



Autostrada dei Fiori

Tronco A10: Savona – Ventimiglia (confine francese)

NUOVO SVINCOLO AUTOSTRADALE DI VADO LIGURE

CARREGGIATA SUD / CARREGGIATA NORD
Progr. Km 47+545

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO STRADALE
GENERALE
RELAZIONE TECNICA STRADALE

PROGETTISTA	RESPONSABILE INTEGRAZIONE ATTIVITÀ SPECIALISTICHE	IMPRESA	COMMITTENTE
Dott. Ing. Enrico GHISLANDI Ordine degli Ingegneri Provincia di Milano n° 16993	Dott. Ing. Enrico GHISLANDI Ordine degli Ingegneri Provincia di Milano n° 16993		Autostrada dei Fiori S.p.A. Via della Repubblica, 46 18100 Imperia (IM)

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTR.	APPROV.	RIESAME	DATA	SCALA
							Gennaio 2020	-
							N. Progr.	
B	Marzo 2021	Recepimento prescrizioni C.S.LL.PP. parere n°58/2020 - Adunanza del 19/11/2020	SINA	DT/OC	DT	DT		
A	Gennaio 2020	PRIMA EMISSIONE	SINA	DT/OC	DT	DT		

CODIFICA	PROGETTO	LIV	TRONCO	DOCUMENTO	REV	WBS
	P280	D	A10	CAS RT 001	B	A10IBT0001
						CUP
						I44E14000810005

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO	VISTO DELLA COMMITTENTE

INDICE

1. INTRODUZIONE.....	3
2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO STRADALE.....	5
2.1 PIATTAFORMA STRADALE E SEZIONI TIPO.....	6
2.2 ANDAMENTO PLANO-ALTIMETRICO DI PROGETTO.....	11
2.2.1 ANDAMENTO PLANIMETRICO	11
2.3 ANDAMENTO ALTIMETRICO	13
2.3.1 VERIFICHE DI CONGRUENZA CON LE NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....	17
3. PROGETTAZIONE DELLE INTERSEZIONI	18
3.1 CRITERI PROGETTUALI	18
3.1.1 ANALISI DI VISIBILITÀ.....	21
3.2 RAPPRESENTAZIONE DEI RISULTATI	22
3.3 CRITERI PER IL DIMENSIONAMENTO DELLE CORSIE SPECIALIZZATE	22
3.3.1 CORSIE DI DIVERSIONE (O DI USCITA)	22
3.3.2 CORSIE DI IMMISSIONE (O DI ENTRATA)	23
3.3.3 CONCLUSIONI	24
4. BARRIERE DI SICUREZZA	26
4.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	26
4.2 DEFINIZIONE DEI TIPI E CLASSI DI DISPOSITIVI DI RITENUTA	27
4.2.1 BARRIERE LONGITUDINALI	27
4.2.2 ATTENUATORI FRONTALI.....	29
4.2.3 SEVERITA' DEGLI URTI	30
4.3 PRESENZA DEGLI OSTACOLI.....	31
4.4 ELEMENTI DI PROTEZIONE COMPLEMENTARI	31
4.4.1 TRANSIZIONI	31
4.4.2 TERMINALI	32
5. ALLEGATI.....	33

1. INTRODUZIONE

La presente relazione viene redatta nell'ambito del Progetto Definitivo del "Nuovo casello autostradale" e del relativo svincolo da realizzarsi lungo la "Autostrada dei Fiori" A10 in provincia di Savona, nel Comune di Vado Ligure; nel medesimo studio sono compresi gli interventi di collegamento con la viabilità locale di Vado Ligure e l' "Aurelia bis", collegata con il Nuovo casello di Vado Ligure.

La nuova infrastruttura, per la sua ubicazione strategica a monte del centro abitato, si pone come obiettivo la connessione delle attigue aree industriali, della "Aurelia bis" e del bacino portuale di Vado Ligure, della Strada di "Scorrimento" per Savona e del tessuto cittadino senza prevedere alcuna modifica alla rete viaria. Il nuovo elemento infrastrutturale non genererà aggravii alle condizioni di percorrenza dell'attuale sistema viario urbano e extraurbano, ma anzi migliorerà le condizioni di percorrenza e di impatto ambientale dell'attuale rete stradale riducendo significativamente i volumi di traffico, specie pesante, proveniente dalle infrastrutture portuali.



La progettazione riguarda tutte le opere necessarie per la realizzazione della suddetta infrastruttura; per una descrizione dettagliata delle scelte progettuali che ne stanno alla base e che ne hanno portato alla definizione si rimanda alla Relazione Illustrativa ed agli elaborati grafici.

Nella presente relazione si riportano i dimensionamenti e le verifiche degli elementi plano-altimetrici del tracciato, sulla base dei dettami della Normativa cogente nonché l'analisi della sicurezza.

La soluzione individuata, oggetto della presente progettazione, è stata definita nel rispetto del quadro normativo di riferimento. In particolare, la progettazione del piazzale di esazione e delle rampe di svincolo è conforme a quanto previsto dal *D.M. 05/11/01 n. 6792* "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", dal *D.M.22/04/04* Modifica del decreto 05/11/01 n. 6792, dal *D.Lgs. 30/04/92 n. 285* e successive modificazioni "Nuovo codice della strada", nonché dal *D.M. LL.PP. 19/04/06* "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali".

Nel documento sono descritte le caratteristiche stradali del progetto di e illustrate le verifiche condotte per valutare la congruenza con le indicazioni contenute nelle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" (Decreto Ministero del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 19/04/2006) per quanto riguarda i rami di svincolo autostradale

Relativamente al nuovo ponte e Bossarino e l'adeguamento in sede delle viabilità in approccio alla rotonda Bossarino e al collegamento con l'Aurelia Bis il DM del 5.11.2001 risulta non cogente per l'intervento in oggetto ai sensi del DM 22.04.04, in quanto trattasi di adeguamento di un'infrastruttura esistente. Gli adeguamenti delle intersezioni esistenti sono stati sviluppati prendendo a riferimento il DM del 19/04/2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" come previsto dall'articolo 2 comma 3 del decreto medesimo.

2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO STRADALE

Il nuovo svincolo ricalca lo schema del Progetto di Fattibilità e si configura con uno schema a trombetta con attraversamento dell'autostrada A10 in sottopasso. Le rampe del tipo diretto, semi-diretto e indiretto sono le seguenti:

- Ramo “Casello -Ventimiglia”, rampa semidiretta, con piattaforma monodirezionale;
- Ramo “Genova-casello”, rampa indiretta, con piattaforma bidirezionale;
- Ramo “Ventimiglia-casello”, rampa diretta, con piattaforma monodirezionale;
- Ramo “Casello-Genova”, rampa diretta, con piattaforma monodirezionale.

Il collegamento tra il Casello e la Vado Ligure ricalca l'alternativa progettuale n.2 del Progetto di Fattibilità e in particolare prevede:

- la connessione diretta con il viadotto esistente “Aurelia Bis” – di primaria importanza per il traffico per il Porto di Vado Ligure;
- la connessione alla rotatoria Bossarino con due rampe monodirezionali che si ricongiungono in approccio alla viabilità esistente.

La connessione tra il Casello e la rotatoria Bossarino comporta la riconfigurazione dell'area a parcheggio della Motorizzazione Civile, dove è prevista una riorganizzazione funzionale degli stalli per i mezzi pesanti e delle vetture.

