



**CONVENZIONE DEL 10 MARZO 2008 TRA
REGIONE LIGURIA – PROVINCIA DI GENOVA – COMUNE DI GENOVA
AUTORITÀ PORTUALE DI GENOVA – ANAS SPA
SOCIETÀ PER CORNIGLIANO**

PER LA RIDEFINIZIONE DEGLI ACCORDI PER LA PROGETTAZIONE E LA REALIZZAZIONE DEI
“RACCORDI TERMINALI DELLA VIABILITÀ POLCEVERA DA PONTE PIERAGOSTINI
A LUNGOMARE CANEPA – LOTTO 1”

ATTIVITA':

**COMPLETAMENTO DELLA VIABILITÀ IN SPONDA DESTRA TORRENTE
POLCEVERA SUB LOTTO 3**

OGGETTO:

PROGETTO ESECUTIVO

TITOLO:

**J01
RELAZIONE STRADALE**

N. DOC.

455/PES/5.04.3/R016

Rev.	Data	Redatto	Verificato	Validato	Descrizione
1	30/04/19	INGEGNERI DELLA PROVINCIA MA Sezione A N° 41703 DOTT. ING. MARCO ADRIANI SETTORE CIVILE E AMBIENTALE SETTORE INFRASTRUTTURE SETTORE DELL'AMBIENTE	SG/SICIV	LC	PER EMISSIONE

INDICE

1.0 - INTRODUZIONE	2
2.0 - DESCRIZIONE GENERICA INTERVENTO	3
3.0 - INPUT PROGETTUALI E NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
4.0 - PROGETTO STRADALE	8
4.1. - DESCRIZIONE DEL TRACCIATO	8
4.1.1. - Asse Stradale	8
4.1.2. - Impostazione progettuale viabilità	8
4.1.3. - Asse 1B	8
4.2. - ANDAMENTO PLANIMETRICO DELL'ASSE	10
4.3. - ANDAMENTO ALTIMETRICO DELL'ASSE	17
5.0 - SEGNALETICA	20
5.1. - RIFERIMENTI NORMATIVI E SUPPORTI PROGETTUALI	20
6.0 - SEGNALETICA VERTICALE	22
6.1. - CRITERI PROGETTUALI	22
6.2. - VISIBILITÀ DEI SEGNALI	22
6.3. - INSTALLAZIONE DEI SEGNALI VERTICALI	25
7.0 - SEGNALETICA ORIZZONTALE	28
8.0 - SEGNALETICA INTEGRATIVA	30
9.0 - DISPOSITIVI DI RITENUTA	32
10.0 - PAVIMENTAZIONE DELLA CARREGGIATA	36
11.0 - TRASPORTO MEZZO ECCEZIONALE ANSALDO	43

1.0 - INTRODUZIONE

La presente relazione esegue l'analisi puntuale degli elementi costituenti il tracciato stradale dell'asse 1B in ottemperanza a quanto previsto dalla normativa vigente.

2.0 - DESCRIZIONE GENERICA INTERVENTO

L'intervento in progetto, nella definizione del progetto ANAS, era articolato in tre lotti funzionali in relazione all'esigenza di coordinare nel tempo l'intervento di sistemazione della viabilità in sponda dx del Torrente Polcevera con gli altri progetti di infrastrutture da realizzarsi nell'ambito della riconversione e riqualificazione della suddetta area ed in particolar modo della Strada Urbana di Scorrimento.



Ortofoto dell'area interessata dal progetto

Il progetto prevedeva la realizzazione dei seguenti lotti

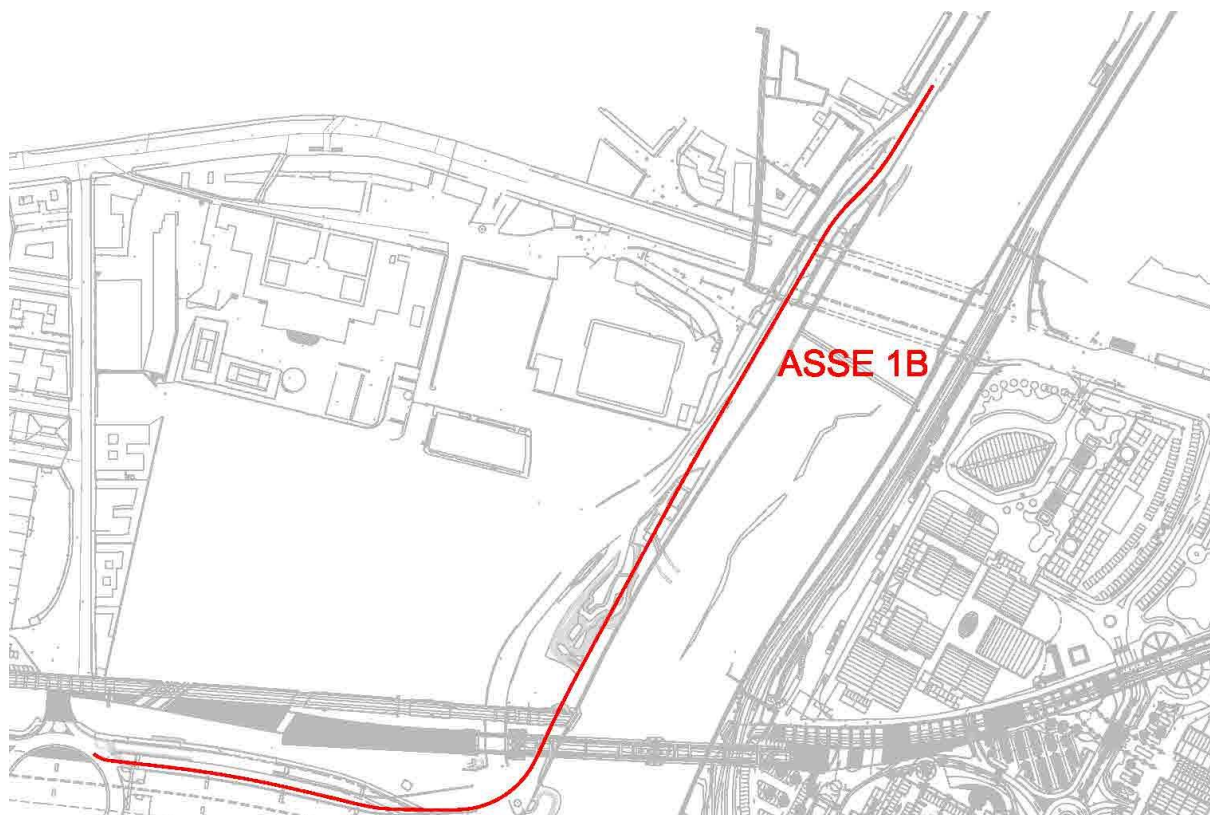
- 1° lotto Asse 1B dal raccordo a monte del ponte Pieragostini alla rotonda (tramite rampa provvisoria) del by-pass stradale e asse 1C di raccordo al ponte esistente.
- 2° lotto Assi 1A, 1D, 1S costituenti le rampe di discesa da via Ansaldo verso la viabilità arginale e la rampa di collegamento di via Muratori con ponte Pieragostini.
- 3° lotto Completamento dell'Asse 1B fino all'area delle banchine

portuali e predisposizione al raccordo della viabilità arginale con la futura rotonda di connessione della viabilità dell'ex area Ilva con il futuro asse di scorrimento est-ovest.

Il lotto 1 prevedeva che sull'asse 1B venissero eseguite le opere definitive fino alla sezione 107, da lì partiva una rampa provvisoria di raccordo alla rotatoria esistente del bypass stradale. Si prevedeva che tale rampa provvisoria venisse demolita durante l'esecuzione del lotto 3 e che il lotto 2 venisse eseguito solo successivamente al completamento dei lotti 1 e 3.

In una successiva revisione del progetto, in base alle mutate esigenze della stazione appaltante, l'esecuzione dell'opera è stata rifunzionalizzata in due macrolotti il primo corrisponde al lotto 1, di recente ultimazione, che prevedeva il completamento dell'asse 1C e dell'asse 1B, sostanzialmente sino alla metà del tratto in sottopasso dal ponte Pieragostini; il secondo macrolotto corrispondeva all'unione dei lotti 2 e 3 e prevede l'eliminazione dell'asse 1D di collegamento tra via Muratori e via Ansaldo con il mantenimento l'asse 1S, che dal ponte Pieragostini scendeva fino all'asse 1A.

In ultimo, per le motivazioni esposte nella relazione generale di progetto, l'assetto di questo intervento è cambiato nuovamente, fino ad arrivare alla nuova situazione di progetto, ed in particolare l'asse viario previsto è il seguente:



Asse in progetto

3.0 - INPUT PROGETTUALI E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D. Lgs. 30 Aprile 1992 n. 285 "Nuovo Codice della Strada"
- D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495 "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada"
- D.M. 01.06.2001 "Modalità di istituzione e aggiornamento del catasto delle strade"
- D.M. 05.11.2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade"
- D.Lgs. 27.06.2003 n.151 "Modifiche ed integrazioni al codice della strada"
- D.M. 22.04.2004 "Modifica del decreto 5 Novembre 2001"
- D.M. II.TT. 19 aprile 2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni"
- D.M. 04/01/2008 "Testo unico sulle Costruzioni"
- D.M. 18.02.1992, n. 223 (G.U. n. 63 del 16.03.92). "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza"
- D.M. 03.06.1998 (G.U. n. 453 del 29.10.98). "Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza. Prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione"
- Direttiva del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 3065 del 25.08.2004. "Direttiva sui criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali"
- D.M. 21.06.2004 (G.U. n. 182 del 05.08.04). "Aggiornamento alle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale"
- Circolare del Ministero dei Trasporti del 15.11.2007. "Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere di sicurezza rilasciate ai sensi delle norme antecedenti il D.M. 21.06.2004"

- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21.07.2010 “Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”
- DM 28.06.2011 (G.U. n. 233 del 06.10.11) "Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale"
- UNI EN 1317-1:2010 “Barriere di sicurezza stradali: Terminologia e criteri generali per i metodi di prova”
- UNI EN 1317-2:2010 “Barriere di sicurezza stradali. Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d’urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza”
- UNI EN 1317-3:2010 “Barriere di sicurezza stradali: classi di prestazioni, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d’urto”
- UNI ENV 1317-4:2003 “Barriere di sicurezza stradali: classi di prestazione, criteri di accettazione per la prova d’urto e metodi di prova per terminali e transizioni delle barriere di sicurezza”
- UNI ENV 1317-5:2012 “Barriere di sicurezza stradali: requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli”
- UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2005 – Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura

4.0 - PROGETTO STRADALE

4.1. - DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

4.1.1. - ASSE STRADALE

Il tracciato in progetto è costituito da un asse viario denominato 1B, di collegamento tra la viabilità a nord del Pieragostini e la nuova Strada Urbana di Scorrimento di recente realizzazione a sud del nuovo ponte RFI.

