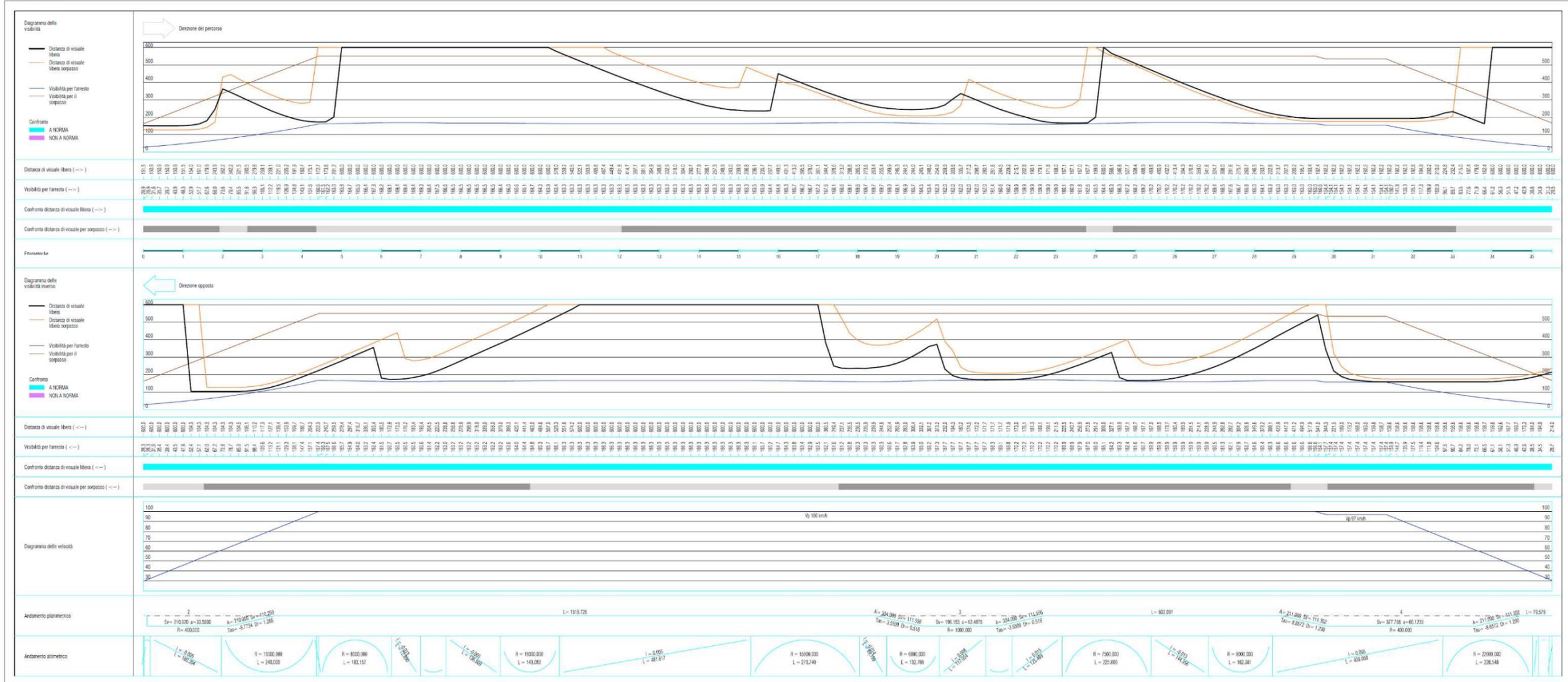
Nel primo diagramma si riporta il confronto fra la distanza di visuale libera e visuale libera per il sorpasso e le visibilità per l'arresto e per il sorpasso, nella configurazione della strada senza allargamento. Entrambi i confronti non sono soddisfatti.

Diagramma delle visibilità e delle velocità senza allargamento della carreggiata



Per le verifiche di visibilità di progetto, si rimanda all'elaborato grafico pertinente. Anche in questo caso si riporta il confronto fra la distanza di visuale libera e visuale libera per il sorpasso e le visibilità per l'arresto e per il sorpasso, inserendo l'allargamento di progetto. In questo caso si vede che la distanza di visuale libera è sempre verificata. Lo stesso non si può dire per la visibilità per il sorpasso, motivo per cui saranno imposti dei limiti con la segnaletica, come si vedrà del paragrafo dedicato.

Diagramma delle visibilità e delle velocità
scala 1:5000



3.3.4. Asta principale: sezioni e pavimentazioni.

Per il dimensionamento delle pavimentazioni si è fatto riferimento alla procedura proposta dalla "AASHTO GUIDE".

La metodologia di dimensionamento dell'AASHTO si basa sulla quantificazione della capacità strutturale di una pavimentazione attraverso il numero di struttura SN.

Nel metodo, ad ogni strato di spessore h_i viene assegnato un coefficiente di struttura a_i , che rappresenta il contributo dello strato alla prestazione complessiva della pavimentazione.

Un ulteriore fattore viene introdotto per considerare gli effetti del drenaggio (di tabulati). Quindi il contributo di ogni singolo strato alla prestazione della pavimentazione è dato dal prodotto di:

$$SN_i = a_i d_i h_i$$

SN_i è il numero strutturale dell' i -esimo strato,

a_i è il coefficiente di strato dell' i -esimo strato,

h_i è lo spessore dell' i -esimo strato,

d_i è il coefficiente di drenaggio dell' i -esimo strato.

Si tiene inoltre in considerazione in contributo dato anche dal sottofondo, con il numero strutturale del sottofondo SNSG che viene valutato con la seguente espressione:

$$SNSG = 3.51 \log_{10} CBR - 0.85 (\log_{10} CBR)^2 - 1.43 \quad \text{per } CBR \geq 3$$

$$SNSG = 0 \quad \text{per } CBR < 3$$

Per cui, prendendo cautelativamente il valore inferiore, si ottiene un valore del CBR pari al 6% e di conseguenza un valore di SNSG pari a 0,78.

I valori numerici per gli strati determinati dalla tipologia e dalle condizioni di drenaggio, sono quelli inseriti nella tabella seguente:

Dati di input: tipologia della pavimentazione, spessore degli strati, coefficienti di strato (tabulati), valori di portanza del sottofondo (CBR, Md, Mr), coefficienti di drenaggio degli strati

$$SNI = ai * HI * di$$

Sni = numero di struttura dell'i-esimo strato (in pollici)

ai = coefficiente di strato dell'i-esimo strato

di = coefficiente di drenaggio dell'i-esimo strato

1. Calcolo il contributo dato dal terreno del sottofondo, usando il valore del CBR

$$CBR = 6$$

$$SNSG = 0,78662 \quad \text{se il CBR è } > 3$$

$$SNSG = 0 \quad \text{se il CBR è } < 3$$

2. Calcolo dei coefficienti per gli strati non legati in funzione del CBR

Per gli strati di fondazione

$$af = 0,12646$$

$$ab = 23,416$$

3. Per gli altri strati vanno inseriti valori tabulati (da inserire nella tabella seguente)

Strato	Spessore (cm)	Spessore (pollici)	ai	di	SNI
Strato di usura	5	1,97	0,44	1	0,8661
Strato di binder	7	2,76	0,38	1	1,0472
Strato di base 1	12	4,72	0,3	1	1,4173
Strato di fondazione	31	12,20	0,11	1	1,3425
					4,6732

$$SN = 5,4598$$

(correggere se CBR < 3)

Si ipotizza infatti un pacchetto stradale di progetto composto da:

- strato di usura con argilla espansa dello spessore di 5cm,
- strato di binder dello spessore di 7cm,
- strato di base in conglomerato bituminoso dello spessore di 12cm;
- strato di fondazione in misto granulare stabilizzato dello spessore di 31cm.