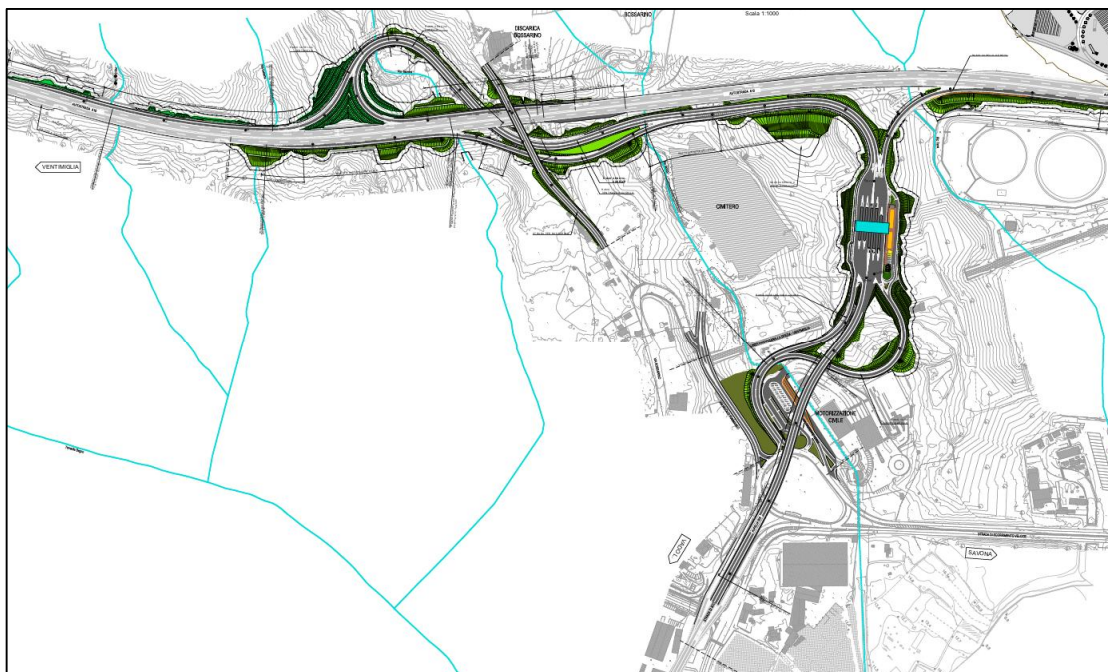


Figura 2-1: Planimetria di progetto

La collocazione del coppia di svincolo comporta il rifacimento del “Ponte Strada Bossarino” che connette la Discarica a monte dell’A10 sul lato ponente rispetto alla posizione attuale per garantirne la piena funzionalità durante i lavori e l’adeguamento della viabilità Nicola Tommaseo per garantire l’inserimento della rampa bidirezionale Casello-Vado Ligure.

Per l’attuale “Ponte Termini” è invece prevista la sola demolizione senza rifacimento in quanto, di concerto con le Autorità locali, tale percorso è in disuso.

2.1 PIATTAFORMA STRADALE E SEZIONI TIPO

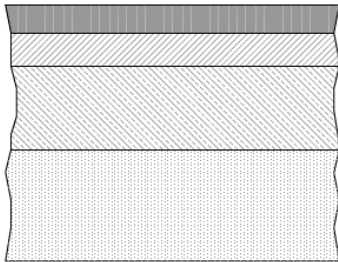
Per la realizzazione delle rampe monodirezionali e bidirezionali sono state previste carreggiate con geometria conforme a quanto previsto dal *DM 19/04/2006*.

Considerati i vincoli ambientali e morfologici attesi, si sono dovute prevedere varie sezioni tipo in aggiunta alle tradizionali “a trincea” ed “a mezza costa”.

La sezione tipo monodirezionale prevede una piattaforma di 6.50 metri di larghezza, organizzata con una corsia di 4.00 m di larghezza, una banchina in sinistra di dimensioni minime pari a 1,00 m e banchina in destra di 1,50 m.

La sezione tipo bidirezionale, utilizzata per collegare il piazzale del casello a monte con il cappio di svincolo e a valle con l'”Aurelia bis”, prevede una piattaforma di 10.50 metri di larghezza, organizzata con due corsie di 3,75 m di larghezza, e due banchine da 1.50 m al netto di eventuali, necessari allargamenti per la visibilità.

Il pacchetto di pavimentazione prevede:

	Strato di usura in conglomerato bituminoso drenante	5 cm
	Strato di collegamento (binder) in conglomerato bituminoso	6 cm
	Strato di base in conglomerato bituminoso	15 cm
	Strato di fondazione in misto granulare stabilizzato	20 cm
TOTALE.....		46 cm

Si precisa che lo strato di usura drenante è previsto solo sulle rampe di connessione con l'autostrada A10.

L'elemento di margine è costituito da un arginello inerbito di larghezza pari a 1,30 metri con cunetta alla francese nei tratti in trincea e cordolo bituminoso nei tratti in rilevato.

Per la formazione del rilevato è previsto uno scotico superficiale di 30 cm e una bonifica di spessore 20 cm qualora non sia garantita una portanza sufficiente del sottofondo, nonché una gradonatura nei tratti di affiancamento ai rilevati esistenti.

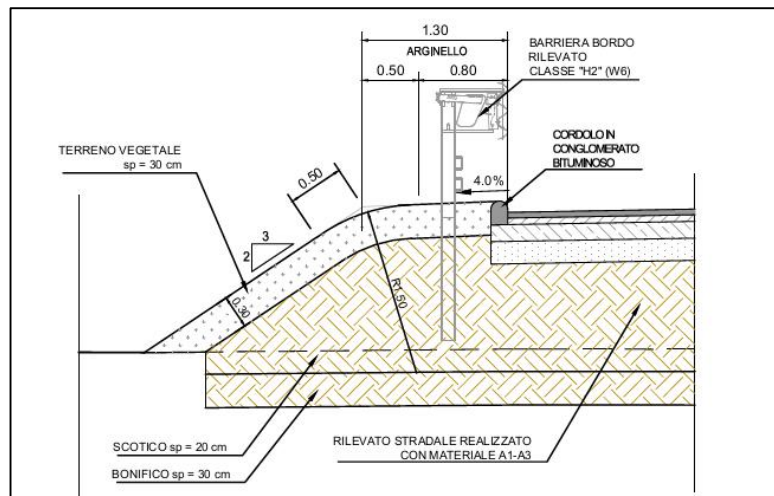


Figura 2-2: Particolare arginello

Le scarpate nei tratti in rilevato e in trincea hanno pendenza 2/3 con banche di riposo ogni sei e tre metri rispettivamente con inerbimento superficiale costituito da una coltre di terreno vegetale spessa 30 cm.

In relazione alle caratteristiche geotecniche dei materiali esistenti sono previsti interventi di sistemazione delle scarpate di progetto compatibili con gli interventi già attuati nel territorio, e suddivisi in base alla litologia di scavo/rilevato nelle seguenti tre tipologie:

- **Tipologia A** - Biostuoia e rinverdimento. Questa tipologia è stata scelta perché il materiale da rilevato che non necessita di un'opera di protezione aggiuntiva, in quanto il materiale è lavorato in sito e possiede determinate caratteristiche per mantenere la pendenza progettata.
- **Tipologia B** - Biostuoia, palizzata e rinverdimento. Questa tipologia è stata progettata in corrispondenza degli scavi effettuati nei depositi pleistocenici. Dato che le attuali scarpate in questi depositi presentano un certo grado di erosione, l'aiuto della palificata serve a spezzare il cammino dell'acqua lungo la pendenza. Questa tipologia è prescritta in tutte le aree aventi le sopracitate caratteristiche tranne l'area in corrispondenza dell'attuale trincea in prossimità del cimitero Bossarino, in cui la pendenza è talmente blanda che è consigliabile solamente l'installazione della biostuoia.
- **Tipologia C** - Chiodi, rete e biostuoia e rinverdimento. Questa tipologia è stata progettata in corrispondenza degli scavi effettuati nei metasedimenti permiani ed è pressoché analoga agli interventi di sistemazione delle scarpate attuali. Questo tipo d'intervento è stato progettando tenendo conto che questa litologia è alterata in superficie e lievemente a franapoggio, necessita di una rete con una chiodatura.