Tale asse ha uno sviluppo complessivo di ca. 711,53 m.

4.1.2. - IMPOSTAZIONE PROGETTUALE VIABILITÀ

La progettazione stradale ai sensi del D.M. 05/11/2001 in siffatta situazione trova scarso riscontro, l'impostazione di base per la verifica del progetto parte dalla ricerca della massima velocità di progetto in corrispondenza della quale vengono soddisfatti i requisiti di norma.

La velocità di progetto adottata comporta l'inserimento del limite di velocità pari a 40 km/h da estendere su tutto il tratto interessato dall'intervento.

4.1.3. - ASSE 1B

L'asse di collegamento tra la viabilità a nord del Pieragostini e la nuova Strada Urbana di Scorrimento di recente realizzazione a sud del nuovo ponte RFI, può essere assimilato ad una rampa monodirezionale a più corsie, con larghezza delle corsie pari a 3,50m e banchine laterali delle dimensioni di 1,00m. Nel tratto in affiancamento con il futuro asse 1A, l'asse 1B è costituito da 3 corsie della larghezza di 3,50. Nel tratto finale l'asse si restringe ad una unica corsia di marcia della larghezza di 4,00m a cavallo dell'asse di tracciamento, con banchina laterale destra della larghezza di 1,00m e banchina laterale sinistra da 2,50m per un totale di 8,50 m, per permettere il transito del convoglio Ansaldo.

La viabilità lungo l'asse 1B è regolata attraverso apposite zebraure a terra che di volta

in volta canalizzano il traffico e regolano le lunghezze di scambio tra le diverse correnti di flusso veicolare.



Planimetria stradale

4.2. - ANDAMENTO PLANIMETRICO DELL'ASSE

Di seguito si riportano le caratteristiche geometriche dei singoli elementi del tracciato.

Asse 1B

Asse 1B									
Dati generali sul tracciato ASSE_1B									
Progressiva Iniziale (m) : 0.000					Lunghezza (m) : 711.531				
Progressiva Finale (m) : 711.531									
Strada Tipo : Rampa monodirezionale									
Intervallo di Velocità di progetto (Km/h): 40 <= Vp <= 50									
Rettifilo 1 ProgI 0.000 - ProgF 42.324									
Coordinate P.to Iniziale X:		1490474.744			Coordinate P.to Finale X:		1490452.664		
Y:		4918156.961			Y:		4918120.853		
Lunghezza :		42.324			Azimut :		234.9385g		
Vp (Km/h) = 50.0									
L >= Lmin = 40.000 OK		Rsucc = 140.000		Rsucc > Rmin = 42.320 OK					
L <= Lmax = 1100.000 OK									
Curva 2 Destra ProgI 42.324 - ProgF 78.895									
Coordinate vertice X:		1490443.071			Coordinate I punto Tg X:		1490452.664		
					Coordinate I punto Tg Y:		4918120.853		
Coordinate vertice Y:		4918105.163			Coordinate II punto Tg X:		1490429.750		
					Coordinate II punto Tg Y:		4918092.484		
Tangente Prim. 1:		18.390			TT1 Tangente 1:		18.390		
Tangente Prim. 2:		18.390			TT2 Tangente 2:		18.390		
Alfa Ang. al Vert.:		316.6301g			Numero Archi :		1		
Arco ProgI 42.324 - ProgF 78.895									
Coordinate vertice X:		1490443.071			Coordinate I punto Tg X:		1490452.664		
Coordinate vertice Y:		4918105.163			Coordinate I punto Tg Y:		4918120.853		
Coordinate centro curva X:		1490333.224			Coordinate II punto Tg X:		1490429.750		
Coordinate centro curva Y:		4918193.888			Coordinate II punto Tg Y:		4918092.484		
Raggio :		140.000			Angolo al vertice :		83.3699g		
Tangente :		18.390			Sviluppo :		36.571		
Saetta :		1.192			Corda :		36.467		
Pt (%) :		0.0							
Rettifilo 3 ProgI 78.895 - ProgF 79.727									
Coordinate P.to Iniziale X:		1490429.750			Coordinate P.to Finale X:		1490429.147		
Y:		4918092.484			Y:		4918091.910		
Lunghezza :		0.832			Azimut :		251.5686g		
Vp (Km/h) = 50.0									
L >= Lmin = 40.000 No		Rprec = 140.000		Rprec > Rmin = 0.830 OK					
L <= Lmax = 1100.000 OK		Rsucc = 100.000		Rsucc > Rmin = 0.830 OK					

Curva 4 Sinistra ProgI 79.727 - ProgF 108.071					
Coordinate vertice	X:	1490418.813	Coordinate I punto Tg	X:	1490429.147
Coordinate vertice	Y:	4918082.073	Coordinate I punto Tg	Y:	4918091.910
Coordinate vertice			Coordinate II punto Tg	X:	1490411.643
Coordinate vertice			Coordinate II punto Tg	Y:	4918069.739
Tangente Prim. 1:		14.267	TT1 Tangente 1:		14.267
Tangente Prim. 2:		14.267	TT2 Tangente 2:		14.267
Alfa Ang. al Vert.:		318.0438g	Numero Archi	:	1

Arco ProgI 79.727 - ProgF 108.071					
Coordinate vertice	X:	1490418.813	Coordinate I punto Tg	X:	1490429.147
Coordinate vertice	Y:	4918082.073	Coordinate I punto Tg	Y:	4918091.910
Coordinate centro curva	X:	1490498.094	Coordinate II punto Tg	X:	1490411.643
Coordinate centro curva	Y:	4918019.479	Coordinate II punto Tg	Y:	4918069.739
Raggio	:	100.000	Angolo al vertice	:	81.9562g
Tangente	:	14.267	Sviluppo	:	28.343
Saetta	:	1.002	Corda	:	28.248
Pt (%)	:	0.0			

Rettifilo 5 ProgI 108.071 - ProgF 234.674					
Coordinate P.to Iniziale	X:	1490411.643	Coordinate P.to Finale	X:	1490348.011
Coordinate P.to Iniziale	Y:	4918069.739	Coordinate P.to Finale	Y:	4917960.288
Lunghezza	:	126.604	Azimut	:	233.5247g
Vp (Km/h) =	50.0				
L >= Lmin	=	40.000 OK	Rprec =	100.000	Rprec > Rmin = 126.600 No
L <= Lmax	=	1100.000 OK	Rsucc =	1500.000	Rsucc > Rmin = 126.600 OK

Curva 6 Sinistra ProgI 234.674 - ProgF 277.171					
Coordinate vertice	X:	1490337.331	Coordinate I punto Tg	X:	1490348.011
Coordinate vertice			Coordinate I punto Tg	Y:	4917960.288
Coordinate vertice	Y:	4917941.917	Coordinate II punto Tg	X:	1490327.176
Coordinate vertice			Coordinate II punto Tg	Y:	4917923.251
Tangente Prim. 1:		21.250	TT1 Tangente 1:		21.250
Tangente Prim. 2:		21.250	TT2 Tangente 2:		21.250
Alfa Ang. al Vert.:		301.8036g	Numero Archi	:	1

Arco ProgI 234.674 - ProgF 277.171					
Coordinate vertice	X:	1490337.331	Coordinate I punto Tg	X:	1490348.011
Coordinate vertice	Y:	4917941.917	Coordinate I punto Tg	Y:	4917960.288
Coordinate centro curva	X:	1491644.789	Coordinate II punto Tg	X:	1490327.176
Coordinate centro curva	Y:	4917206.385	Coordinate II punto Tg	Y:	4917923.251
Raggio	:	1500.000	Angolo al vertice	:	98.1964g
Tangente	:	21.250	Sviluppo	:	42.496
Saetta	:	0.150	Corda	:	42.495
Pt (%)	:	0.0			

Rettifilo 7 ProgI 277.171 - ProgF 398.151					
Coordinate P.to Iniziale	X:	1490327.176	Coordinate P.to Finale	X:	1490269.358
Coordinate P.to Iniziale	Y:	4917923.251	Coordinate P.to Finale	Y:	4917816.981
Lunghezza	:	120.980	Azimut	:	231.7211g
Vp (Km/h) =	50.0				
L >= Lmin	=	40.000 OK	Rprec =	1500.000	Rprec > Rmin = 120.980 OK

| L <= Lmax = 1100.000 OK | Rsucc = 598.250 | Rsucc > Rmin = 120.980 OK |

Curva 8 Sinistra ProgI 398.151 - ProgF 435.445			
Coordinate vertice	X:	1490260.444	Coordinate I punto Tg X: 1490269.358
			Coordinate I punto Tg Y: 4917816.981
Coordinate vertice	Y:	4917800.596	Coordinate II punto Tg X: 1490252.567
			Coordinate II punto Tg Y: 4917783.688
Tangente Prim. 1:	18.653	TT1 Tangente 1:	18.653
Tangente Prim. 2:	18.653	TT2 Tangente 2:	18.653
Alfa Ang. al Vert.:	303.9686g	Numero Archi :	1