Si suppone comunque che gli strati in conglomerato bituminoso, o realizzati con materiali legati, non siano influenzati da un eventuale cattivo drenaggio, motivo per cui si sceglie un coefficiente di pari a 1.

Il metodo di dimensionamento si basa su quattro parametri:

- traffico di progetto,
- il grado di affidabilità del procedimento di dimensionamento,
- il decadimento limite ammissibile della sovrastruttura,
- caratteristiche del sottofondo,

tutti presenti nella formula:

$$\log W_{18} = Z_R \cdot S_0 + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_R - 8.07$$

con la quale si ricava il valore del traffico cumulato sopportabile dalla sovrastruttura in ESAL (assi equivalenti da 8,2 tonnellate)

Nella metodologia proposta dall' "AASHTO Guide for Design of Pavement Structures" i carichi di traffico sono rappresentati dal numero cumulato (W_{18}) di assi standard (ESAL) da 8,16 t (18 kip)

Generalmente il dato di partenza è il traffico giornaliero medio TGM, che transita o si presume transiterà nell'infrastruttura nel primo anno di vita utile.

Questo dovrà essere ponderato considerando i seguenti fattori:

- **L'evoluzione del traffico nel corso degli anni (r)** di difficile previsione poiché in genere si assiste a tassi di crescita maggiori nei primi anni di vita, che poi si riducono nel tempo. In mancanza di dati più precisi si può assumere un tasso compreso tra il 2%-3% nel primo periodo di vita utile, 1 - 2% nel medio periodo di vita utile e 1% nell'ultima parte.
- **La distribuzione del traffico per senso di marcia (pd)**. In genere si può assumere che il TGM si suddivide equamente nelle due direzioni. In particolari situazioni, legate a fenomeni di pendolarismo si può verificare una diversa suddivisione (70% in un senso, 30% nell'altro).
- **La percentuale di veicoli commerciali (p)**. Questa varia da valori nulli se il transito è interdetto a questa categoria di mezzi, fino ad assumere valori del 30-40%. Valori medi sono compresi intorno tra 10-15%.
- **Percentuale di traffico commerciale che transita nella corsia lenta (pl)**. Non tutti i veicoli commerciali transitano nella corsia lenta; parte di questi, soprattutto quelli con minor carico, raggiungono velocità tali da impegnare anche le altre corsie. Si considera questo aspetto ipotizzando che (generalmente) il 95% di tutti i veicoli commerciali transiti sulla corsia lenta.
- **La dispersione delle traiettorie (d)**. La traiettoria seguita dalle ruote, come già accennato, non è sempre la stessa, ma si disperde nell'intorno di un valore medio. Si tiene conto di ciò riducendo (in genere) del 20%, il TGM.
- **La distribuzione dei carichi del traffico commerciale**. I veicoli che lo compongono non hanno gli stessi carichi per asse determinando livelli di sollecitazione differenti. Per omogeneizzare i risultati si ricorre al concetto di asse equivalente che la progressione del danno prodotto varia in modo esponenziale con il carico stesso.

Yoder ha proposto l'espressione:

$$C_{eq} = 2^{0.78(x-y)}$$

dove x è il peso dell'asse in esame ed y il peso dell'asse equivalente standard.

Ricerche più recenti mostrano il seguente legame:

$$C_{eq} = (x/y)^4.$$

La dipendenza dalla 4^a potenza è stata studiata con riferimento all'asse standard da y=80 KN ed è riconosciuta valida internazionalmente.

Per corsia lenta si intende o la corsia destra di marcia normale o, se presente, la corsia di arrampicamento, quando la pendenza della livelletta e la percentuale di veicoli pesanti la rendono necessaria.

Il numero N di assi cumulati alla fine della vita utile potrà determinarsi moltiplicando il TGM per i parametri suddetti:

$$N = 365 \cdot TGM \cdot p_d \cdot p \cdot p_l \cdot d \cdot C_{eq} \cdot n_a \cdot \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

Il numero di assi che transitano in un giorno dell'ultimo anno della vita utile sarà:

$$N_g = TGM \cdot p_d \cdot p \cdot p_l \cdot d \cdot C_{eq} \cdot n_a \cdot (1+r)^n$$

Assumendo valida la legge della 4^a potenza e che un asse da 18 kip coincida con l'asse standard da 80 KN (8 t), la valutazione del traffico cumulato W18 in ESAL può essere condotta noto lo spettro di traffico.

In base infatti alla tipologia di strada, il bollettino del C.N.R. riporta lo spettro di traffico e il peso degli assi (in tonnellate) per i veicoli commerciali.

Cautelativamente si è preso lo spettro di traffico delle strade extraurbane principali e secondarie a forte traffico, secondo il Bollettino Ufficiale – Norme Tecniche N178.

TIPOLOGIA DI STRADA:

C1

Identificazione dello spettro di traffico (riportato nel bollettino del C.N.R.)		
Tipo di veicolo commerciale		Percentuale
1	Autocarri leggeri	0
2	Autocarri leggeri	13,1
3	Autocarri medi e pesanti	39,5
4	Autocarri medi e pesanti	10,5
5	Autocarri pesanti	7,9
6	Autocarri pesanti	2,6
7	Autotreni e autoarticolati	2,6
8	Autotreni e autoarticolati	2,5
9	Autotreni e autoarticolati	2,6
10	Autotreni e autoarticolati	2,5
11	Autotreni e autoarticolati	2,6
12	Autotreni e autoarticolati	2,6
13	Mezzi d'opera	0,5
14	Autobus	0
15	Autobus	0
16	Autobus	10,5
		100

Tipo di veicolo commerciale	Peso degli assi (in ton)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1	1											
2		1	1										
3				1				1					
4					1						1		
5				1				2					
6						1				2			
7				1				2	1				
8						1				3			
9				1				4					
10						1			2	2			
11				1				3		1			
12						1			3		1		
13					1							1	3
14				1				1					
15						1				1			
16					1			1					

Calcolate le frequenze degli assi e utilizzata la legge della 4^a potenza, trasformato il passaggio degli assi in passaggi dell'asse equi-valente da 8,2 ton ricavando il coefficiente di equivalenza medio ponderato c_{eq} .