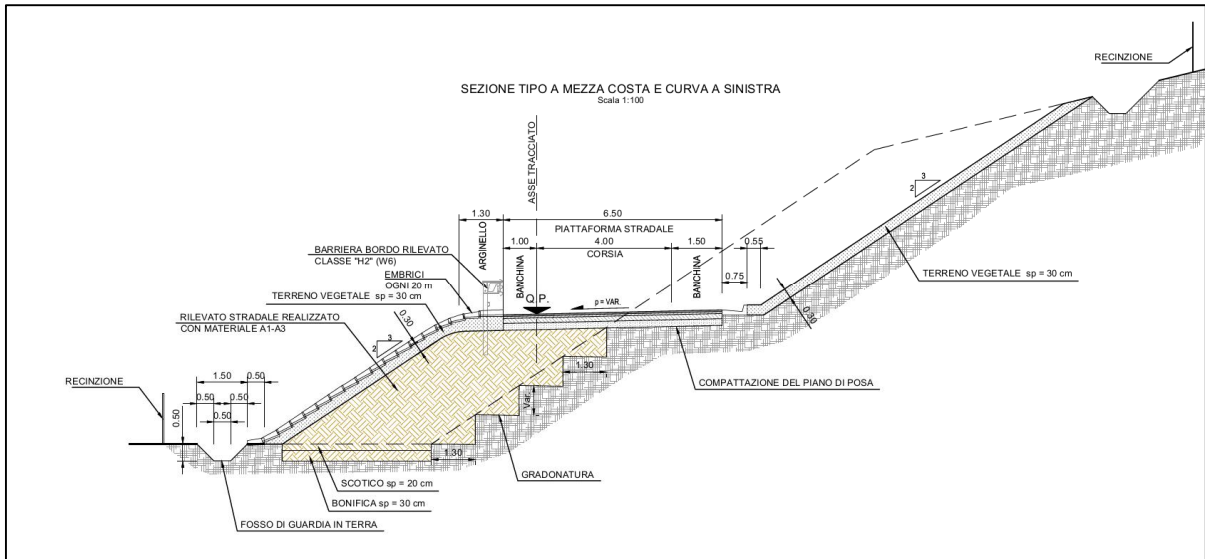


Figura 2-3 : Sezione tipo rampa monodirezionale - sezione tipo in mezzacosta

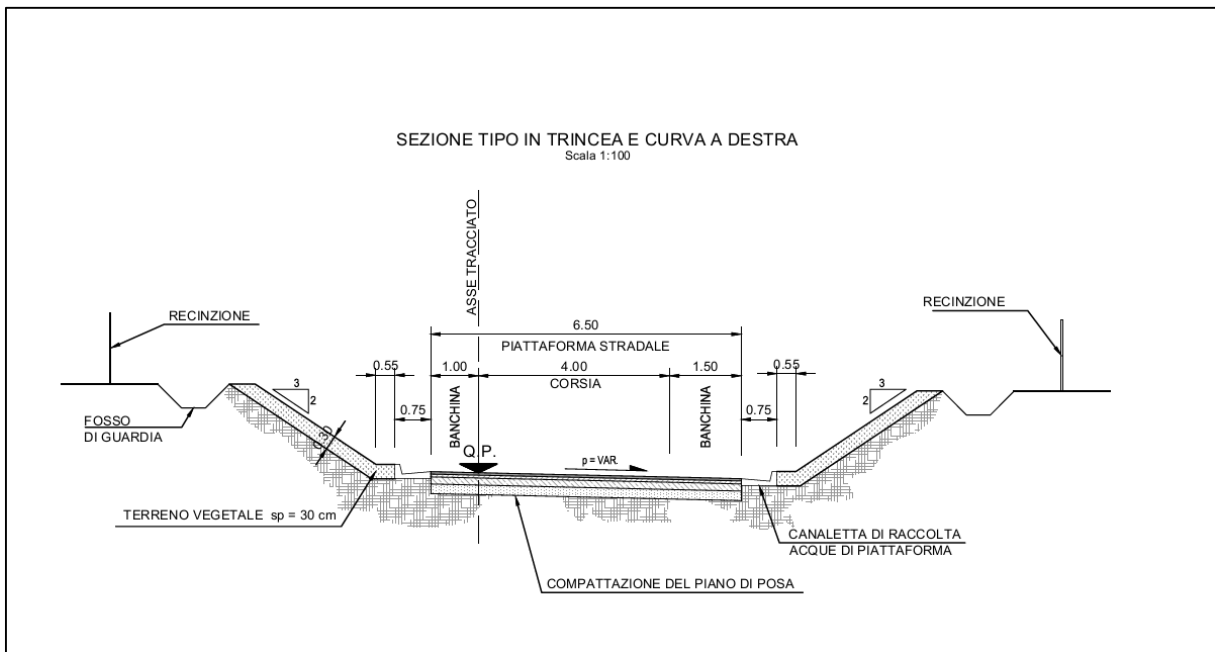


Figura 2-4 : Sezione tipo rampa monodirezionale - sezione tipo in trincea

Laddove necessario ai fini del pre-sostegno dei fronti di scavo e/o della salvaguardia di viabilità preesistenti a monte, sono previsti muri di controripa con preventiva realizzazione di paratie di micropali tirantate; invece per il sostegno del rilevato stradale, ove per acclività/limitatezza di spazi disponibili o comunque ai fini di un minor ingombro non si realizza la tradizionale scarpata, verranno disposti dei muri prefabbricati.