Arco ProgI 398.151 - ProgF 435.445			
Coordinate vertice	X:	1490260.444	Coordinate I punto Tg X: 1490269.358
Coordinate vertice	Y:	4917800.596	Coordinate I punto Tg Y: 4917816.981
Coordinate centro curva	X:	1490794.866	Coordinate II punto Tg X: 1490252.567
Coordinate centro curva	Y:	4917531.071	Coordinate II punto Tg Y: 4917783.688
Raggio :	598.250	Angolo al vertice :	96.0314g
Tangente :	18.653	Sviluppo :	37.294
Saetta :	0.291	Corda :	37.288
Pt (%) :	2.5		
Vp (Km/h) = 50.0			
R >= Rmin =	44.994 OK		
Sv >= Smin =	34.720 OK		
Pt >= Ptmin =	2.500 OK	R = 598.250	R >= Rmins = 40.000 OK
		R	R <= Rmaxs = 120.000 No

Clotoide 9 ProgI 435.445 - ProgF 447.533			
Coordinate vertice	X:	1490250.866	Coordinate I punto Tg X: 1490252.567
			Coordinate I punto Tg Y: 4917783.688
Coordinate vertice	Y:	4917780.035	Coordinate II punto Tg X: 1490247.537
			Coordinate II punto Tg Y: 4917772.695
Raggio :	598.250	Angolo :	99.3568g
Parametro N :	1.000	Tangente lunga :	8.059
Parametro A :	85.042	Tangente corta :	4.030
Scostamento :	0.010	Sviluppo :	12.089
Pti (%) :	2.5	Ptf (%) :	-1.0
Vp (Km/h) = 47.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 0.000 OK	A1/A2 = 4.000	A1/A2 >= 2/3 = 0.670 OK
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 73.500 OK	A1/A2 = 4.000	A1/A2 <= 3/2 = 1.500 No
A >= R/3	= 199.400 No		
A <= R	= 598.300 OK		

Clotoide 10 ProgI 447.533 - ProgF 456.431			
Coordinate vertice	X:	1490245.085	Coordinate I punto Tg X: 1490243.628
			Coordinate I punto Tg Y: 4917764.706
Coordinate vertice	Y:	4917767.291	Coordinate II punto Tg X: 1490247.537
			Coordinate II punto Tg Y: 4917772.695
Raggio :	50.800	Angolo :	94.4248g
Parametro N :	1.000	Tangente lunga :	5.934
Parametro A :	21.260	Tangente corta :	2.968
Scostamento :	0.065	Sviluppo :	8.898
Pti (%) :	2.5	Ptf (%) :	-1.0
Vp (Km/h) = 47.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 0.000 OK	A1/A2 = 4.000	A1/A2 >= 2/3 = 0.670 OK
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 73.500 OK	A1/A2 = 4.000	A1/A2 <= 3/2 = 1.500 No
A >= R/3	= 199.400 No		
A <= R	= 598.300 OK		

Curva 11 Destra ProgI 456.431 - ProgF 501.968					
Coordinate vertice	X:	1490231.631	Coordinate I punto Tg	X:	1490243.628
			Coordinate I punto Tg	Y:	4917764.706
Coordinate vertice	Y:	4917743.429	Coordinate II punto Tg	X:	1490207.521
			Coordinate II punto Tg	Y:	4917739.513
Tangente Prim. 1:		24.426	TT1 Tangente 1:		24.426
Tangente Prim. 2:		24.426	TT2 Tangente 2:		24.426
Alfa Ang. al Vert.:		357.0656g	Numero Archi	:	1

Arco ProgI 456.431 - ProgF 501.968					
Coordinate vertice	X:	1490231.631	Coordinate I punto Tg	X:	1490243.628
Coordinate vertice	Y:	4917743.429	Coordinate I punto Tg	Y:	4917764.706
Coordinate centro curva	X:	1490199.377	Coordinate II punto Tg	X:	1490207.521
Coordinate centro curva	Y:	4917789.656	Coordinate II punto Tg	Y:	4917739.513
Raggio	:	50.800	Angolo al vertice	:	42.9344g
Tangente	:	24.426	Sviluppo	:	45.537
Saetta	:	5.017	Corda	:	44.027
Pt (%)	:	3.5			
Vp (Km/h) =	42.2				
R >= Rmin	=	44.994 OK	R	=	50.800
Sv >= Smin	=	29.280 OK	R >= Rminp	=	259.650 No
Pt >= Ptmin	=	7.000 No	R <= Rmaxp	=	100000.000 OK

Clotoide 12 ProgI 501.968 - ProgF 518.850					
Coordinate vertice	X:	1490201.951	Coordinate I punto Tg	X:	1490207.521
			Coordinate I punto Tg	Y:	4917739.513
Coordinate vertice	Y:	4917738.609	Coordinate II punto Tg	X:	1490190.680
			Coordinate II punto Tg	Y:	4917738.667
Raggio	:	50.800	Angolo	:	89.4217g
Parametro N	:	1.000	Tangente lunga	:	11.271
Parametro A	:	29.285	Tangente corta	:	5.642
Scostamento	:	0.234	Sviluppo	:	16.882
Pti (%)	:	-3.5	Ptf (%)	:	-2.5
Vp (Km/h) =	46.0				
A >= radq[(Vp^3-gVr(Ptf-Pti))/c]	=	42.900 No			
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	=	11.400 OK			
A >= R/3	=	16.900 OK	Ae/A	=	0.730
A <= R	=	50.800 OK	Ae/A >= 2/3	=	0.670 OK
			Ae/A <= 3/2	=	1.500 OK

Rettifilo 13 ProgI 518.850 - ProgF 538.270					
Coordinate P.to Iniziale	X:	1490190.680	Coordinate P.to Finale	X:	1490171.260
	Y:	4917738.667		Y:	4917738.767
Lunghezza	:	19.420	Azimut	:	300.3285g
Vp (Km/h) =	50.0				
L >= Lmin	=	40.000 No	Rprec	=	50.800
L <= Lmax	=	1100.000 OK	Rsucc	=	84.000
			Rprec > Rmin	=	19.420 OK
			Rsucc > Rmin	=	19.420 OK

Clotoide 14 ProgI 538.270 - ProgF 552.213					
Coordinate vertice	X:	1490161.962	Coordinate I punto Tg	X:	1490171.260
			Coordinate I punto Tg	Y:	4917738.767
Coordinate vertice	Y:	4917738.815	Coordinate II punto Tg	X:	1490157.329
			Coordinate II punto Tg	Y:	4917739.224
Raggio	:	84.000	Angolo	:	94.7164g
Parametro N	:	1.000	Tangente lunga	:	9.299
Parametro A	:	34.223	Tangente corta	:	4.651

Scostamento	:	0.096	Sviluppo	:	13.943
Pti (%)	:	-2.5	Ptf (%)	:	-3.5

Vp (Km/h) = 50.0					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	=	50.400 No			
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	=	15.300 OK			
A >= R/3	=	28.000 OK	A/Au = 1.140	A/Au >= 2/3	= 0.670 OK
A <= R	=	84.000 OK	A/Au = 1.140	A/Au <= 3/2	= 1.500 OK

Curva 15 Destra ProgI 552.213 - ProgF 559.308					
Coordinate vertice	X:	1490153.793	Coordinate I punto Tg	X:	1490157.329
			Coordinate I punto Tg	Y:	4917739.224
Coordinate vertice	Y:	4917739.537	Coordinate II punto Tg	X:	1490150.297
			Coordinate II punto Tg	Y:	4917740.147
Tangente Prim. 1:		3.549	TT1 Tangente 1:		3.549
Tangente Prim. 2:		3.549	TT2 Tangente 2:		3.549
Alfa Ang. al Vert.:		305.3768g	Numero Archi	:	1

Arco ProgI 552.213 - ProgF 559.308					
Coordinate vertice	X:	1490153.793	Coordinate I punto Tg	X:	1490157.329
Coordinate vertice	Y:	4917739.537	Coordinate I punto Tg	Y:	4917739.224
Coordinate centro curva	X:	1490164.724	Coordinate II punto Tg	X:	1490150.297
Coordinate centro curva	Y:	4917822.898	Coordinate II punto Tg	Y:	4917740.147
Raggio	:	84.000	Angolo al vertice	:	94.6232g
Tangente	:	3.549	Sviluppo	:	7.095
Saetta	:	0.075	Corda	:	7.092
Pt (%)	:	3.5			

Vp (Km/h) = 50.0					
R >= Rmin	=	44.994 OK			
Sv >= Smin	=	34.720 No			
Pt >= Ptmin	=	6.550 No			

Clotoide 16 ProgI 559.308 - ProgF 570.022					
Coordinate vertice	X:	1490146.777	Coordinate I punto Tg	X:	1490150.297
			Coordinate I punto Tg	Y:	4917740.147
Coordinate vertice	Y:	4917740.760	Coordinate II punto Tg	X:	1490139.831
			Coordinate II punto Tg	Y:	4917742.433
Raggio	:	84.000	Angolo	:	95.9399g
Parametro N	:	1.000	Tangente lunga	:	7.144
Parametro A	:	30.000	Tangente corta	:	3.573
Scostamento	:	0.057	Sviluppo	:	10.714
Pti (%)	:	-3.5	Ptf (%)	:	-2.5

Vp (Km/h) = 50.0					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	=	50.400 No			
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	=	15.300 OK			
A >= R/3	=	28.000 OK	Ae/A = 1.140	Ae/A >= 2/3	= 0.670 OK
A <= R	=	84.000 OK	Ae/A = 1.140	Ae/A <= 3/2	= 1.500 OK