Tramite la legge della 4^a potenza trasformato il passaggio di assi diversi nel passaggio dell'asse equivalente da 8 tonnellate

Asse equivalente = **8,2** ton

Peso asse	Frequenza asse	Coeff. Eq. 4 ^a potenza	Parziali
1	0	0,00022	0,00000
2	13,1	0,00354	0,04636
3	13,1	0,01792	0,23469
4	55,2	0,05662	3,12553
5	21,5	0,13824	2,97210
6	10,2	0,28665	2,92381
7	0	0,53105	0,00000
8	89,2	0,90595	80,81080
9	15,4	1,45116	22,34783
10	20,3	2,21179	44,89941
11	13,1	3,23829	42,42156
12	0,5	4,58638	2,29319
13	1,5	6,31710	9,47566
	253,1		211,55

numero di passaggi di assi da 8 tonnellate

Il coefficiente di equivalenza medio ponderato è quindi = **2,115509**

Riassumendo:

2. Calcolo del W18

Dati di input: Giorni commerciali in un anno, TGM, aliquota di carico per la direzione più carica, percentuale veicoli commerciali, aliquota di veicoli commerciali sulla corsia normale, coefficiente di dispersione delle traiettorie, numero medio di assi per veicolo commerciale, vita utile in anni, tasso di accrescimento del traffico nella vita utile.

W18 = numero cumulato di assi standard (ESAL) da 8,16 ton

Parametri necessari

gg =	260,00	numero di giorni commerciali in un anno
TGM =	11400,00	traffico giornaliero medio che transita o si presume transiterà nel primo anno di vita utile
pd =	0,50	aliquota di carico per la direzione più carica
p =	0,08	percentuale di veicoli commerciali
pl =	0,95	aliquota di veicoli commerciali sulla corsia di marcia normale
d =	0,80	coefficiente di dispersione delle traiettorie
na =	2,50	numero medio di assi per veicolo commerciale
n =	30,00	vita utile in anni
r =	0,02	tasso di accrescimento del traffico durante la vita utile
Ceq =	2,116	

$$W18 = gg * TGM * pd * p * pl * d * na * Ceq * (((1+r)^n - 1) / r)$$

W18 = 19 332 641

Riprendendo l'equazione generale per la determinazione del numero di assi che possono transitare nell'infrastruttura, restano i termini dedicati al grado di affidabilità del procedimento di dimensionamento e il decadimento limite ammissibile della sovrastruttura.

L'affidabilità considera le condizioni aleatorie che possono inficiare le previsioni di traffico e le prestazioni delle pavimentazioni cioè la probabilità che la sezione dimensionata possa mantenersi in condizioni accettabili durante tutta la vita utile.

Uno dei dati assunti in fase di progetto è il valore del traffico cumulato sopportabile dalla sovrastruttura W_t in ESAL. Inoltre, viene anche assunta una legge di crescita che, per ciascun anno, fornisce il valore cumulato W_t di ESAL transitati sino a quel momento.

Nella realtà si verificheranno differenze tra questo ultimo e il valore di assi realmente transitato N_t , l'errore che si commette è dovuto al fatto che la pavimentazione andrà fuori servizio per un valore di ESAL pari a N_t invece di quello previsto in sede di progetto e pari a W_t .

Si assume per tali errori una distribuzione statistica di tipo normale (gaussiana).

Nell'AASHTO l'affidabilità R viene introdotta attraverso i coefficienti S_0 e Z_R , dove:

- S_0 rappresenta la deviazione standard nella previsione del traffico e della prestazione attribuita alla pavimentazione;
- Z_R è l'ascissa della distribuzione standard ridotta.

AASHTO Guide 1993

Table EE.9. Evaluation of reliability design factor for specified reliability and overall variance levels.

Lower Limit of S_0 Range ($S_0 - .005$) ²	Est. Std. Dev. S_0	Reliability Level (R) & Corresponding Normal Curve Abscissa (Z_R)							
		R=50% $Z_R = -0.000$	R=60% $Z_R = -0.253$	R=70% $Z_R = -0.524$	R=80% $Z_R = -0.841$	R=90% $Z_R = -1.28$	R=95% $Z_R = -1.64$	R=99% $Z_R = -2.32$	R=99.9% $Z_R = -3.09$
.0600	.25	1.00	1.16	1.35	1.62	2.09	2.58	3.82	5.92
.0650	.26	1.00	1.16	1.37	1.65	2.15	2.68	4.03	6.36
.0702	.27	1.00	1.17	1.39	1.69	2.22	2.78	4.25	6.83
.0756	.28	1.00	1.18	1.40	1.72	2.29	2.89	4.48	7.33
.0812	.29	1.00	1.18	1.42	1.75	2.35	3.00	4.73	7.87
.0870	.30	1.00	1.19	1.44	1.79	2.42	3.12	4.99	8.45
.0930	.31	1.00	1.20	1.45	1.82	2.50	3.24	5.26	9.08
.0992	.32	1.00	1.20	1.47	1.86	2.57	3.36	5.55	9.75
.1056	.33	1.00	1.21	1.49	1.89	2.65	3.49	5.86	10.5
.1122	.34	1.00	1.22	1.51	1.93	2.73	3.62	6.18	11.2
.1190	.35	1.00	1.23	1.53	1.97	2.81	3.76	6.52	12.1
.1260	.36	1.00	1.23	1.54	2.01	2.89	3.91	6.88	13.0
.1332	.37	1.00	1.24	1.56	2.05	2.98	4.06	7.26	13.9
.1406	.38	1.00	1.25	1.58	2.09	3.07	4.22	7.66	14.9
.1482	.39	1.00	1.26	1.60	2.13	3.16	4.38	8.08	16.0
.1560	.40	1.00	1.26	1.62	2.17	3.26	4.55	8.53	17.2
.1640	.41	1.00	1.27	1.64	2.21	3.35	4.73	9.00	18.5
.1722	.42	1.00	1.28	1.66	2.26	3.45	4.91	9.49	19.9
.1806	.43	1.00	1.28	1.68	2.30	3.56	5.10	10.0	21.3
.1892	.44	1.00	1.29	1.70	2.34	3.66	5.29	10.6	22.9
.1980	.45	1.00	1.30	1.72	2.39	3.77	5.50	11.1	24.6
.2070	.46	1.00	1.31	1.74	2.44	3.89	5.71	11.8	26.4
.2162	.47	1.00	1.31	1.76	2.48	4.00	5.93	12.4	28.3
.2256	.48	1.00	1.32	1.78	2.53	4.12	61.6	13.1	30.4
.2352	.49	1.00	1.33	1.81	2.58	4.25	6.40	13.8	32.7
.2450	.50	1.00	1.34	1.83	2.63	4.38	6.65	14.6	35.1
.2550	.51	1.00	1.35	1.85	2.68	4.51	6.90	15.4	37.7
.2652	.52	1.00	1.35	1.87	2.74	4.64	7.17	16.2	40.4
.2756	.53	1.00	1.36	1.90	2.79	4.78	7.44	17.1	43.4
.2916	.54	1.00	1.37	1.92	2.84	4.92	7.73	18.1	46.6
.2970	.55	1.00	1.38	1.94	2.90	5.07	8.03	19.0	50.1
.3080	.56	1.00	1.39	1.97	2.96	5.22	8.34	20.1	53.8
.3192	.57	1.00	1.39	1.99	3.02	5.38	8.66	21.2	57.7
.3306	.58	1.00	1.40	2.01	3.07	5.54	9.00	22.4	62.0
.3422	.59	1.00	1.41	2.04	3.13	5.71	9.34	23.6	66.5
.3540	.60	1.00	1.42	2.06	3.20	5.88	9.71	24.9	71.4

Il Fattore di Affidabilità di Progetto F_R è tale che:

$$F_R = \frac{W_t}{W_T} = 10^{-Z_R S_0}$$

L'affidabilità R rappresenta la probabilità che un determinato evento accada. Affermare che $R=90\%$ significa che in 90 casi su cento le previsioni di progetto (traffico, prestazione pavimentazione) consentono di raggiungere la prefissata vita utile. Viceversa nel 10% dei casi ciò non si verifica. Per ciascun valore di R esiste un ben determinato valore di deviazione standard ridotta Z_R .