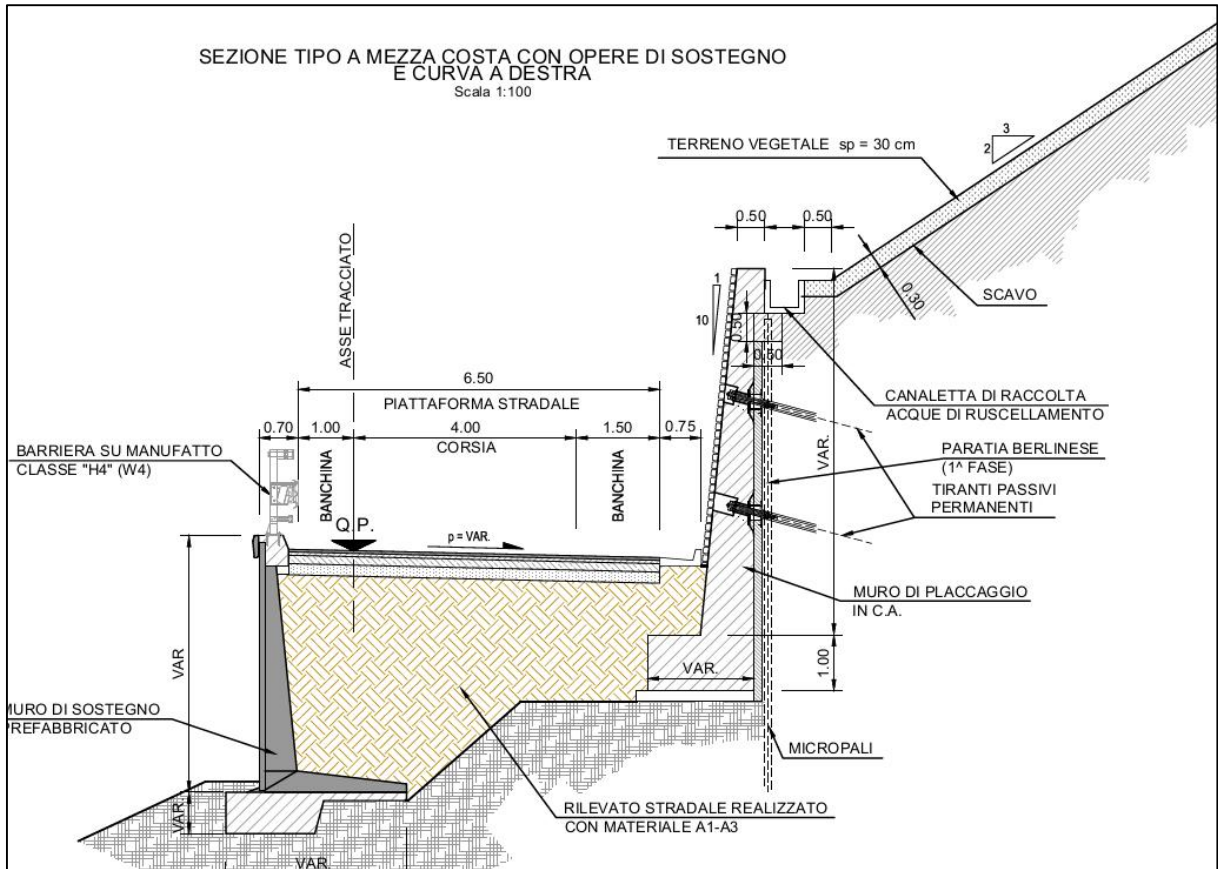


Figura 2-5 : Sezione tipo con opere di sostegno

Differenti e particolari sezioni tipo risultano quelle definite per problematiche di impatto acustico relativamente al tratto iniziale della rampa bidirezionale di collegamento tra la viabilità locale (“rotatoria” posta al termine della Strada di Scorrimento per Savona) ed il piazzale del casello e del viadotto di collegamento con l’Aurelia Bis”, con l’adozione di una barriera stradale integrata con una barriera fonoassorbente.

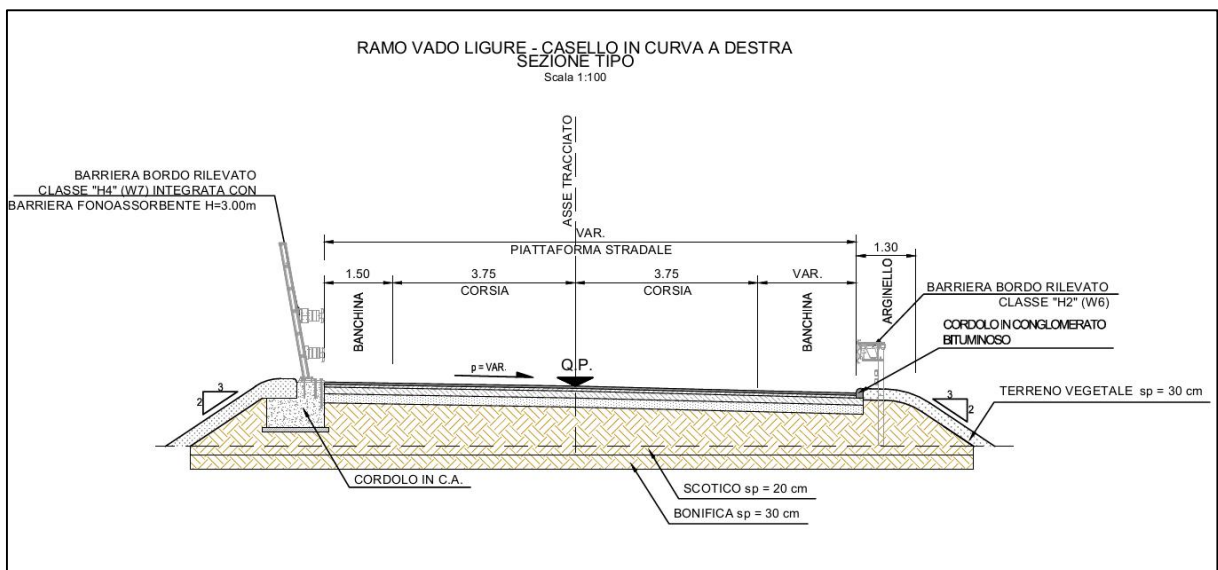


Figura 2-6 : Rampa Vado Ligure - Casello con barriera acustica integrata

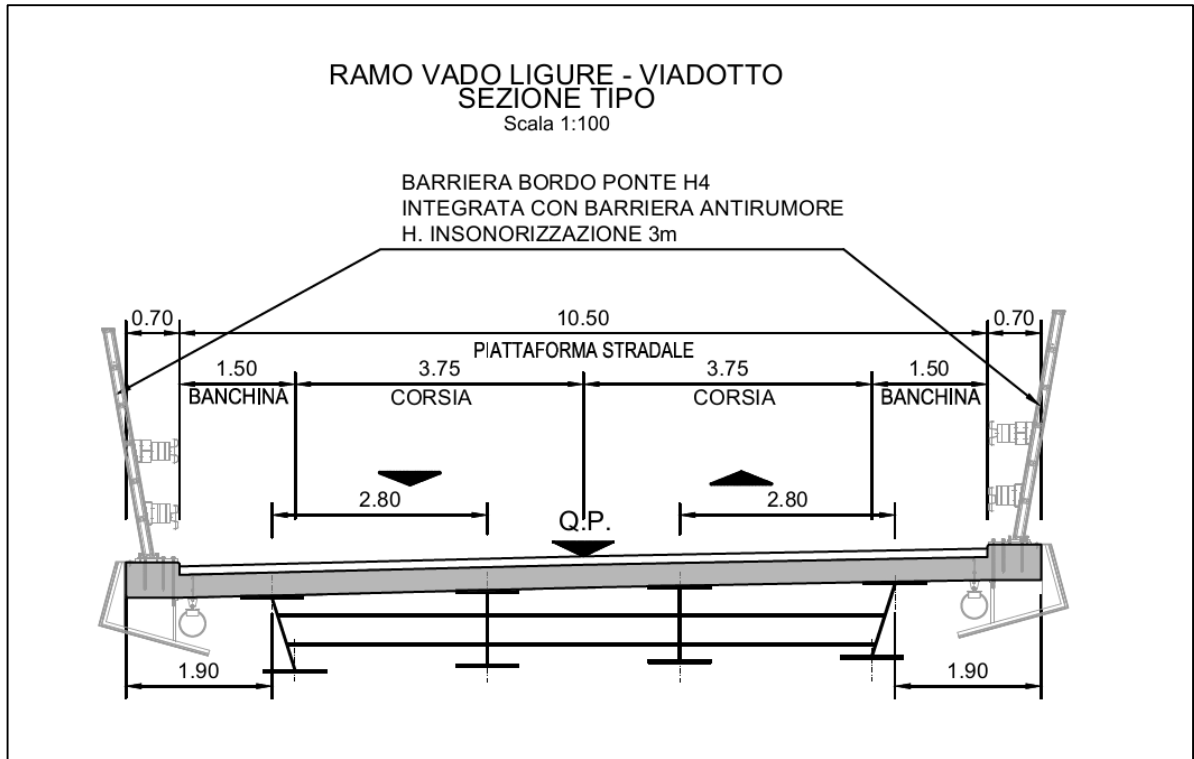


Figura 2-7 : Rampa Aurelia Bis - Casello con barriera acustica integrata h=3 m

2.2 ANDAMENTO PLANO-ALTIMETRICO DI PROGETTO

I tracciati delle rampe sono fortemente vincolati dall'orografia complessa del territorio e delle infrastrutture esistenti che hanno imposto di adottare in taluni casi le livellette massime in relazione alla categoria stradale al fine di ridurre i movimenti terra e di pari passo le opere d'arte.

Il tracciato dell'A10 nel tratto di intervento compreso tra il viadotto Celesia e l'area di servizio Valleggia Nord è stato ricostruito sulla base dei rilievi celerimetrici dei cigli autostradali esistenti e dei disegni di contabilità (as built) relativi ai lavori di costruzione eseguiti alla fine degli anni Sessanta.