Rettifilo 17 ProgI 570.022 - ProgF 575.983					
Coordinate P.to Iniziale	X:	1490139.831	Coordinate P.to Finale	X:	1490134.036
	Y:	4917742.433		Y:	4917743.829
Lunghezza	:	5.961	Azimut	:	315.0490g
Vp (Km/h) = 50.0					
	=	0.000	Rprec = 84.000	Rprec > Rmin =	5.960 OK
L <= Lmax	=	1100.000 OK	Rsucc = 546.000	Rsucc > Rmin =	5.960 OK

Clotoide 18										ProgI 575.983 - ProgF 637.319													
Coordinate vertice										X:		1490094.276		Coordinate I punto Tg		X:		1490134.036					
														Coordinate I punto Tg		Y:		4917743.829					
Coordinate vertice										Y:		4917753.407		Coordinate II punto Tg		X:		1490074.156					
														Coordinate II punto Tg		Y:		4917757.073					
Raggio										:		546.000		Angolo		:		96.4242g					
Parametro N										:		1.000		Tangente lunga		:		40.897					
Parametro A										:		183.001		Tangente corta		:		20.451					
Scostamento										:		0.287		Sviluppo		:		61.336					
Pti (%)										:		-2.5		Ptf (%)		:		2.5					
Vp (Km/h) = 50.0																							
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]										= 0.000 OK													
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)										= 87.100 OK													
A >= R/3										= 182.000 OK										A/Au = 1.000		A/Au >= 2/3 = 0.670 OK	
A <= R										= 546.000 OK										A/Au = 1.000		A/Au <= 3/2 = 1.500 OK	

Curva 19 Sinistra		ProgI 637.319 - ProgF 645.435			
Coordinate vertice	X:	1490070.164	Coordinate I punto Tg	X:	1490074.156
			Coordinate I punto Tg	Y:	4917757.073
Coordinate vertice	Y:	4917757.800	Coordinate II punto Tg	X:	1490066.161
			Coordinate II punto Tg	Y:	4917758.468
Tangente Prim. 1:		4.058	TT1 Tangente	1:	4.058
Tangente Prim. 2:		4.058	TT2 Tangente	2:	4.058
Alfa Ang. al Vert.:		300.9463g	Numero Archi	:	1

Arco ProgI 637.319 - ProgF 645.435							
Coordinate vertice		X:	1490070.164	Coordinate I punto Tg		X:	1490074.156
Coordinate vertice		Y:	4917757.800	Coordinate I punto Tg		Y:	4917757.073
Coordinate centro curva		X:	1489976.287	Coordinate II punto Tg		X:	1490066.161
Coordinate centro curva		Y:	4917219.916	Coordinate II punto Tg		Y:	4917758.468
Raggio		:	546.000	Angolo al vertice		:	99.0537g
Tangente		:	4.058	Sviluppo		:	8.116
Saetta		:	0.015	Corda		:	8.116
Pt (%)		:	2.5				
Vp (Km/h) = 46.4							
R >= Rmin		=	44.994 OK				
Sv >= Smin		=	32.230 No				
Pt >= Ptmin		=	2.500 OK				

Clotoide 20 ProgI 645.435 - ProgF 706.770									
Coordinate vertice X:			1490045.989		Coordinate I punto Tg X:			1490066.161	
					Coordinate I punto Tg Y:			4917758.468	
Coordinate vertice Y:			4917761.835		Coordinate II punto Tg X:			1490005.335	
					Coordinate II punto Tg Y:			4917766.292	
Raggio :			546.000		Angolo :			96.4242g	
Parametro N :			1.000		Tangente lunga :			40.897	
Parametro A :			183.001		Tangente corta :			20.451	
Scostamento :			0.287		Sviluppo :			61.336	
Pti (%) :			2.5		Ptf (%) :			-2.5	
Vp (Km/h) = 44.6									
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 0.000 OK									
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 82.200 OK									
A >= R/3 = 182.000 OK					Ae/A = 1.000 Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK				
A <= R = 546.000 OK					Ae/A = 1.000 Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK				

Rettifilo 21 ProgI 706.770 - ProgF 711.531			
Coordinate P.to Iniziale X:	1490005.335	Coordinate P.to Finale X:	1490000.600
Y:	4917766.292	Y:	4917766.810
Lunghezza :	4.761	Azimut :	306.9512g
Vp (Km/h) =	26.0		
L >= Lmin =	30.000 No	Rprec =	546.000
L <= Lmax =	571.377 OK	Rsucc =	16.000
		Rprec > Rmin =	4.761 OK
		Rsucc > Rmin =	4.761 OK

4.3. - ANDAMENTO ALTIMETRICO DELL'ASSE

La pendenza massima adottabile per la livelletta, avendo assimilato l'asse a rampa di svincolo, può essere pari al 7% ed al 8% rispettivamente per tratti in salita e tratti in discesa, con velocità di percorrenza di 40 km/h.

Tali pendenze massime sono state rispettate sempre, tranne che per il tratto iniziale dove per permettere il transito del convoglio Ansaldo sotto il ponte Pieragostini, si è dovuti ricorrere ad una livelletta con pendenza massima del 8,54% per uno sviluppo comunque minimo.

I raccordi verticali vengono eseguiti con archi di parabola quadratica ad asse verticale, aventi raggio osculatore R_V che verifica le seguenti condizioni:

- che nessuna parte della sagoma del veicolo abbia contatti con la superficie stradale:

$$R_V > R_{\min} = 20 \text{ m} \quad \text{nei dossi}$$

$$R_V > R_{\min} = 40 \text{ m} \quad \text{nelle sacche}$$

- che per il confort dell'utenza, l'accelerazione verticale a_V risulti:

$$a_V = (v_p^2 / R_V) < a_{\lim} = 0.6 \text{ m/s}^2$$

dove v_p è la velocità di progetto in m/s^2 desunta dal diagramma delle velocità.

Il valore del raggio minimo osculatore " R_V " del generico raccordo verticale convesso viene calcolato con le seguenti disuguaglianze:

$$R_V = D^2 / [2 \times (h_1 + h_2 + 2 \times (h_1 \times h_2)^{1/2})] \quad \text{se } D < S_V$$

$$R_V = (2 \times 100 / \Delta i) \times [D - 100 \times (h_1 + h_2 + 2 \times (h_1 \times h_2)^{1/2}) / \Delta i] \quad \text{se } D > S_V$$

dove:

D = distanza di visibilità da realizzare (m);

S_V = sviluppo (m);

h_1 = altezza sul piano stradale dell'occhio del conducente, di norma pari a 1.10 m;

h_2 = altezza dell'ostacolo, di norma pari a 0.10 m.

Il valore del raggio minimo osculatore " R_V " del generico raccordo verticale concavo viene calcolato con le seguenti disuguaglianze:

Il raggio minimo R_V è definito come:

$$R_V = D^2 / [2 \times (h + D \sin \Phi)] \quad \text{se } D < S_v$$

$$R_V = (2 \times 100 / \Delta i) \times [D - 100 \times (h + D \sin \Phi) / \Delta i] \quad \text{se } D > S_v$$

dove:

h è l'altezza del centro dei fari del veicolo sul piano stradale, di norma pari a 0.5 m;

Φ è la massima divergenza verso l'alto del fascio luminoso rispetto all'asse del veicolo, di norma pari a 1° .

Di seguito si riportano i dati degli elementi costituenti la livelletta di progetto.

ASSE 1B					
Vertici					
N.	Prog.	Quota	Distanza parziale	Pendenza i (%)	Dislivello
1	0.000	7.916	0,000	0,000	0,000
2	34.997	8.155	34.997	0.684	0.239
3	101.718	2.457	66.721	-8.540	-5.698
4	203.714	2.457	101.996	0.000	0.000
5	281.572	3.890	77.858	1.841	1.433
6	478.778	2.129	197.205	-0.893	-1.762
7	640.031	1.369	161.254	-0.471	-0.760
8	712.572	2.821	72.540	2.001	1.452

Raccordi verticali					
N.	Raggio	$\Delta i(\%)$	Sviluppo	Vp	Raggio Min
1	750.000	-9.224	69.259	40.0	421.636
2	750.000	8.540	64.127	40.0	657.170
3	2000.000	1.841	36.821	40.0	205.761
4	2500.000	-2.734	68.361	40.0	205.761
5	10000.000	0.422	42.234	40.0	205.761
6	5000.000	2.472	123.626	40.0	205.761
7	930.000	-2.307	21.457	27.5	97.006

5.0 - SEGNALETICA

5.1. - RIFERIMENTI NORMATIVI E SUPPORTI PROGETTUALI

La segnaletica stradale, com'è noto, svolge un ruolo particolarmente prezioso di informazione agli utenti sulle diverse situazioni stradali nelle quali la sicurezza della circolazione è funzione della loro capacità d'interpretare, correttamente e in tempo utile, le manovre richieste dall'attività di guida. In tal senso costituisce strumento essenziale per favorire la **leggibilità** della strada.