La valutazione di F_R consente di valutare il fattore $Z_R S_0$ presente nella formula di dimensionamento proposta dall'AASHTO.

Il valore di affidabilità R sono consigliati in funzione dell'importanza dell'infrastruttura stradale, come mostrato nella tabella del Catalogo Italiano delle Pavimentazioni Stradali.

Affidabilità e PSI secondo il catalogo CNR		
Tipo di strada	Affidabilità %	PSI
1) Autostrade extraurbane	90	3
2) Autostrade urbane	95	3
3) Strade extr. principali e secondarie a forte traffico	90	2,5
4) Strade extraurbane secondarie ordinarie	85	2,5
5) Strade extraurbane secondarie - turistiche	80	2,5
6) Strade urbane di scorrimento	95	2,5
7) Strade di quartiere e locali	90	2
8) Corsie preferenziali	95	2,5

La tabella EE.9 proposta dall'AASHTO Guide consente per un dato valore di affidabilità R e S0 di determinare il valore di FR, che in questo caso viene pari a 3,77.

Il decadimento nelle delle sovrastrutture è quantificato con il **Present Serviceability Index**, PSI, definito in funzione della media delle variazioni dei pendenza del profilo, della profondità delle ormaie, della superficie delle buche e dei rattoppi, o di lesioni di determinate caratteristiche riferite all'unità di superficie.

$$PSI = 5.03 - 1.91 \log(1 + SV) - 0.01 \sqrt{C + P} - 1.38RD \quad \text{dove:}$$

- SV è la media delle variazioni di pendenza del profilo longitudinale
- C è l'area delle buche e dei rappezzati, per unità di superficie;
- P è l'area fessurata o lesionata con particolari caratteristiche, per unità di superficie;
- RD è la media delle misura di profondità delle ormaie.

I valori sono compresi in un range che va da 0 (quando l'efficienza della pavimentazione è nulla) a 5 (all'inizio della vita utile). I valori limite ammissibili dipendono dall'importanza del collegamento stradale: quanto questo sarà maggiore tanto più alto deve essere il limite ammissibile di PSI. Tuttavia livelli inferiori a 1,5 non sono in genere accettabili poiché sarebbero compromessi i livelli di servizio e la sicurezza della strada.

Possono essere assunti i valori riportati nella tabella n°9 del Catalogo Italiano delle Pavimentazioni.

Con le correlazioni viste in precedenza poi si calcola anche il modulo resiliente **M_r**, da inserire nella formula.

CBR = 6
Mr = 60 MPa
8702,262 psi

PSI iniziale = 4,80 valore tabulato in normativa
 PSI finale = 2,50 valore stimato

log W18 = 7,728004963

W18 = 53 457 047

Il valore del traffico cumulato sopportabile dalla sovrastruttura in ESAL, W18, deve essere superiore rispetto a quello previsto per la sovrastruttura al termine della vita utile Nt. (in questo caso è 2,5 volte superiore, quindi il predimensionamento risulta essere verificato).

3.3.5. Asta principale: barriere di sicurezza

Le zone da proteggere definite, come previsto dal D.M. 18 febbraio 1992, n.223, e successivi aggiornamenti e modifiche, dal progettista della sistemazione dei dispositivi di ritenuta, devono riguardare almeno:

- i margini di tutte le opere d'arte all'aperto quali ponti, viadotti, ponticelli, sovrappassi e muri di sostegno della carreggiata, indipendentemente dalla loro estensione longitudinale e dall'altezza dal piano di campagna; la protezione dovrà estendersi opportunamente oltre lo sviluppo longitudinale strettamente corrispondente all'opera sino a raggiungere punti (prima e dopo l'opera) per i quali possa essere ragionevolmente ritenuto che il comportamento delle barriere in opera sia paragonabile a quello delle barriere sottoposte a prova d'urto e comunque fino a dove cessi la sussistenza delle condizioni che richiedono la protezione;
- lo spartitraffico ove presente;
- il margine laterale stradale nelle sezioni in rilevato dove il dislivello tra il colmo dell'arginello ed il piano di campagna è maggiore o uguale a 1 m;
- la protezione è necessaria per tutte le scarpate aventi pendenza maggiore o uguale a 2/3.

La scelta dei dispositivi di sicurezza avverrà tenendo conto della loro destinazione ed ubicazione del tipo e delle caratteristiche della strada nonché di quelle del traffico cui la stessa sarà interessata:

Tabella A - BARRIERE LONGITUDINALI				
Tipo di strada	Tipo di traffico	Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo ponte
Autostrade (A) e strade extraurbane principali	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4 ⁽²⁾	H2-H3 ⁽²⁾	H3-H4 ⁽²⁾
Strade extraurbane secondarie (C) e strade urbane di scorrimento (D)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali (F)	I	H2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

(1) Per ponti o viadotti si intendono opere di luce superiore a 10 metri; per luci minori sono equiparate al bordo laterale

(2) La scelta tra le due classi sarà determinata dal progettista

Data l'altezza del rilevato rispetto al piano campagna, è necessario l'uso di barriere di sicurezza su tutta l'asta. La tipologia di strada (strada extraurbana, tipo C) e di traffico previsto, porta alla scelta di utilizzare barriere di sicurezza tipo H2 W5 bordo rilevato; sulle opere d'arte e sul ponte, viene utilizzata una barriera di sicurezza tipo H2 W4 bordo ponte con antiribaltamento.

Tabella B - ATTENUATORI FRONTALI	
Velocità imposta nel sito da proteggere	Classe degli attenuatori
Con velocità $v \geq 130$ km/h	P3
Con velocità $90 \leq v < 130$ km/h	P2
Con velocità $v < 90$ km/h	P1

Tabella C - TERMINALI SPECIALI TESTATI	
Velocità imposta nel sito da proteggere	Classe degli attenuatori
Con velocità $v \geq 130$ km/h	P3
Con velocità $90 \leq v < 130$ km/h	P2
Con velocità $v < 90$ km/h	P1

I terminali utilizzati sono di tipo P2.

3.4. ROTATORIA DI CAPOSILE

3.4.1. Rotatoria di Caposile: descrizione generale

La nuova rotatoria di Caposile funge da raccordo fra la S.P. n° 47 Via Piave Vecchia, S.R. n° 43 Via Caposile e la nuova infrastruttura.