2.2.1 ANDAMENTO PLANIMETRICO

Nelle Tabelle successive, per ogni tracciato analizzato, vengono sintetizzate le caratteristiche degli elementi planimetrici che compongono le rampe autostradali.

RAMO CASELLO – VENTIMIGLIA								
Elem.	Progr Inizio (m)	Progr Fine (m)	Lung. (m)	Tipo Elem.	Param.	Verso	pt (%)	Vp (Km/h)
1	0.000	0.000	0.000	arco	-	Sx	7.0	41.89
2	0.000	50.042	50.042	clotoide flesso e.	50.02	Sx	0.0	40.00
3	50.042	83.403	33.361	clotoide flesso u.	50.02	Dx	0.0	40.00
4	83.403	120.356	36.953	arco	-	Dx	-7.0	49.81
5	120.356	183.171	62.815	clotoide continuità	72.12	Dx	0.0	51.97
6	183.171	311.290	128.120	arco	-	Dx	-2.5	60.00
7	311.290	361.192	49.901	arco	-	Dx	-2.5	60.00
8	361.192	410.537	49.346	arco	-	Dx	-2.5	60.00
9	410.537	501.675	91.138	rettifilo	-		-2.5	96.00

RAMO GENOVA – CASELLO								
Elem.	Progr Inizio (m)	Progr Fine (m)	Lung. (m)	Tipo Elem.	Param.	Verso	pt (%)	Vp (Km/h)
1	0.000	26.565	26.565	rettifilo	0.00		-2.5	120.00
2	26.565	173.898	147.333	arco	0.00	Sx	-2.5	40.00
3	173.898	210.000	36.102	rettifilo	0.00		-2.5	57.55
4	210.000	258.864	48.863	clotoide	49.43	Dx	0.0	40.00
5	258.864	414.477	155.613	arco	0.00	Dx	-6.3	40.00
6	414.477	464.477	50.000	clotoide	50.00	Dx	0.0	40.00
7	464.477	514.475	49.998	rettifilo	0.00		-2.5	40.00
8	514.475	581.275	66.800	clotoide	81.73	Sx	0.0	40.00
9	581.275	638.426	57.152	arco	0.00	Sx	7.0	56.10
10	638.426	694.676	56.250	clotoide	75.00	Sx	0.0	40.00
11	694.676	704.202	9.525	rettifilo	0.00		-2.5	40.00
12	704.202	733.102	28.900	clotoide	85.00	Dx	0.0	40.00
13	733.102	761.559	28.457	arco	0.00	Dx	-4.3	60.00
14	761.559	790.459	28.900	clotoide	85.00	Dx	0.0	40.00
15	790.459	922.434	131.976	rettifilo	0.00		-2.5	40.00
16	922.434	990.449	68.014	clotoide	69.00	Dx	0.0	40.00
17	990.449	1064.527	74.079	arco	0.00	Dx	-7.0	48.38
18	1064.527	1094.756	30.229	clotoide	46.00	Dx	0.0	40.00
19	1094.756	1119.216	24.460	rettifilo	0.00		-2.5	40.00



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Relazione Tecnica Stradale

RAMO VENTIMIGLIA-CASELLO

Elem.	Progr Inizio (m)	Progr Fine (m)	Lung. (m)	Tipo Elem.	Param.	Verso	pt (%)	Vp (Km/h)
1	0.000	91.852	91.852	arco	843.165	Sx	2.50	120
2	91.852	230.169	138.317	clotoide	341.502			120
3	230.169	230.461	0.292	rettifilo	0.000		2.50	60
4	230.461	258.485	28.024	clotoide	68.000			60
5	258.485	301.143	42.658	arco	165.000	Dx	5.65	60
6	301.143	334.781	33.638	clotoide	74.500			60
7	334.781	346.447	11.666	rettifilo	0.000		2.50	60
8	346.447	401.919	55.472	clotoide	76.500			60
9	401.919	441.900	39.981	arco	105.500	Sx	7.00	57
10	441.900	478.808	36.908	clotoide	62.400			60
11	478.808	488.452	9.644	rettifilo	0.000		2.50	60
12	488.452	513.695	25.242	clotoide	67.500			60
13	513.695	555.585	41.890	arco	180.500	Dx	5.34	60
14	555.585	580.752	25.168	clotoide	67.400			58
15	580.752	679.167	98.414	rettifilo	0.000		2.50	53

RAMO CASELLO-GENOVA

Elem.	Progr Inizio (m)	Progr Fine (m)	Lung. (m)	Tipo Elem.	Param.	Verso	pt (%)	Vp (Km/h)
1	0.000	51.447	51.447	rettifilo	0.000		2.50	43
2	51.447	94.159	42.712	clotoide	62.001			54
3	94.159	169.973	75.813	arco	90.000	Dx	7.00	54
4	169.973	259.973	90.000	clotoide	90.000			66
5	259.973	264.689	4.716	rettifilo	0.000		2.50	67
6	264.689	318.443	53.754	arco	0.000	Dx	2.50	96
7	318.443	418.331	99.887	rettifilo	0.000		2.50	96
8	418.331	495.730	77.400	arco	0.000	Dx	2.50	96
9	495.730	562.000	66.270	rettifilo	0.000		2.50	96

RAMO AUREALIA BIS – CASELLO

Elem.	Progr Inizio (m)	Progr Fine (m)	Lung. (m)	Tipo Elem.	Param.	Verso	pt (%)	Vp (Km/h)
1	0.000	155.820	155.820	rettifilo	0.000		-2.50	60
2	155.820	216.723	60.903	clotoide	146.000		0.00	60
3	216.723	245.858	29.134	arco	350.000	Sx	3.49	60
4	245.858	284.778	38.920	clotoide flesso e	116.714		0.00	60
5	284.778	331.378	46.600	clotoide flesso u	97.261		0.00	60
6	331.378	379.944	48.567	arco	203.000	Dx	4.95	60
7	379.944	403.162	23.217	clotoide flesso e	68.652		0.00	60
8	403.162	435.621	32.460	clotoide flesso u	62.411		0.00	60
9	435.621	473.648	38.027	arco	120.000	Sx	6.93	60
10	473.648	511.056	37.408	clotoide	67.000		0.00	45
11	511.056	538.638	27.582	rettifilo	0.000		-2.50	36

RAMO VADO L. – CASELLO

Elem.	Progr Inizio (m)	Progr Fine (m)	Lung. (m)	Tipo Elem.	Param.	Verso	pt (%)	Vp (Km/h)
1	-5.050	34.296	39.346	rettifilo	0.000		-2.50	41
2	34.296	67.237	32.941	clotoide	39.556			45
3	67.237	151.982	84.745	arco	0.000	Dx	7.00	41
4	151.982	198.786	46.804	clotoide flesso e	47.151			50
5	198.786	245.589	46.804	clotoide flesso u	47.151			50
6	245.589	321.969	76.379	arco	0.000	Sx	7.00	41
7	321.969	368.100	46.131	clotoide flesso e	46.811			49
8	368.100	403.353	35.253	clotoide flesso u	40.705			45
9	403.353	416.812	13.460	arco	0.000	Dx	7.00	41
10	416.812	425.000	8.188	rettifilo	0.000		-2.50	32



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Relazione Tecnica Stradale

RAMO CASELLO - VADO L.

Elem.	Progr Inizio (m)	Progr Fine (m)	Lung. (m)	Tipo Elem.	Param.	Verso	pt (%)	Vp (Km/h)
1	0.000	56.864	56.864	rettifilo	0.000		2.50	45
2	56.864	92.783	35.919	clotoide	47.000			50
3	92.783	124.912	32.129	arco	61.500	Dx	7.00	46
4	124.912	163.351	38.439	clotoide flessio e	48.621			50
5	163.351	210.263	46.912	clotoide flessio u	47.205			50
6	210.263	211.263	1.000	arco	47.500	Sx	7.00	41

2.3 ANDAMENTO ALTIMETRICO

La pendenza longitudinale delle livellette nel tratto in esame risulta sempre inferiore al valore massimo indicato dalla normativa che prescrive per le rampe di non superare la pendenza del 5% / 6%.