Nel progetto della segnaletica stradale di tipo permanente, redatto, pertanto, al fine di fornire agli utenti della strada le informazioni necessarie, coerentemente con le situazioni stradali specifiche per la sicurezza (senza tra l'altro sovrabbondare), sono stati rispettati i criteri dettati dai seguenti riferimenti normativi:

- ❖ **Nuovo Codice della strada** (Decreto Legislativo 30/4/1992, n. 285 e successive modifiche), ed in particolare i seguenti articoli di cui al Titolo II (Della costruzione e tutela delle strade), Capo II (Organizzazione della circolazione e Segnaletica stradale):
 - art. 37 - *Apposizione e manutenzione della segnaletica stradale;*
 - art. 38 – *Segnaletica stradale;*
 - art. 39 – *Segnali verticali;*
 - art. 40 – *Segnali orizzontali;*
 - art. 42 – *Segnali complementari;*
 - art. 45 – *Uniformità della segnaletica dei mezzi di regolazione controllo ed omologazioni*
- ❖ **Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della Strada** (D.P.R. 16/12/1992 n. 495 e successive modifiche) ed in particolare di quanto prescritto dal Titolo II (Costruzione e tutela delle strade), Capo II:
 - § 2. La segnaletica in generale (artt. 74÷76);
 - § 3. La segnaletica verticale;
 - art. 77 – *Norme generali sui segnali verticali;*
 - art. 78 – *Colori dei segnali verticali;*

- art. 79 – *Visibilità dei segnali*;
- art. 80 – *Dimensionamento e formati dei segnali verticali*;
- art. 81 – *Istallazione dei segnali verticali*;
- art. 82 – *Caratteristiche dei sostegni, supporti, e altri materiali usati per la segnaletica stradale*;
- art. 83 – *Pannelli integrativi*;
- artt. 84 ÷ 103 – *Segnali di pericolo*;
- art. 104 – *Disposizioni generali sui segnali di prescrizione*;
- artt. 105 ÷ 114 – *Segnali di precedenza*;
- artt. 115 ÷ 120 – *Segnali di divieto*;
- artt. 121 ÷ 123 – *Segnali di obbligo*;
- artt. 124 ÷ 136 – *Segnali di indicazione*;
- § 4. La segnaletica orizzontale (artt. 137 ÷ 155);
- § 5. Segnali luminosi (art. 170: *segnali luminosi particolari*);

Le scelte progettuali e la redazione degli elaborati specifici sono state supportate, inoltre, dalle indicazioni e dagli schemi grafici per situazioni tipiche riportate nel “*Codice regolamento sicurezza*”, edito da Casa Editrice La Fiaccola (2009).

Tutta la segnaletica prevista in progetto, verticale ed orizzontale, è conforme ai tipi previsti dal Regolamento.

I segnali da impiegarsi dovranno essere corredati, inoltre, da certificazione di “conformità del prodotto”, ai sensi della Circ. Min. n. 3652 del 17 giugno 1998.

6.0 - SEGNALETICA VERTICALE

6.1. - CRITERI PROGETTUALI

Le scelte progettuali circa i tipi di segnali da prevedersi, la forma, il colore, le dimensioni, il loro posizionamento (sia in senso longitudinale, sia trasversale) hanno tenuto conto dei requisiti di adeguatezza, di coerenza e di omogeneità richiesti alla segnaletica stradale.

Per quanto riguarda l'*adeguatezza*, la qualità e la quantità delle indicazioni sono state previste in stretta congruenza con la situazione stradale specifica, allo scopo di consentirne una percezione corretta (e non falsata) da parte degli utenti. Con riferimento alla *coerenza* ed all'*omogeneità*, si è fatto in modo che la segnaletica fosse capace di fornire, lungo l'itinerario in progetto, indicazioni non contraddittorie conservando per i segnali verticali caratteristiche uniformi per quanto riguarda: codice colore, forma, simbologia, grafica, e criteri di posizionamento dei segnali stessi.

Inoltre, nei segnali con scritte, il dimensionamento delle lettere (altezza e spaziatura) e dei pannelli segnaletici ha tenuto conto della leggibilità del messaggio in relazione alla velocità locale predominante.

6.2. - VISIBILITÀ DEI SEGNALE

Spazio di avvistamento - Per una corretta visibilità dei segnali deve essere sempre garantito uno spazio di avvistamento (D_{av}) adeguato, libero da ostacoli, tra conducente e segnale. Quest'ultimo corrisponde allo spazio che l'utente percorre, alla velocità locale predominante, nel tempo di PIEV, cioè nel tempo necessario alla percezione della presenza del segnale, al riconoscimento dello stesso come segnale stradale, all'identificazione del significato ed all'attuazione del comportamento richiesto (art. 79/1).

Il Regolamento prevede che nei casi in cui non sia possibile garantire gli spazi di avvistamento necessari per i segnali di pericolo, di prescrizione o indicazione, le distanze possono essere variate purché il segnale sia preceduto da un altro identico, corredato dal pannello integrativo di DISTANZA (mod. II 1).

Tenuto conto della categoria della strada in progetto (rampa di svincolo) il Regolamento fornisce le *distanze minime di avvistamento* (D_{av-min}) da assicurare in funzione del comportamento richiesto all'utente, distinguendo tra:

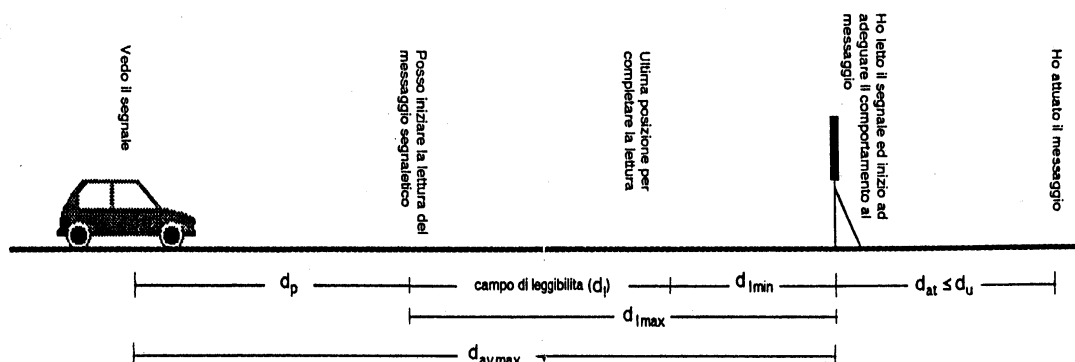
- segnali collocati in “**anticipo**” (pericolo, preavviso di bivio, ecc.);
- segnali collocati “**sul posto**” (segnali di prescrizione, indicazione direzione, ecc.).

Nel quadro seguente sono riportate le *distanze di posizionamento* (D_u) dei segnali previste dallo stesso Regolamento.

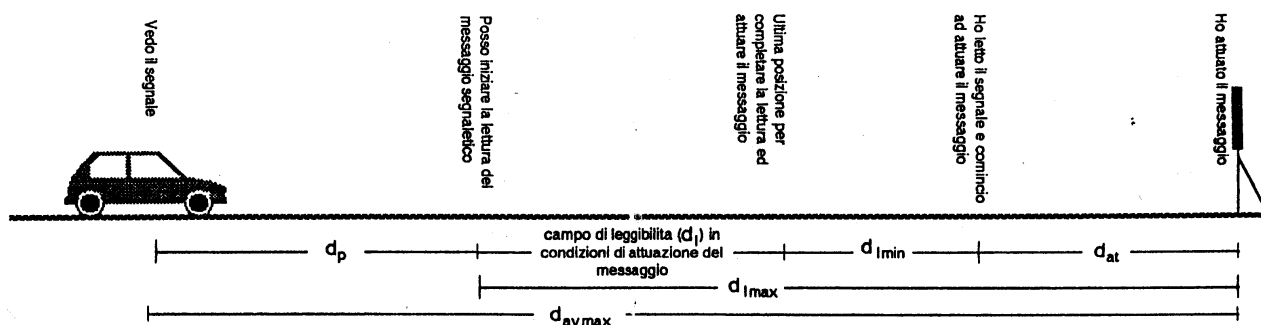
TIPO DI SEGNALE	“IN ANTICIPO” pericolo, intersezioni con diritto di precedenza, ecc.	“SUL POSTO” inizio e fine divieto, obbligo, precedenza, indicazione di direzione
Spazio minimo di avvistamento [m]	50	80
Distanza di ubicazione [m]	100	---

Si ricorda che per i segnali collocati “in anticipo” l'adeguamento del comportamento dell'utente avviene nel tratto successivo al segnale, mentre per i segnali collocati “sul posto” (ovvero in prossimità del luogo in cui è richiesto l'adeguamento del comportamento da parte dell'utente) l'adeguamento richiesto dal segnale deve essere già avvenuto in corrispondenza dello segnale medesimo.

Determinazione dello spazio di avvistamento - Gli schemi riportati di seguito rendono conto del modo in cui viene determinata la distanza di avvistamento per i segnali collocati “in anticipo” (A) e per quelli “sul posto”(B):



A: schema per i segnali "in anticipo": Distanza di avvistamento = distanza di percezione + distanza di leggibilità



B: schema per i segnali "sul posto": Distanza avvistamento = dist. percezione + dist. leggibilità + dist. attuazione

Rifrangenza delle pellicole – Per assicurare buone condizioni di visibilità dei segnali, sia di giorno, sia di notte, considerate le locali condizioni di illuminazione ambientale, il progetto prevede l'impiego di segnali provvisti di **pellicole retroriflettenti** che dovranno avere le caratteristiche colorimetriche, fotometriche, tecnologiche di durata previste dalle norme UNI EN 12899:2008 e UNI 11480:2016 integrate dalla Circolare Ministeriale 05.08.2013 n.4867 e dovranno risultare prodotte da Ditte in possesso del sistema di qualità in base alle norme europee della serie UNI/EN 29000.

In particolare le pellicole dovranno avere livello prestazionale di classe **RA2 (livello prestazionale base)** con durata di 10 anni, così come indicato nella norma UNI 11480:2016.

Dimensioni dei segnali – Per ciascuna tipologia dei segnali, le dimensioni corrispondono a quelle previste dal Regolamento per la categoria di strada in progetto:

DIMENSIONE NORMALE.

Pertanto, con riferimento a quelli più comuni, i segnali triangolari avranno lato di 90 cm e quelli circolari diametro di 60 cm.

N. B.- Nelle Tavole “Planimetria Segnaletica e Barriere di Sicurezza”, redatte in scala 1:500, i segnali verticali, per favorirne la leggibilità sono rappresentati fuori scala e, pertanto, il loro ingombro in planimetria non può essere rapportato a quello dei margini della piattaforma stradale.