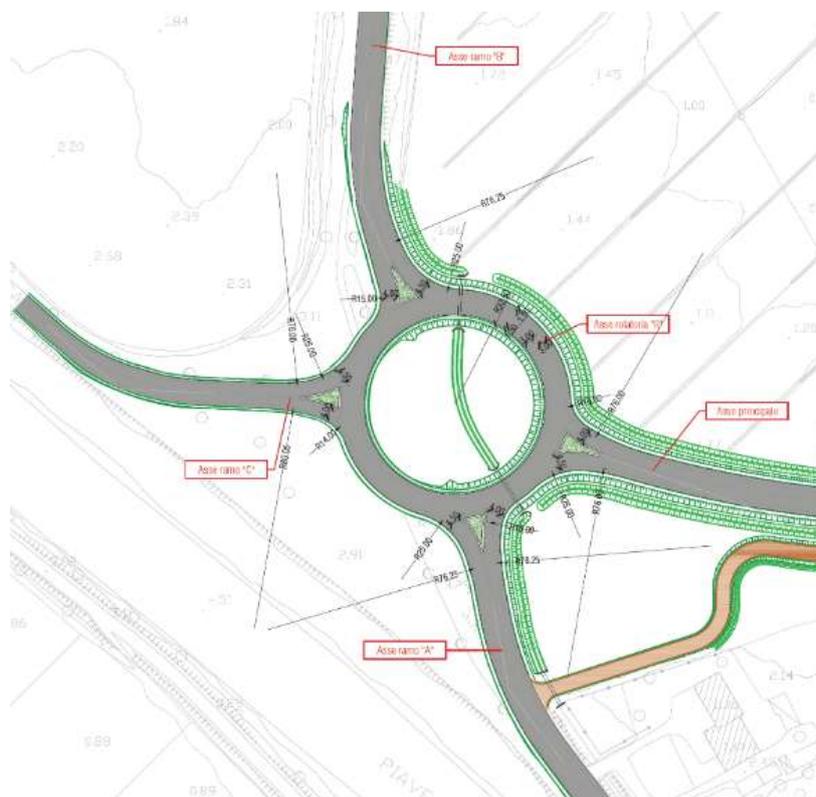


FIGURA 3.6 ROTATORIA DI CAPOSILE

La rotatoria ha un diametro esterno pari a 80,00 m e una corona giratoria da 1 corsia larga 7,00 m e due banchine da 1,50m ciascuna. Inoltre, al fine di garantire una corretta percezione della rotatoria stessa, sono stati realizzati i brevi rami di connessione (ramo A, B e C) con le attuali S.P. n° 47 e S.R. n° 43.

I quattro rami afferenti hanno una sola corsia in entrata e una in uscita, con le dimensioni riportate nell'immagine.

3.4.2. Caratteristiche geometriche dei rami

Le caratteristiche geometriche complete degli elementi sono riportate nella tavola T00PS01TRAPF08.

Le caratteristiche dei rami in entrata e uscita, sono riportate nella tabella seguente.

Asse A

ASSE	Raggio planimetrico	Pendenza longitudinale massima	Raccordo verticale
ASSE A	120m	-1‰	450m (concavo)
ASSE B	120m	-2‰	400m (concavo)
ASSE C	80m	-1‰	500m (concavo)
ASSE D (asta principale)	4000m	-	-

TABELLA 1 – RAMI AFFERENTI ALLA ROTATORIA DI CAPOSILE

3.4.3. Verifiche geometriche-distanze di visibilità nell'intersezione

Il Decreto del 19 aprile 2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali", al paragrafo 4.6 riporta le caratteristiche che devono avere gli incroci a rotatoria al fine di garantire la sicurezza ai conducenti che si approssimano alla rotatoria. I conducenti devono vedere i veicoli che percorrono l'anello centrale al fine di cedere ad essi la precedenza o eventualmente arrestarsi. Sarà sufficiente una visione completamente libera sulla sinistra per un quarto dello sviluppo dell'intero anello, secondo la costruzione geometrica riportata nella norma, posizionando l'osservatore a 15 metri dalla linea che delimita il bordo esterno dell'anello giratorio.

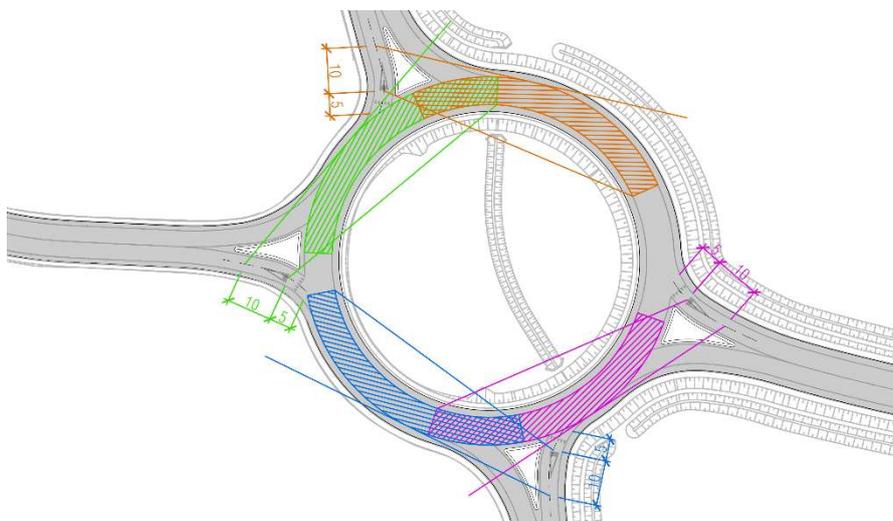


FIGURA 3.7 ROTATORIA DI CAPOSILE – VERIFICA VISIBILITA'

Come si vede dalle immagini precedentemente riportate, le verifiche di visibilità sono interamente soddisfatte.

3.5. VIABILITÀ LOCALE

3.5.1. Viabilità secondaria: descrizione generale

Il nuovo tracciato della SS 14 interferisce con una fitta rete di viabilità essenzialmente agricola e di accessibilità ai fondi.

Le viabilità secondarie (dx e sx) si sviluppano parallelamente a quella principale e sono collegate fra loro attraverso tre sottopassi: due "agricoli" rispettivamente alle prog. 0+536,519 e 1+671,667 ed uno "stradale" alla progr. 2+486,760.

La piattaforma stradale è larga 6,00m, con 5,00m di corsia e 0,50 m di banchine.

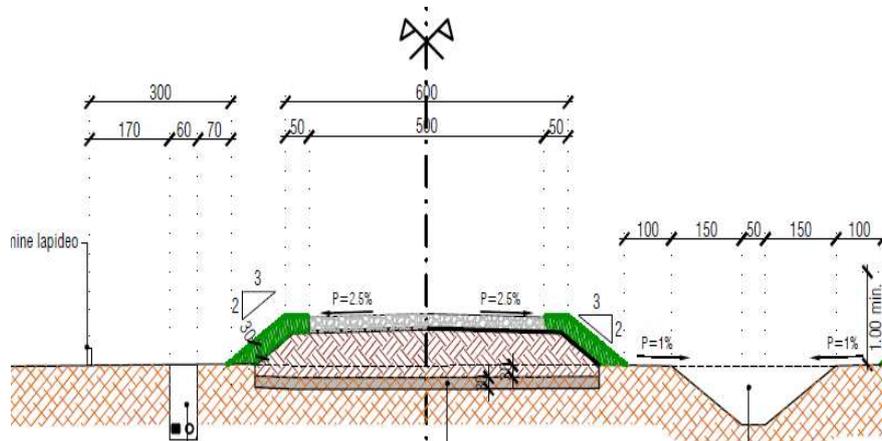


FIGURA 3.8 SEZIONE TIPOLOGICA

3.5.2. Viabilità secondaria: pavimentazione stradale

Per la viabilità secondaria, essendo "strade bianche", si prevede una pavimentazione in misto granulare stabilizzato di spessore di 25 cm. Considerando le scarse caratteristiche del terreno, le strade saranno in rilevato; il rilevato sarà realizzato con materiali provenienti da cava e verrà realizzato in seguito a scotico della superficie e stabilizzazione del piano di posa.