Nelle Tabelle successive, per ogni rampa vengono riassunte le caratteristiche degli elementi altimetrici che compongono le rampe di svincolo autostradale e di collegamento Casello-Vado Ligure.

RAMO CASELLO - VENTIMIGLIA

VERTICI

N	Prog.	Quota	Parziale	i (%)	Dislivello	Lunghezza
0	0.00	54.37	0.00	0.00	0.00	0.00
1	81.35	59.30	81.35	6.06	4.93	81.50
2	324.41	66.24	243.06	2.85	6.93	243.16
3	501.68	68.19	177.27	1.10	1.95	177.28

RACCORDI

N	Rv	Δi (%)	Progr Inizio (m)	Progr Fine (m)	Lung. (m)	i1 (%)	i2 (%)
1	3'000	-3.21	33.20	129.50	96.40	6.06	2.85
2	20'236	-1.75	147.17	501.65	354.56	2.85	1.10

RAMO GENOVA - CASELLO

VERTICI

N	Prog.	Quota	Parziale	i (%)	Dislivello	Lunghezza
0	0.00	50.96	0.00	0.00	0.00	0.00
1	287.57	59.00	287.57	2.80	8.04	287.68
2	499.00	46.32	211.43	-6.00	-12.69	211.81
3	655.95	45.53	156.96	-0.50	-0.78	156.96
4	750.24	46.00	94.29	0.50	0.47	94.29
5	841.08	51.45	90.83	6.00	5.45	91.00
6	943.47	47.35	102.39	-4.00	-4.10	102.47
7	1069.19	39.81	125.72	-6.00	-7.54	125.94
8	1119.27	39.16	50.08	-1.30	-0.65	50.08

RACCORDI

N	Rv	Δi (%)	Progr Inizio (m)	Progr Fine (m)	Lung. (m)	i1 (%)	i2 (%)
1	1'000	-8.80	243.59	331.55	88.00	2.80	-6.00
2	1'300	5.50	463.25	534.75	71.55	-6.00	-0.50
3	5'000	1.00	630.95	680.95	50.00	-0.50	0.50
4	1'300	5.50	714.49	785.99	71.55	0.50	6.00
5	1'050	-10.00	788.57	893.59	105.07	6.00	-4.00
6	1'000	-2.00	933.48	953.46	20.01	-4.00	-6.00
7	800	4.70	1050.39	1087.99	37.63	-6.00	-1.30



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Relazione Tecnica Stradale

RAMO VENTIMIGLIA - CASELLO

VERTICI

N	Prog.	Quota	Parziale	i (%)	Dislivello	Lunghezza
0	-0.04	63.59	0.00	0.00	0.00	0.00
1	41.25	62.51	41.29	-2.62	-1.08	41.31
2	71.20	61.75	29.95	-2.52	-0.75	29.96
3	111.42	60.64	40.22	-2.78	-1.12	40.23
4	158.86	59.21	47.45	-3.02	-1.43	47.47
5	200.61	58.01	41.75	-2.85	-1.19	41.77
6	238.69	56.75	38.08	-3.32	-1.26	38.10
7	269.46	55.82	30.77	-3.04	-0.93	30.78
8	474.54	43.51	205.07	-6.00	-12.30	205.44
9	605.31	51.36	130.77	6.00	7.85	131.01
10	679.17	48.40	73.86	-4.00	-2.96	73.92

RACCORDI

N	Rv	Δi (%)	Progr Inizio (m)	Progr Fine (m)	Lung. (m)	i1 (%)	i2 (%)
1	0	0.10	41.25	41.25	0.00	-2.62	-2.52
2	0	-0.26	71.20	71.20	0.00	-2.52	-2.78
3	0	-0.24	111.42	111.42	0.00	-2.78	-3.02
4	0	0.16	158.86	158.86	0.00	-3.02	-2.85
5	0	-0.46	200.61	200.61	0.00	-2.85	-3.32
6	0	0.28	238.69	238.69	0.00	-3.32	-3.04
7	500	-2.96	262.06	276.87	14.83	-3.04	-6.00
8	1'215	12.00	401.64	547.44	145.89	-6.00	6.00
9	1'050	-10.0021	552.7997	657.8214	105.1	6.00	-4.0

RAMO CASELLO - GENOVA

VERTICI

N	Prog.	Quota	Parziale	i (%)	Dislivello	Lunghezza
0	11.43	38.82	0.00	0.00	0.00	0.00
1	93.89	39.89	82.46	1.30	1.07	82.47
2	192.39	38.80	98.50	-1.10	-1.08	98.50
3	257.60	37.04	65.21	-2.70	-1.76	65.24
4	277.28	36.59	19.68	-2.29	-0.45	19.69
5	299.50	35.95	22.22	-2.88	-0.64	22.23
6	370.61	34.05	71.11	-2.68	-1.91	71.13
7	399.47	33.29	28.86	-2.62	-0.76	28.87
8	440.37	32.35	40.90	-2.29	-0.94	40.91
9	509.79	30.80	69.42	-2.25	-1.56	69.43
10	534.8649	30.1962	25.0773	-2.3878	-0.5988	25.0844
11	560.0596	29.6811	25.1947	-2.0444	-0.5151	25.2
12	577.7823	29.1672	17.7228	-2.8998	-0.5139	17.7302
13	602.6061	28.876	24.8237	-1.173	-0.2912	24.8254

RACCORDI

N	Rv	Δi (%)	Progr Inizio (m)	Progr Fine (m)	Lung. (m)	i1 (%)	i2 (%)
1	2'000	-2.40	69.89	117.89	48.00	1.30	-1.10
2	3'000	-1.60	168.39	216.39	48.01	-1.10	-2.70
3	0	0.41	257.60	257.60	0.00	-2.70	-2.29
4	0	-0.60	277.28	277.28	0.00	-2.29	-2.88
5	0	0.20	299.50	299.50	0.00	-2.88	-2.68
6	0	0.06	370.61	370.61	0.00	-2.68	-2.62
7	0	0.33	399.47	399.47	0.00	-2.62	-2.29
8	0	0.04	440.37	440.37	0.00	-2.29	-2.25
9	0	-0.1418	509.7876	509.7876	0.0	-2.25	-2.4
10	0	0.3434	534.8649	534.8649	0.0	-2.3878	-2.0
11	0	-0.8554	560.0596	560.0596	0.0	-2.0444	-2.9
12	0	1.7268	577.7823	577.7823	0.0	-2.8998	-1.2



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Relazione Tecnica Stradale

RAMO AURELIA BIS - CASELLO

VERTICI

N	Prog.	Quota	Parziale	i (%)	Dislivello	Lunghezza
0	0.00	27.81	0.00	0.00	0.00	0.00
1	160.06	27.52	160.06	-0.18	-0.29	160.06
2	367.95	36.87	207.89	4.50	9.36	208.10
3	414.44	37.80	46.49	2.00	0.93	46.50
4	496.33	38.01	81.90	0.25	0.20	81.90
5	538.63	38.64	42.30	1.50	0.63	42.30

RACCORDI

N	Rv	Δi (%)	Progr Inizio (m)	Progr Fine (m)	Lung. (m)	i1 (%)	i2 (%)
1	3'500	4.68	78.16	241.96	163.85	-0.18	4.50
2	2'000	-2.50	342.95	392.95	50.02	4.50	2.00
3	2'000	-1.75	396.93	431.94	35.01	2.00	0.25
4	1'000	1.25	490.08	502.58	12.50	0.25	1.50