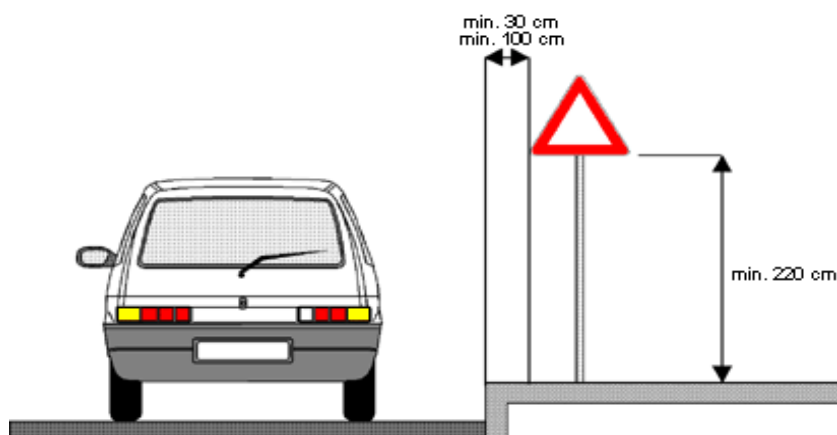
6.3. - INSTALLAZIONE DEI SEGNALE VERTICALI

Posizione dei segnali – LUNGO IL TRACCIATO I SEGNALE VERTICALI SONO INSTALLATI PREVALEMENTEMENTE, COME PREVISTO DAL REGOLAMENTO, SUL LATO DESTRO DELLA STRADA, SECONDO IL SENSO DI MARCIA.

In ogni caso, data la presenza di più corsie per senso di marcia, la segnaletica principale viene ubicata anche sul lato sinistro della strada, per favorire la sua percezione da parte di tutti gli utenti della strada. La distanza laterale tra il bordo verticale lato strada del segnale ed il ciglio esterno della banchina (anche in presenza di allargamento della stessa) è compreso tra $0,30 \div 1,00$ m (art. 81/2).

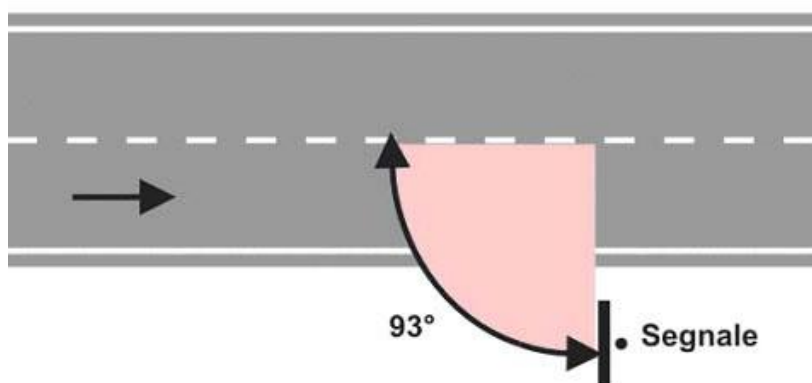
L'altezza dal suolo del bordo inferiore del segnale, o del pannello integrativo più basso, sarà compresa tra $0,60 \div 2,20$ metri (art. 81/5), rispettando il criterio di uniformità dell'altezza per quanto riguarda tutti i segnali dello stesso tipo.

I sostegni dei segnali sono collocati a distanza non inferiore a 0,50 m dal bordo esterno della banchina. In presenza di barriere i sostegni sono ubicati all'esterno ed a ridosso di queste, in modo che il segnale non sporga rispetto alle stesse, rispettando la distanza minima di 0,30 m sopra citata.



Schema ubicazione trasversale segnaletica verticale

Inclinazione dei pannelli – I pannelli installati lungo il margine esterno della piattaforma stradale dovranno risultare verticali e formare un angolo di 93° rispetto all'asse stradale, per ridurre possibili fenomeni di abbagliamento.



Schema ubicazione planimetrica segnaletica verticale

Sostegni e supporto dei segnali – Sono stati previsti sostegni e supporti in metallo, con le caratteristiche stabilite dai disciplinari approvati dal Ministero, adeguatamente protetti contro la corrosione. La loro sezione trasversale dovrà garantire la stabilità del segnale anche in condizioni ambientali avverse, ma *permettere la deformabilità del sostegno in caso d'urto*, se investito da eventuali veicoli in svio.

Per evitare la rotazione dei pannelli saranno adottati sostegni con sezione circolare muniti di dispositivi antirotazione.

Per ogni sostegno, di norma, si è previsto un solo segnale. Tuttavia, per ridurre l'intrusione visiva nell'ambiente stradale (e anche per evitare sovrapposizioni di immagini vicine nella visione prospettica dell'utente), nel caso in cui si è reso necessario segnalare più pericoli o prescrizioni nello stesso luogo, sono stati abbinati due segnali (al massimo) sullo stesso palo (art. 82/5).

7.0 - SEGNALETICA ORIZZONTALE

Per regolare la circolazione degli utenti nelle diverse situazioni stradali e per fornire prescrizioni o utili indicazioni per i comportamenti da osservare, il progetto prevede apposita segnaletica orizzontale costituita da: strisce longitudinali, strisce trasversali e iscrizioni.

Le strisce longitudinali, secondo quanto prevede il Regolamento per le strade urbane di scorrimento come quella in progetto, sono costituite da:

- strisce centrali di separazione dei sensi di marcia, della larghezza minima di 12 cm;
- strisce di margine della carreggiata, della larghezza minima di 15 cm.

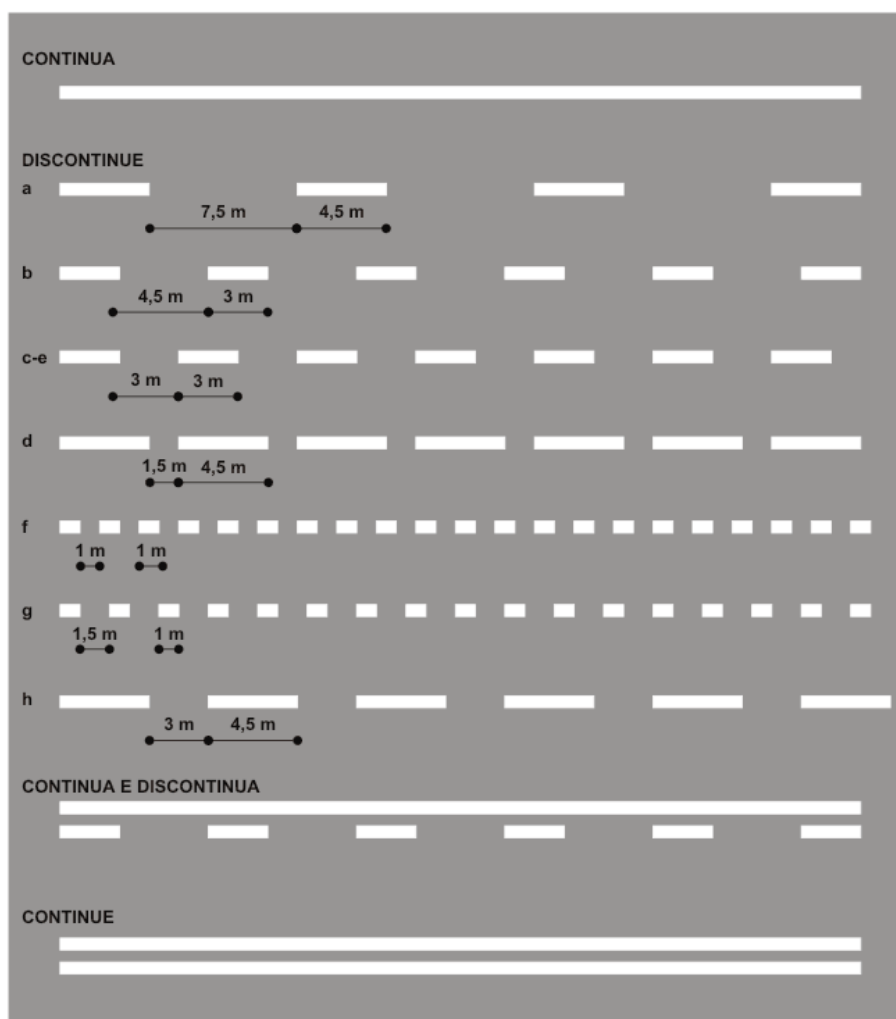
Le **strisce longitudinali di separazioni dei sensi di marcia** sono realizzate con vernice di colore bianco:

- con tratto continuo, nei casi in cui è vietato il loro superamento;
- con tratto discontinuo (cfr. figura seguente), nei casi in cui è ammesso il loro superamento. In questo caso, tenuto conto delle velocità locali predominanti, sarà adottata la striscia “*tipo c*” di figura, con tratto pieno di 3,00 m ed intervallo di 3,00 metri.

Le strisce di margine della carreggiata sono realizzate per metà della loro larghezza sulla banchina e per l'altra metà sulla corsia. Esse sono realizzate con tratto continuo, salvo in corrispondenza degli accessi.

In questi casi la striscia è realizzata secondo il “*tipo f*” di figura, con tratto pieno di 1,00 m ed intervallo di 1,00 m.

Tutta la segnaletica orizzontale è realizzata con materiali tali da renderla visibile, sia di giorno che di notte, anche in presenza di pioggia; inoltre, i materiali debbono essere antisdruciolevoli e non devono sporgere più di 3 mm dal piano della pavimentazione.



Segnaletica orizzontale

8.0 - SEGNALETICA INTEGRATIVA

Ad integrare la segnaletica stradale prevista dal **Nuovo Codice della strada** e dal suo **Regolamento di esecuzione e di attuazione**, illustrata nei paragrafi precedenti e negli elaborati grafici, è prevista l'introduzione di ulteriori elementi necessari ad impedire l'accesso ed il transito dei veicoli nei due punti di minimo del tracciato dell'asse 1B in caso di allagamento.

In particolare all'inizio dell'asse 1B verrà posizionata una lanterna semaforica a luce led rossa, attivabile in caso di necessità, completata con pannelli esplicativi.