3.6. SCAVALCAMENTO DELLA S.S. 14 IN LOCALITÀ CALVECCHIA

3.6.1. Analisi della strada esistente (Relazione ex art 4 DM 22/04/2004)

3.6.1.1 Premessa

La morfologia dei luoghi ed i vincoli economici dell'intervento hanno indotto la progettazione alla soluzione di adeguamento allo stato di fatto e come tale esula dall'applicazione rigorosa del DM 5/11/01 in base alle modifiche introdotte dal DM 22/04/04. In base a quanto sancito dall'art. 4 di detto Decreto, il presente paragrafo assume quindi la valenza di "specificazione relazione di analisi degli aspetti connessi con le esigenze di sicurezza".

3.6.1.2 Analisi della strada esistente

Il nuovo cavalcavia in località Calvecchia si inserisce in un contesto territoriale articolato. La rotatoria esistente costituisce nodo di intersezione fra la SS14var, la nuova "circonvallazione" di San Donà di Piave, e la vecchia SS14. Tale intersezione funge da collegamento della bretella di scorrimento con le aree industriali circostanti.



FIGURA 3.9 INSERIMENTO NEL CONTESTO DELLA ROTATORIA E DEL FUTURO CAVALCAVIA DI CALVECCHIA

La scelta di realizzare un cavalcavia sovrappassante la rotatoria esistente intende migliorare lo scorrimento dei flussi veicolari diretti e provenienti dall'autostrada A4, con una riduzione significativa dei tempi di percorrenza e delle interferenze con la viabilità locale che si immette nella rotatoria.

L'opera si inserisce in un contesto territoriale e infrastrutturale che presenta degli elementi e delle criticità che risultano vincolanti e di cui bisogna tenere considerazione nella determinazione delle geometrie della nuova opera. Tali elementi possono essere così riassunti:

- a sud-est della rotatoria, il tracciato stradale descrive una curva planimetrica di raggio pari a circa 200 m e di sviluppo pari a circa 350 m;
- il tracciato stradale in prossimità della suddetta curva è regolato con limite di velocità pari a 50 km/h;
- a sud della SS14 var. (ramo est della rotatoria) si evidenzia la presenza di un insediamento commerciale di grandi dimensioni e soprattutto la viabilità di uno degli accessi all'insediamento stesso;
- a sud della SS14 var. (ramo est della rotatoria), in adiacenza al suddetto accesso, si rileva la presenza di una stazione di servizio;
- a nord-ovest della rotatoria si evidenzia la presenza di un insediamento di carattere commerciale con la relativa viabilità di accesso e la presenza di unità residenziali che, anche se isolate, possono costituire interferenza alla geometria piano altimetrica della nuova opera;
- l'intersezione esistente, organizzata a rotatoria, è caratterizzata dai due rami in uscita nella direzione est-ovest la cui geometria, nella sua formulazione originaria, è chiaramente stata pensata per la

successiva realizzazione delle rampe di approccio ad un'opera di scavalco come quella oggetto del presente progetto; tali spazi liberi sono di lunghezza, rispettivamente 500m e 310m.

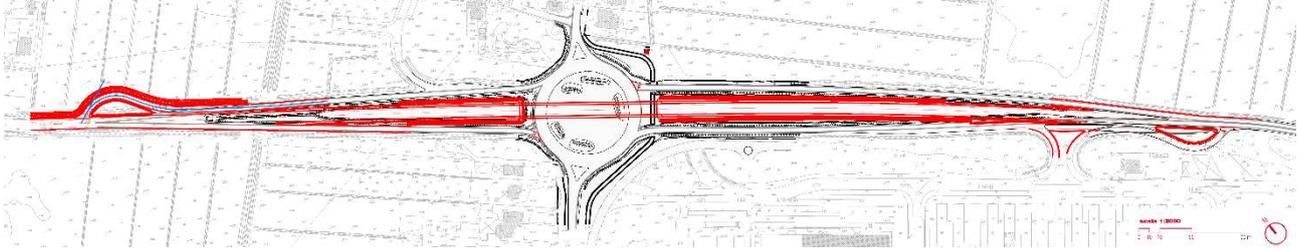


FIGURA 3.10 COMPARATIVA PER IL CAVALCAVIA DI CALVECCHIA.

L'analisi di questi elementi e la consapevolezza che la loro modifica avrebbe comportato oneri collettivi aggiuntivi sia in termini di opere che in termini di occupazione di suolo, anche agricolo, si è voluto sviluppare un progetto che consentisse di realizzare il nuovo cavalcavia e le sue pertinenze rimanendo, per quanto possibile, entro i limiti di occupazione dell'attuale viabilità. Ciò ha portato a sviluppare il progetto seguendo l'approccio di seguito descritto.

3.6.1.3 Caratteristiche geometriche dell'intervento

Il lotto in oggetto ha una lunghezza di 1175,00 m e si tratta del completamento di un intervento già in parte realizzato. La geometria del nuovo intervento rispetta i criteri del DM 5/11/01, coniugando, al tempo stesso, quanto già realizzato in passato. Il profilo longitudinale dell'asse principale del cavalcavia è stato geometrizzato tramite livellette e raccordi parabolici, tenendo in considerazione le limitazioni geometriche imposte dallo stato di fatto. La categoria della strada in progetto (C1) prevederebbe, secondo la normativa di riferimento, raccordi verticali riferibili ai limiti di velocità di progetto compresi tra i 60 e i 100 km. Dovendo, tuttavia, tenere in considerazione i già esposti vincoli fisici dello stato di fatto e facendo riferimento alle limitazioni di velocità già presenti nel tratto a monte e a valle dell'intersezione (pari a una velocità V_{pMAX} 80 Km/h, corrispondente ad un limite imposto di 70 km/h e 50 km/h – nel tratto stradale prossimo alla curva), la nuova opera di scavalco è stata progettata mantenendo la sua occupazione planimetrica entro i limiti compresi tra le corsie di ingresso/uscita dalla rotatoria nella direzione est-ovest. Di conseguenza i raccordi plano-altimetrici assumono un valore massimo pari a 3.800 ml. Le caratteristiche degli elementi planimetrici ed altimetrici sono riportate negli specifici elaborati grafici.