RAMO VADO LIGURE - CASELLO

VERTICI

N	Prog.	Quota	Parziale	i (%)	Dislivello	Lunghezza
0	-0.61	23.96	0.00	0.00	0.00	0.00
1	40.04	26.12	40.65	5.30	2.15	40.71
2	129.63	27.64	89.59	1.70	1.52	89.60
3	162.19	28.45	32.56	2.50	0.81	32.57
4	234.47	29.18	72.28	1.00	0.72	72.28
5	374.56	37.58	140.10	6.00	8.41	140.35
6	430.93	38.43	56.37	1.50	0.85	56.37

RACCORDI

N	Rv	Δi (%)	Progr Inizio (m)	Progr Fine (m)	Lung. (m)	i1 (%)	i2 (%)
1	500	-3.60	31.04	49.04	18.01	5.30	1.70
2	750	0.80	126.63	132.63	6.00	1.70	2.50
3	1'500	-1.50	150.94	173.44	22.50	2.50	1.00
4	1'100	5.00	206.97	261.97	55.04	1.00	6.00
5	1'500	-4.50	340.81	408.31	67.55	6.00	1.50

RAMO CASELLO – VADO LIGURE

VERTICI

N	Prog.	Quota	Parziale	i (%)	Dislivello	Lunghezza
0	0.00	38.51	0.00	0.00	0.00	0.00
1	53.40	37.71	53.40	-1.50	-0.80	53.41
2	173.87	28.07	120.47	-8.00	-9.64	120.85
3	211.00	27.44	37.13	-1.70	-0.63	37.13

RACCORDI

N	Rv	Δi (%)	Progr Inizio (m)	Progr Fine (m)	Lung. (m)	i1 (%)	i2 (%)
1	1'000	-6.50	20.90	85.90	65.08	-1.50	-8.00
2	925	6.30	144.73	203.01	58.35	-8.00	-1.70



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Relazione Tecnica Stradale

Si annota infine che sono stati introdotti i seguenti allargamenti per visibilità e iscrizione:

RAMO VADO L. - CASELLO			
Allargamenti per visibilità	SI		
da prog	55.00		LATO DX
a prog	160.00		
allargamento massimo	0.70	m	
da prog	210.00		LATO SX
a prog	360.00		
allargamento massimo	1.40	m	
Allargamenti per iscrizione	SI		
			Allargamento richiesto 0,95m. Allargamento di progetto 0,7m. Poiché la corsia è 0,25m più grande di una corsia standard di 3,50
da prog	26.8		
a prog	144.48		
allargamento massimo	0.7	m	

RAMO AUREALIA BIS - CASELLO			
Allargamenti per iscrizione	SI		Allargamento richiesto 0,37m. Allargamento di progetto 0,12m. Poiché la corsia è 0,25m più grande di una corsia standard di 3,50
da prog	410.00		
a prog	518.00		
allargamento massimo	0.12	m	

RAMO CASELLO - VENTIMIGLIA			
Allargamenti per visibilità	SI		
da prog	83.40		
a prog	120.36		
allargamento massimo	1.50	m	

RAMO CASELLO-GENOVA			
Allargamenti per visibilità	SI		
da prog	100.00		LATO DX
a prog	200.00		
allargamento massimo	0.70	m	

RAMO VENTIMIGLIA-CASELLO			
Allargamenti per visibilità	SI		
da prog	376.67		LATO SX
a prog	417.35		
allargamento massimo	1.89	m	



RAMO CASELLO -VENTIMIGLIA			
Allargamenti per visibilità	SI		
da prog	260.36		
a prog	320.36		
allargamento massimo	0.50	m	allargamento banchina in destra
da prog	600.36		
a prog	640.36		
allargamento massimo	1.50	m	allargamento banchina in sinistra
Allargamenti per iscrizione	SI		
da prog	266.364		
a prog	406.977		
allargamento massimo	0.65	m	
da prog	588.775		
a prog	630.926		
allargamento massimo	0.2	m	
da prog	997.949		
a prog	1057.027		
allargamento massimo	0.39	m	

2.3.1 VERIFICHE DI CONGRUENZA CON LE NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Le verifiche di congruenza del progetto stradale con le prescrizioni della normativa DM 19/04/2006. sono state condotte considerando per le rampe autostradali un intervallo di velocità di progetto 40-60 km/h per le rampe dirette, semidirette e i collegamenti Casello-Vado Ligure (Intersezione di Tipo 2 da normativa) e 40 km/h per le rampe indirette.

3. PROGETTAZIONE DELLE INTERSEZIONI

Le caratteristiche stradali delle rampe sono state definite a partire dagli intervalli di velocità indicati nella tabella 7 del paragrafo 4.7.1 della norma e riportati per completezza nella tabella seguente:

Tipi di rampe	Intersezione Tipo 1, escluse B/B, D/D, B/D, D/B		Intersezione Tipo 2, e B/B, D/D, B/D, D/B	
Diretta	50-80 km/h		40-60 km/h	
Semidiretta	40-70 km/h		40-60 km/h	
Indiretta	in uscita da A	40 km/h	in uscita dalla strada di livello gerarchico superiore	40 km/h
	in entrata su A	30 km/h	in entrata sulla strada di livello gerarchico superiore	30 km/h

Tabella 1 – Velocità di progetto per le varie tipologie di rampe

Per le rampe indirette il valore indicato in Tabella 1 rappresenta la velocità minima di progetto mentre la velocità di progetto massima è assunta pari a quella della corrispondente rampa semidiretta.

3.1 CRITERI PROGETTUALI

La normativa, di riferimento per l'adeguamento delle intersezioni esistenti e cogente per interventi di nuova realizzazione, richiede il rispetto delle seguenti condizioni:

- geometria degli elementi modulari delle rampe;
- larghezza degli elementi modulari delle rampe e delle corsie specializzate (sezione tipo);
- dimensionamento delle corsie specializzate;
- distanze di visibilità per l'arresto.

Per quanto riguarda l'analisi delle distanze di visibilità e il dimensionamento delle corsie specializzate si rimanda ai relativi paragrafi nel seguito della presente relazione.

Per quanto riguarda le larghezze degli elementi modulari si è fatto riferimento alle indicazioni contenute alla tabella 9 del paragrafo 4.7.3 del D.M. 19/04/2006 che relativamente al caso di strade extraurbane fornisce le indicazioni riportate in Tabella 2.

Strade extraurbane				
Elemento modulare	Tipo di strada principale	Larghezza corsie (m)	Larghezza banchina dx (m)	Larghezza banchina sx (m)
Corsie specializzate di uscita e di immissione	A	3.75	2.50	-
	B	3.75	1.75	-
Rampe monodirezionali	A	1 corsia: 4.00	1.00	1.00
		2 corsie: 2 x 3.50		
	B	1 corsia: 4.00	1.00	1.00
		2 corsie: 2 x 3.50		
Rampe bidirezionali	A	1 corsia: 3.50	1.00	-
	B	1 corsia: 3.50	1.00	-

Tabella 2 – Larghezze degli elementi modulari

Con riferimento alla geometria degli elementi modulari delle rampe, secondo quanto previsto esplicitamente nella norma in oggetto e facendo anche riferimento ai rimandi che questa fa al D.M. 5/11/2001” Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”, di seguito sono riportate le verifiche prese in considerazione:

- a) raggi minimi planimetrici;
- b) parametri minimi e massimi delle clotoidi;
- c) pendenze longitudinali massime;
- d) raggi altimetrici minimi (raccordi concavi);
- e) raggi altimetrici minimi (raccordi convessi).

(a) Raggio minimo delle curve planimetriche.

Le curve circolari devono aver un raggio superiore al raggio minimo previsto dal DM 19/04/2006 che risulta funzione della velocità minima dell'intervallo di progetto (vedi Tabella 3).