Esempio di lanterna semaforica con indicazione sottopasso allagato

Lungo lo stesso asse, inoltre, in prossimità del ponte Pieragostini, verrà posizionato un pannello a messaggio variabile e luci led lampeggianti di colore giallo con la scritta “A SEMAFORO E LAMPEGGIANTI ATTIVI SOTTOPASSO ALLAGATO”.



Esempio di PMV con indicazione sottopasso allagato

9.0 - DISPOSITIVI DI RITENUTA

I dispositivi di ritenuta sono posti in opera al fine di realizzare per gli utenti della strada e per terzi esterni, eventualmente presenti, accettabili condizioni di sicurezza in rapporto alla configurazione della strada, garantendo, entro certi limiti, il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla piattaforma stradale.

Le barriere di sicurezza stradale e gli altri dispositivi di ritenuta devono essere in grado di assorbire parte dell'energia cinetica di cui è dotato il veicolo in movimento al momento dell'urto e limitare le conseguenze dell'urto sui passeggeri.

Il presente capitolo descrive i criteri e le scelte relative al progetto definitivo delle barriere di sicurezza stradali ed è redatto in conformità a quanto richiesto dall'art. 2 del Decreto 18/02/1992 n. 223, anche se l'asse in progetto ha una velocità di percorrenza inferiore ai 70 km/h.

Per incrementare la sicurezza degli utenti, si è ritenuto opportuno applicare alcuni criteri previsti nel citato decreto, installando tratti di barriere di sicurezza là dove necessario, infatti il citato art. 2 del Decreto 18/02/1992 n. 223 e s.m.i., individua le zone dell'infrastruttura stradale che devono essere obbligatoriamente protette:

- 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. Nei casi in cui la pendenza della scarpata sia inferiore a 2/3, la necessità di protezione dipende

dalla combinazione della pendenza e dell'altezza della scarpata, tenendo conto delle situazioni di potenziale pericolosità a valle della scarpata (presenza di edifici, strade, ferrovie, depositi di materiale pericoloso o simili);

- gli ostacoli fissi (frontali o laterali) che potrebbero costituire un pericolo per gli utenti della strada in caso di urto, quali pile di ponti, rocce affioranti, opere di drenaggio non attraversabili, alberi, pali di illuminazione e supporti per segnaletica non cedevoli, corsi d'acqua, ecc, ed i manufatti, quali edifici pubblici o privati, scuole, ospedali che, in caso di fuoriuscita o urto dei veicoli, potrebbero subire danni comportando quindi pericolo anche per i non utenti della strada.

In accordo al D.M. 18 febbraio 1992, n.223 e s.m.i. ed alle “Istruzioni tecniche sulla progettazione, l’omologazione e l’impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali” (D.M. 21 giugno 2004), il tipo di barriera di sicurezza prevista in progetto, con riferimento alla sua destinazione ed ubicazione, è la *barriera bordo ponte*.

Per quanto riguarda le zone da proteggere, in accordo ai criteri indicati dal predetto D.M. 21/06/2004, si ritiene che sia necessaria una specifica protezione:

- nei tratti in cui la strada risulta sostenuta da opere d’arte, quali strutture e muri di sostegno, ed in particolare nel tratto in affiancamento all’asse 1A (cfr. la Tavola di progetto “Planimetria Segnaletica e Barriere di Sicurezza”).

La classe delle barriere da impiegare ed il relativo livello di contenimento sono stati determinati (cfr. Tabella art. 6 del D.M. 21 giugno 2004) in rapporto al tipo di strada, alla velocità di progetto, al tipo di traffico previsto (TGM e percentuale di veicoli di massa superiore a 3.500 Kg). Detti parametri, per il caso in esame possono essere rappresentati come segue:

- *Tipo di strada*: Urbana di quartiere, a carreggiata unica a senso unico di marcia costituita da più corsie da 3,50 m e banchine di 1,00 m ciascuna
- *Velocità di progetto*: 40 Km /h;

Tipo di Traffico:

Si è considerato un traffico di tipo II, cioè con TGM > 1000 veicoli/giorno e percentuale di veicoli pesanti con massa superiore a 3,5t inferiore compresa tra il 5% ed il 15%.

I valori considerati sono da ritenersi coerenti con i livelli di traffico prevedibili, medi, per le strade urbane di quartiere di categoria E, pur avendo assimilato l'asse 1B ad una rampa di svincolo.

Gli interventi previsti in progetto ed il conseguente miglioramento funzionale di tutta la viabilità dell'area interessata dovrebbero favorire nuove relazioni di scambio così da raggiungere volumi (e composizione) di traffico caratteristici per la sezione di strada considerata.

Tipo di strade	Traffico	Destinazione		
		barriere spartitraffico	barriere bordo laterale	barriere bordo ponte ⁽¹⁾
Autostrade (A) e strade extraurbane principali (B)	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	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

In considerazione di ciò, le barriere scelte sono quelle di classe H2 bordo ponte per tutto il tratto dell'asse 1b interessato dall'installazione.

Particolare cura è stata posta nelle zone di inizio e fine dei dispositivi di ritenuta che, in conformità alla vigente normativa, devono essere muniti di terminali semplici e/o speciali. Il terminale speciale posto all'inizio del tratto installato potrà essere non previsto solo nel caso in cui venissero realizzate in contemporanea le opere del sub lotto 2.

Spazi di lavoro - Com'è noto, a seguito di un urto, la barriera in acciaio subisce deformazioni elasto-plastiche e/o spostamenti rigidi, le cui entità dipendono tra l'altro, dal tipo di barriera e dalle modalità di installazione. Durante le prove di omologazione sono misurate la deflessione dinamica D_n (definita come "il massimo spostamento dinamico trasversale del fronte del sistema di contenimento") e la larghezza utile W (ovvero "la distanza tra la posizione iniziale del fronte del sistema di contenimento e la massima posizione dinamica laterale di qualsiasi componente principale del sistema"), grandezze che consentono di determinare le condizioni più idonee per l'installazione delle barriere e gli spazi necessari per il loro corretto funzionamento.

La normativa in vigore individua otto classi dei livelli di larghezza utile, riportate nella seguente tabella:

Classe dei livelli di larghezza utile	Livelli di larghezza utile [m]
W1	$W1 \leq 0,6$
W2	$W2 \leq 0,8$
W3	$W3 \leq 1,0$
W4	$W4 \leq 1,3$
W5	$W5 \leq 1,7$
W6	$W6 \leq 2,1$
W7	$W7 \leq 2,5$
W8	$W8 \leq 3,5$

Con riferimento alle effettive condizioni di lavoro delle barriere, constatato lo spazio di deformazione libero a disposizione, verranno utilizzati dispositivi omologati di classe W4. (es. Barriera H2 AUTOSTRADE PER L'ITALIA S.P.A. BROH2BP4 certificato n.140 del 17/09/2009)

10.0 - PAVIMENTAZIONE DELLA CARREGGIATA

Il dimensionamento della sovrastruttura stradale previsto nel progetto esecutivo, non avendo a disposizione dati sul traffico in transito, è stato fatto con riferimento alle indicazioni del Bollettino Ufficiale CNR n° 178 anno XXIX “Catalogo delle pavimentazioni stradali” (scheda 6SR – Modulo resiliente del sottofondo 90 N/mm^2 – Numero passaggi veicoli commerciali 10.000.000) ed in analogia con i tratti di opera già realizzati si è scelto di mantenere il pacchetto stradale previsto nel progetto originario.

La pavimentazione di progetto della carreggiata è così composta:

- Fondazione: misto cementato cm 25;
- Strato di base: conglomerato bituminoso cm. 10;
- Strato di collegamento (binder): conglomerato bituminoso cm 5;
- Strato di usura: conglomerato bituminoso cm 5;

per uno spessore totale di 45 cm.

In ogni caso, per la verificare delle pavimentazioni, si è ricorso all’AASHTO INTERIM GUIDE, che è un metodo di calcolo che permette di ricavare il numero totale di passaggi di assi standard da 8,2 t che una pavimentazione riesce a sopportare prima di dover essere rifatta, definito dal valore del PSI (PRESENT SERVICE ABILITY INDEX).

Il livello di servizio di una pavimentazione è indicato tramite un indice numerico ricavato con leggi regressive dai dati dedotti dal monitoraggio di pavimentazioni esistenti, detto PSI.

Il PSI assume valori decrescenti nel tempo, compresi nell’intervallo da 5 a 0. Tuttavia il valore di PSI di una pavimentazione nuova non è quasi mai il suo valore massimo ma si può assumere pari a 4,5. Il valore di PSI finale coincide invece con la soglia minima di funzionalità accettata e varia con la tipologia di strada, per le urbane di scorrimento, alla quale è assimilato l’asse in progetto, il catalogo delle pavimentazioni italiano raccomanda un valore di 2,5.

Inoltre nel progetto del pacchetto di pavimentazione l’AASHTO INTERIM GUIDE introduce il concetto di affidabilità R ovvero un carattere probabilistico del dimensionamento, influenzato da molti fattori di natura variabile quali le caratteristiche meccaniche degli strati,

le proprietà dei materiali, i dati di traffico ed il clima. In altri termini la pavimentazione potrebbe arrivare al PSI finale prima del tempo stimato.

Nel metodo di dimensionamento l'affidabilità è espressa attraverso due valori, l' S_0 rappresenta la deviazione standard nella predizione del traffico e della prestazione attribuita alla pavimentazione, mentre Z_R è l'ascissa della distribuzione standard ridotta.

Per queste verifiche, attribuendo un'affidabilità R del 95% si hanno i seguenti valori:

- $Z_R = -1,645$;
- $S_0 = 0,45$.

Nel metodo di verifica ad ogni strato della pavimentazione (di spessore H_i espresso in mm) viene assegnato un coefficiente di struttura, che rappresenta il contributo dello strato alla prestazione complessiva della sovrastruttura.