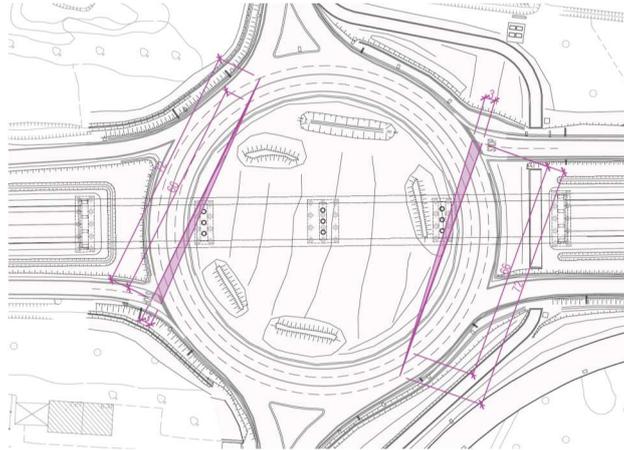
3.6.1.4 Verifica visibilità rotatoria esistente

Nel progettare il nuovo cavalcavia ci si è preoccupati di verificare che la nuova opera non pregiudichi la visibilità dell'interno nuovo nodo, soprattutto per quanto riguarda i bracci di immissione alla rotatoria.

Con riferimento alla tavola T00PS02TRASC00_C la verifica è stata condotta ai sensi della normativa di riferimento "DM. Infr. e Trasp. 19/04/2016".

Viste le grandi dimensioni della rotatoria esistente (raggio esterno pari a circa 50 ml) si conduce la verifica secondo i criteri propri delle intersezioni a raso.

Considerando una velocità di percorrenza all'interno della rotatoria pari a 40 km/h, e considerando di istituire una immissione regolata da STOP per i bracci paralleli al cavalcavia, applicando la formula riportata nel succitato DM: $D = v \times t$, risulta che la visibilità di sicurezza deve essere pari a 66 ml, come riportato nell'elaborato grafico citato e nella figura seguente.



3.6.1.5 Verifiche sul cavalcavia

CONTROLLO NORMATIVA						Pagina Nr.	1
Dati generali							
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia							
Asse: Asse Anas							
Tipo di strada: C1 - Extraurbana secondaria							
Larghezza semicarreggiata (m)	3.750						
Velocità progetto (Km/h)	60	80					
Rettilino n°1 - Lunghezza (m):465.683							
Progressiva	Lung. Min	Lung. Max					Parametri
Lunghezza minima (m)	90.000						0.000
Lunghezza massima (m)		1760.000					
Valori minimi/massimi da normativa	90.000	1760.000					
Rettilino in normativa	465.683						
Raccordo n°1 - Raggio (m):5250.000 - Lunghezza (m):100.51							
Progressiva	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min				Parametri
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)							465.683
Raggio minimo in funzione della velocità	118.110						80
Raggio minimo calcolato rispetto al rettilino precedente	400.000						
Raggio minimo calcolato rispetto al rettilino successivo	194.046						
Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione			55.556				
Valori minimi/massimi da normativa	400.000		55.556				
Raccordo in normativa	5250.000		100.516				
Rettilino n°2 - Lunghezza (m):194.046							
Progressiva	Lung. Min	Lung. Max					Parametri
Lunghezza minima (m)	90.000						566.200
Lunghezza massima (m)		1760.000					
Valori minimi/massimi da normativa	90.000	1760.000					
Rettilino in normativa	194.046						
Raccordo n°2 - Raggio (m):5250.000 - Lunghezza (m):307.71							
Progressiva	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min				Parametri
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)							760.246
Raggio minimo in funzione della velocità	118.110						80
Raggio minimo calcolato rispetto al rettilino precedente	194.046						
Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione			55.556				
Valori minimi/massimi da normativa	194.046		55.556				
Raccordo in normativa	5250.000		307.713				
Rettilino n°3 - Lunghezza (m):155.817							
Progressiva	Lung. Min	Lung. Max					Parametri
Lunghezza minima (m)	90.000						1067.959
Lunghezza massima (m)		1760.000					
Valori minimi/massimi da normativa	90.000	1760.000					
Rettilino in normativa	155.817						
Clotoide n°1 - Parametro A:183.734 - Lunghezza (m):157.015							
Progressiva	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF		Parametri
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)							1223.776
Fattore di forma					1.000		80
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	134.400						
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	95.277						
Criterio ottico	71.667						

CONTROLLO NORMATIVA					Pagina Nr. 2	
📌 Criterio ottico		215.000				
🚫 Valori minimi/massimi da normativa	134.400	215.000				
✅ Clotoide in normativa	183.734		157.015		1.000	
📌 Raccordo n°3 - Raggio (m):215.000 - Lunghezza (m):64.685						
📌 Progressiva						Parametri
📌 Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						1380.791
📌 Raggio minimo in funzione della velocità	118.110					76
📌 Raggio minimo calcolato rispetto al rettilo precedente	155.817					
📌 Raggio minimo calcolato rispetto al rettilo successivo	87.703					
📌 Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione				52.778		
🚫 Valori minimi/massimi da normativa	155.817			52.778		
✅ Raccordo in normativa	215.000			64.685		
⚠️ Rettilo n°4 - Lunghezza (m):87.703						
📌 Progressiva						Parametri
📌 Lunghezza minima (m)	90.000					1445.476
📌 Lunghezza massima (m)			1760.000			
🚫 Valori minimi/massimi da normativa	90.000		1760.000			
⚠️ Rettilo fuori normativa	87.703					

Come si vede dalle tabelle precedenti, gli elementi planimetrici rispettano la normativa esplicitata nelle pagine precedenti, riferita al DM 5/11/2001.

L'unico problema risulta essere il rettilo finale, di raccordo con la viabilità esistente, più corto di 2,3m rispetto alle dimensioni minime previste dalla normativa.

Il profilo longitudinale dell'asse principale è stato geometrizzato tramite livellette e raccordi parabolici, considerando, in riferimento alle limitazioni di velocità già presenti nel tratto a monte e a valle dell'intervento, una velocità V_{pMAX} 80 Km/h (corrispondente ad un limite imposto di 70 km/h). Le caratteristiche degli elementi planimetrici ed altimetrici sono riportate negli specifici elaborati grafici.

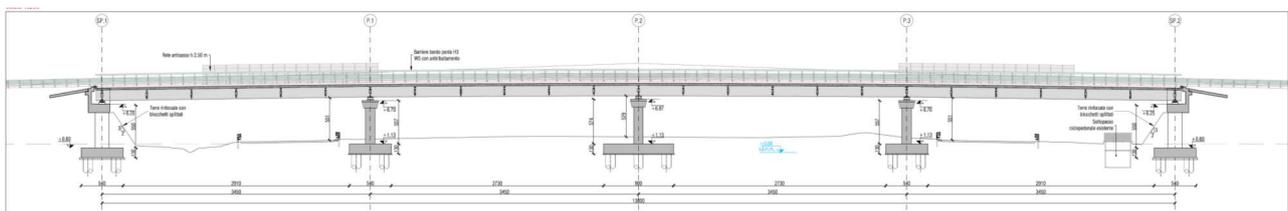


FIGURA 3.11 SCHEMA DEL PONTE

Anche in questo caso, sono state eseguite le verifiche dei raccordi altimetrici, riportate nelle schede seguenti.

CONTROLLO NORMATIVA		Pagina Nr. 1	
Dati generali		Minimo	Massimo
Tipo di strada: C1 - Extraurbana secondaria			
Larghezza semicarreggiata (m)		3.750	
Velocità progetto (Km/h)		60	80
✓ Livelletta n°1 - Pendenza (h/b): 0.257%		Pend. Max	Parametri
Progressiva			0.000
Pendenza massima (+/- h/b):		7.000%	
✓ Livelletta in normativa		0.257%	
✓ Parabola n°1 - Raggio (m): 2800.000 - Lunghezza (m): 90.815 - K: 28.000 (Concavo)		Raggio Min	Lung. Min
Progressiva			297.600
Distanza utilizzata			114.815
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			80
Raggio minimo da visibilità		2319.666	
Raggio minimo comfort accelerazione verticale		823.045	
✓ Parabola in normativa		2800.000	
✓ Livelletta n°2 - Pendenza (h/b): 3.500%		Pend. Max	Parametri
Progressiva			388.414
Pendenza massima (+/- h/b):		7.000%	
✓ Livelletta in normativa		3.500%	
✓ Parabola n°2 - Raggio (m): 3800.000 - Lunghezza (m): 266.000 - K: 38.000 (Convesso)		Raggio Min	Lung. Min
Progressiva			503.400
Distanza utilizzata			111.255
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			80
Raggio minimo da visibilità		3321.417	
Raggio minimo comfort accelerazione verticale		823.045	
✓ Parabola in normativa		3800.000	
✓ Livelletta n°3 - Pendenza (h/b): -3.500%		Pend. Max	Parametri
Progressiva			769.400
Pendenza massima (+/- h/b):		7.000%	
✓ Livelletta in normativa		-3.500%	
✓ Parabola n°3 - Raggio (m): 2800.000 - Lunghezza (m): 98.000 - K: 28.000 (Concavo)		Raggio Min	Lung. Min
Progressiva			866.826
Distanza utilizzata			114.560
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			80
Raggio minimo da visibilità		2465.705	
Raggio minimo comfort accelerazione verticale		823.045	
✓ Parabola in normativa		2800.000	
✓ Livelletta n°4 - Pendenza (h/b): 0.000%		Pend. Max	Parametri
Progressiva			964.826
Pendenza massima (+/- h/b):		7.000%	
✓ Livelletta in normativa		0.000%	
✓ Livelletta n°5 - Pendenza (h/b): -0.700%		Pend. Max	Parametri
Progressiva			1100.001
Pendenza massima (+/- h/b):		7.000%	
✓ Livelletta in normativa		-0.700%	
✓ Livelletta n°6 - Pendenza (h/b): -0.089%		Pend. Max	Parametri
Progressiva			1150.000
Pendenza massima (+/- h/b):		7.000%	
✓ Livelletta in normativa		-0.089%	

CONTROLLO NORMATIVA		Pagina Nr. 2	
✓ Livelletta n°7 - Pendenza (h/b):0.081%	Pend. Max		Parametri
1-23 Progressiva			1292.102
ⓘ Pendenza massima (+/- h/b):	7.000%		
✓ Livelletta in normativa	0.081%		

Le verifiche risultano essere soddisfatte anche in questo caso.

Le verifiche per la visibilità, riportate nelle pagine seguenti, vedono i requisiti soddisfatti

3.6.2. Cavalcavia Calvecchia: sezioni e pavimentazione

Dalla progr. 0+568,00 alla prog. 0+705,00 per scavalcare la rotatoria esistente, il nuovo tracciato viaggia su un viadotto di tre campate della lunghezza totale di 137 m. Nei tratti di approccio al viadotto sarà costruito un rilevato in terre armate.

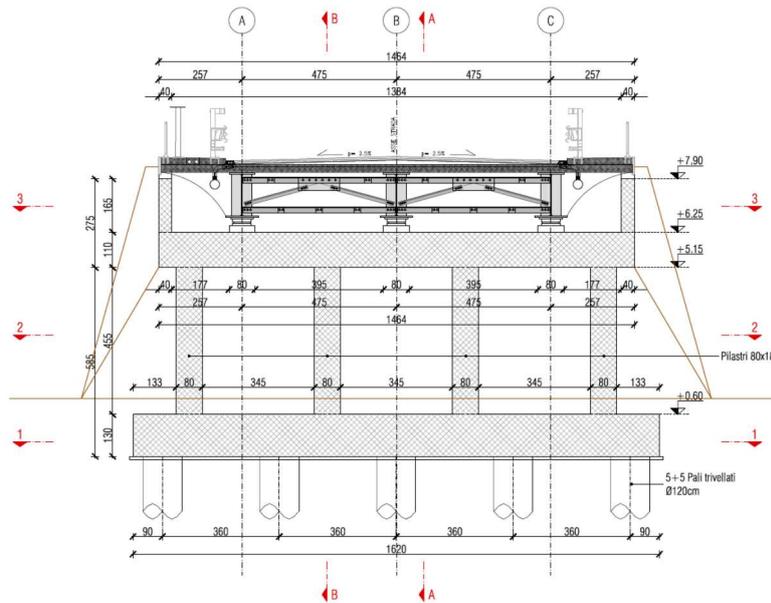


FIGURA 3.12 SCHEMA DEL PONTE

Nei tratti in viadotto la pavimentazione sarà composta dallo strato di usura drenante di 5 cm e dallo strato di binder, di spessore ridotto a 5 cm, poggianti direttamente sulla soletta mediante interposizione di uno strato di impermeabilizzazione.

Nelle zone di rilevato, il pacchetto della pavimentazione è lo stesso proposto in precedenza:

- strato di usura con argilla espansa dello spessore di 5cm,
- strato di binder dello spessore di 7cm,
- strato di base in conglomerato bituminoso dello spessore di 12cm;
- strato di fondazione in misto granulare stabilizzato dello spessore di 31cm.

3.6.3. Barriere di sicurezza

La scelta dei dispositivi di sicurezza avverrà tenendo conto della loro destinazione ed ubicazione del tipo e delle caratteristiche della strada nonché di quelle del traffico cui la stessa sarà interessata:

Tabella A - BARRIERE LONGITUDINALI				
Tipo di strada	Tipo di traffico	Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo ponte
Autostrade (A) e strade extraurbane principali	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4 ⁽²⁾	H2-H3 ⁽²⁾	H3-H4 ⁽²⁾
Strade extraurbane secondarie (C) e strade urbane di scorrimento (D)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali (F)	I	H2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

(1) Per ponti o viadotti si intendono opere di luce superiore a 10 metri; per luci minori sono equiparate al bordo laterale

(2) La scelta tra le due classi sarà determinata dal progettista

Data l'altezza del rilevato rispetto al piano campagna, è necessario l'uso di barriere di sicurezza su tutta l'asta. La tipologia di strada (strada extraurbana, tipo C) e di traffico previsto, porta alla scelta di utilizzare barriere di sicurezza tipo H2 W4 bordo ponte con antiribaltamento.

Tabella B - ATTENUATORI FRONTALI	
Velocità imposta nel sito da proteggere	Classe degli attenuatori
Con velocità $v \geq 130$ km/h	P3
Con velocità $90 \leq v < 130$ km/h	P2
Con velocità $v < 130$ km/h	P1

Tabella C - TERMINALI SPECIALI TESTATI	
Velocità imposta nel sito da proteggere	Classe degli attenuatori
Con velocità $v \geq 130$ km/h	P3
Con velocità $90 \leq v < 130$ km/h	P2
Con velocità $v < 130$ km/h	P1

I terminali utilizzati sono di tipo P2.