Un ulteriore fattore viene introdotto per considerare gli effetti del drenaggio. Il contributo di ogni singolo strato alla prestazione complessiva della pavimentazione è dato dal prodotto dei 2 coefficienti a_i , d_i per il suo spessore H_i .

Normalmente si tiene conto del contributo dato dal sottofondo SNSG (structural number of subgrade) per mezzo del valore del modulo resiliente; in questo caso in analogia a quanto previsto nel "Catalogo delle pavimentazioni stradali" si può ipotizzare di raggiungere un valore di M_r pari a 90 MPa = 12.611 psi; tale valore corrisponde ad un valore del modulo di deformazione M_d , determinabile con una prova di carico su piastra circolare con diametro di 30 cm, pari a 45 N/mm².

I valori di corrispondenza utilizzati sono quelli noti in letteratura, partendo dal modulo resiliente M_r si determina il CBR corrispondente, $CBR\% = M_r/10 = 10\%$, e da questo si risale al modulo di deformazione, $M_d = CBR/0,2 = 45$ N/mm².

Nel caso in esame gli spessori ed i coefficienti utilizzati sono i seguenti:

Strato	Spessore strato s_i (mm)	Coeff. di spessore a_i	Coeff. drenaggio d_i
Fondazione in misto cementato	250	0,25	1
Base in conglomerato bituminoso	100	0,25	1
Collegamento in conglomerato bituminoso (binder)	50	0,36	1
Usura in conglomerato bituminoso	50	0,40	1

Ne risulta un indice di struttura SN pari a 15,47 cm, ovvero 6,0901 inch.

Con tali valori risulta:

- $\log_{10} W_{18} = 8,39004$
- $W_{18} = 245.493.435$

In ogni caso, a favore di sicurezza, si è ritenuto di non prendere in considerazione l'apporto del contributo dovuto dal sottofondo; ne risulta un indice di struttura SN pari a 12,56 cm, ovvero 4,9447 inch.

Con tali valori risulta:

- $\log_{10} W_{18} = 7,683213$
- $W_{18} = 48.218.371$

A questo punto il numero massimo di passaggi di assi dello stesso tipo sopportabile dalla sovrastruttura prima di raggiungere il livello di funzionalità stabilito PSI viene confrontato con il numero di assi equivalenti totali ipotizzabili nel corso della vita utile.

Viene quindi calcolato il numero teorico di assi convenzionali da 80 kN corrispondente al tipo di strada ed all'entità del traffico di progetto.

L'infrastruttura in progetto, data la natura dell'area interessata dall'asse viario, prettamente industriale/commerciale, per lo spettro di traffico di veicoli commerciali è stata equiparata ad una *strada extraurbana a forte traffico*):

Tipo veicolo commerciale	Percentuale %		Peso assi (ton)												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0,00%	Numero di assi distribuiti per peso	1	1											
2	13,10%		1,5		1										
3	39,50%					1				1					
4	10,50%						1						1		
5	7,90%					1				2					
6	2,60%							1				2			
7	2,60%					1				2	1				
8	2,50%							1				3			
9	2,60%					1				4					
10	2,50%							1			2	2			
11	2,60%					1				3		1			
12	2,60%							1			3		1		
13	0,50%						1							1	3
14	0,00%					1				1					
15	0,00%							1				1			
16	10,50%						1			1					

Tipo veicolo commerciale	Percentuale %		Frequenze parziali degli assi												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0,00%	Frequenze degli assi distribuiti per peso													
2	13,10%		19,65%		13,10%										
3	39,50%					39,50%				39,50%					
4	10,50%						10,50%						10,50%		
5	7,90%					7,90%				15,80%					
6	2,60%							2,60%				5,20%			
7	2,60%					2,60%				5,20%	2,60%				
8	2,50%							2,50%				7,50%			
9	2,60%					2,60%				10,40%					
10	2,50%							2,50%			5,00%	5,00%			
11	2,60%					2,60%				7,80%		2,60%			
12	2,60%							2,60%			7,80%		2,60%		
13	0,50%						0,50%							0,50%	1,50%
14	0,00%														
15	0,00%														
16	10,50%						10,50%			10,50%					

Il numero di assi standard (80 kN) per ogni 100 passaggi di veicoli commerciali risulta quindi pari a 233,47, come di seguito indicato:

Peso asse (ton)	Frequenza asse	Coefficiente equivalenza 4 ^a potenza	Transiti da 8 ton
1	19,65%	0,00024	0,00
2	0,00%	0,00391	0,00
3	13,10%	0,01978	0,26
4	55,20%	0,06250	3,45
5	21,50%	0,15259	3,28
6	10,20%	0,31641	3,23
7	0,00%	0,58618	0,00
8	89,20%	1,00000	89,20
9	15,40%	1,60181	24,67
10	20,30%	2,44141	49,56
11	13,10%	3,57446	46,83
12	0,50%	5,06250	2,53
13	1,50%	6,97290	10,46
TOTALE	213,90%	TOTALE	233,47

Si considerano come dati di input i seguenti valori:

- Traffico giornaliero medio TGM = 8.000 v/g
- Numero di giorni commerciali per settimana gg = 7
- Numero di settimane commerciali per anno sett. = 52
- Aliquota di traffico per la direzione più carica pd = 1
- Percentuale di veicoli commerciali p% = 10%
- Aliquota di veicoli commerciali sulla corsia di marcia normale pl = 1
- Coefficiente di dispersione delle traiettorie d = 0,80
- Numero medio di assi per veicolo commerciale na = 2,5
- Tasso di crescita traffico durante vita utile r = 3,0%
- Vita utile dell'infrastruttura n = 20 anni

Al passare dei 20 anni il numero complessivo dei passaggi di assi standard sulla sovrastruttura stradale risulta quindi pari a:

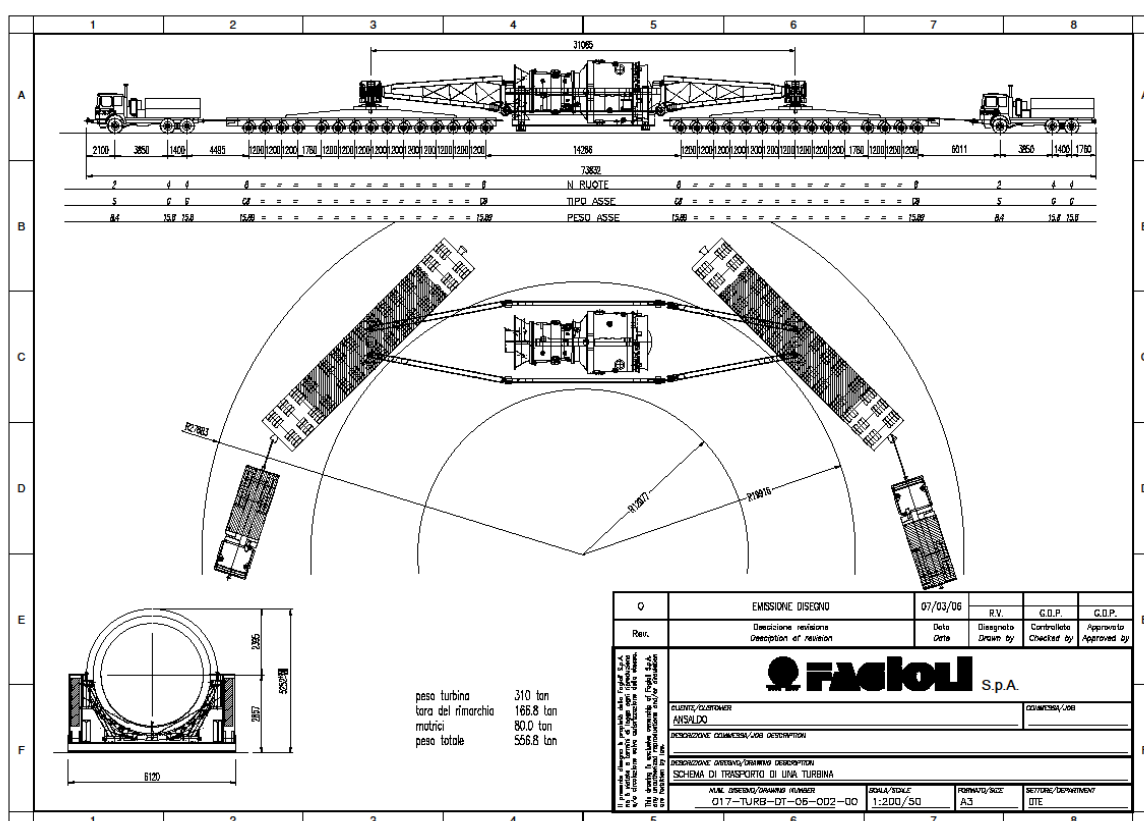
- $N_{80} \text{ kN} = \mathbf{14.614.341}$ (ESAL).

Pertanto la sovrastruttura prevista in progetto risulta in grado di sopportare il numero di passaggi di assi da 80 kN previsto per la durata della vita economica:

- $W_{18} = \mathbf{48.218.371} > N_{80} \text{ kN} = \mathbf{14.614.341}$.

11.0 - TRASPORTO MEZZO ECCEZIONALE ANSALDO

In progetto è stata verificata la compatibilità delle altezze a disposizione al disotto delle opere d'arte esistenti (ponte Pieragostini, ponte RFI e impalcato Strada Urbana di Scorrimento) e delle larghezze utili delle varie carreggiate costituenti il tracciato stradale in relazione al passaggio del mezzo eccezionale per il trasporto proveniente dalle officine dell'Ansaldo.



Scheda veicolo trasporto eccezionale Ansaldo

In relazione alle caratteristiche geometriche fornite dal produttore del mezzo eccezionale è stato commissionato alla società Transoft solution l'elaborazione del modello di trasporto da applicare al software Autoturn per la verifica degli ingombri in fase di manovra.