Velocità di progetto minima (km/h)	30	40	50	60	70	80
Raggio planimetrico minimo (m)	25	45	75	120	180	250

Tabella 3 – Raggi minimi delle rampe in funzione della velocità di progetto minima

(b) Parametro A degli elementi a curvatura variabile (Clotoidi)

Per l’inserimento di curve a raggio variabile, si è fatto riferimento ai criteri contenuti nel D.M. 5/11/2001 e si rimanda al

(c) Pendenze longitudinali massime

La pendenza massima delle livellette, consentita dal DM 19/04/2006, è funzione della velocità di progetto come riportato in Tabella 4.

Velocità di progetto minima (km/h)	30	40	50	60	70	80
Pendenza massima in salita (%)	10	7.0			8.0	
Pendenza massima in discesa (%)	10	8.0			6.0	

Tabella 4 – Pendenze massime delle rampe

(d) Raccordi verticali convessi

Per l’inserimento di raccordi verticali convessi si è fatto riferimento ai criteri contenuti nel D.M. 5/11/2001.

In base a quanto indicato dalla norma il raggio minimo dei raccordi verticali convessi (dossi) viene determinato come di seguito:

- se D è inferiore allo sviluppo L del raccordo si ha

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

- se invece D > L

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

dove:

R_v = raggio del raccordo verticale convesso [m]

D = distanza di visibilità da realizzare per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso [m]

Δi = variazione di pendenza delle due livellette, espressa in percento

h₁ = altezza sul piano stradale dell'occhio del conducente [m]

h₂ = altezza dell'ostacolo [m]

Si pone di norma h₁ = 1.10 m. In caso di visibilità per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso, si pone h₂ = 0.10 m. In caso di visibilità necessaria per il cambiamento di corsia si pone h₂ = 1.10 m.

(e) Raccordi verticali concavi

Per l'inserimento di raccordi verticali concavi si è fatto riferimento ai criteri contenuti nel D.M. 5/11/2001.

In base a quanto indicato dalla norma il raggio minimo dei raccordi verticali concavi (sacche) viene determinato come di seguito:

- se D è inferiore allo sviluppo del raccordo si ha

$$R_v = \frac{D^2}{2 \cdot (h + D \cdot \sin \vartheta)}$$

- se invece D > L

$$R_v = \frac{2 \cdot 100}{\Delta i} \cdot \left[D - \frac{100}{\Delta i} \cdot (h + D \cdot \sin \vartheta) \right]$$

dove:

R_v = raggio del raccordo verticale concavo [m]

D = distanza di visibilità da realizzare per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso [m]

Δi = variazione di pendenza delle due livellette espressa in percento

h = altezza del centro dei fari del veicolo sul piano stradale [m]

ϑ = massima divergenza verso l'alto del fascio luminoso rispetto l'asse del veicolo.

Si pone di norma h = 0.5 m e ϑ = 1°.

La distanza di visibilità per il sorpasso è stata calcolata analogamente a quanto descritto per la verifica dei raccordi verticali convessi.

3.1.1 ANALISI DI VISIBILITÀ

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

Secondo quanto indicato dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (DM 05/11/2001, prot. N° 6792), lungo il tracciato stradale la distanza di visuale libera deve essere confrontata, nel caso di strade a carreggiate separate, con la **distanza di visibilità per l'arresto**, che è pari allo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto. Questo valore deve essere garantito lungo lo sviluppo del tracciato.

VELOCITA' km/h	25	40	60	80	100	120	140
f_l Autostrade	-	-	-	0.44	0.40	0.36	0.34

Tabella 5 – DM 6792/2001, coefficienti di aderenza impegnabile longitudinalmente

Per il calcolo è stata utilizzata la formula riportata al paragrafo 5.1.2. del DM 05/11/2001. I valori della distanza di arresto sono stati determinati in relazione alle seguenti condizioni secondo l'espressione sotto riportata:

- Velocità di progetto limitata superiormente a 120km/h e coefficienti di aderenza longitudinale come da tabella 9
- Velocità di progetto pari a 100km/h e coefficienti di aderenza longitudinale come da tabella 9
- Velocità di progetto da diagramma delle velocità e coefficiente di aderenza longitudinale pari a 0.7

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

dove:

- D_1 = spazio percorso nel tempo τ
- D_2 = spazio di frenatura
- V_0 = velocità del veicolo all'inizio della frenatura [km/h]
- V_1 = velocità finale del veicolo, in cui $V_1 = 0$ in caso di arresto [km/h]
- i = pendenza longitudinale del tracciato [%]
- τ = tempo complessivo di reazione (percezione, riflessione, reazione e attuazione) [s]
- g = accelerazione di gravità [m/s²]
- Ra = resistenza aerodinamica [N]
- m = massa del veicolo [kg]
- f_l = quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile longitudinalmente per la frenatura
- r_0 = resistenza unitaria al rotolamento, trascurabile [N/kg]

Per il tempo complessivo di reazione si sono assunti valori linearmente decrescenti con la velocità da 2,6 s per 20 km/h, a 1,4 s per 140 km/h, in considerazione della attenzione più concentrata alle alte velocità:

$$\tau = (2,8 - 0,01V) \quad [s] \quad \text{con } V \text{ in km/h}$$

3.2 RAPPRESENTAZIONE DEI RISULTATI

I risultati delle analisi sono riportati in forma grafica sintetica negli elaborati specifici allegati al presente progetto definitivo, nei quali sono riassunti, in funzione dello sviluppo longitudinale dei rami, le seguenti informazioni:

- distanze ettometriche;
- andamento planimetrico;
- andamento altimetrico;
- diagramma delle velocità di progetto costruito secondo quanto prescritto dal D.M. 05/11/2001;
- diagramma delle distanze di visuale libera;
- diagramma delle distanze di visibilità per arresto nelle configurazioni progettuali;
- progressive;
- distanze di visuale libera e di visibilità per l'arresto.

3.3 CRITERI PER IL DIMENSIONAMENTO DELLE CORSIE SPECIALIZZATE

Le corsie specializzate di immissione e diversione di connessione con l'autostrada A10 sono caratterizzate da una corsia da 3.75 m e da una banchina da 1.75 m.

Le corsie di immissione/diversione+ sono state dimensionate seguendo i criteri riportati sulla normativa vigente (DM. 19/04/2006) le indicazioni in funzione dei seguenti parametri, i cui valori sono da considerarsi minimi di progetto.

Il valore di V_p del tratto autostradale (A10) che comprende lo svincolo in progetto viene adottato pari a 120 km/h in base alla tipologia di infrastruttura esistente, priva della corsia di emergenza e realizzata alla fine degli anni Sessanta.

La sezione tipo della A10, infatti, è costituita da due corsie da 3.75 m e banchina laterale da 1.75 m, con spartitraffico da 1.10 m di larghezza.

È inoltre da rilevare che il diagramma di velocità della tratta su cui insiste il nuovo svincolo presenta un andamento variabile, con velocità minime di 100 km/h e massime di 140 km/h, con le minime in entrata ed uscita dalla zona dello svincolo. Parrebbe, quindi, poco coerente considerare la massima velocità di 140 km/h, che si sviluppa per solo 1 km.

Verrà altresì posto, con opportuna segnaletica, un limite di velocità a 110 km/h.

3.3.1 CORSIE DI DIVERSIONE (O DI USCITA)

Con riferimento al caso di configurazione parallela (Figura 3-1), le corsie di uscita sono composte dai seguenti tratti elementari:

- Tratto di manovra di lunghezza $L_{m,u}$;

- Tratto di decelerazione di lunghezza $L_{d,u}$ (comprendente metà della lunghezza del tratto di manovra), parallelo all'asse principale della strada. Il dimensionamento è correlato alla diminuzione di velocità longitudinale tra quella del ramo da cui provengono i veicoli in uscita e quella ammissibile con il raggio di curvatura della rampa o quella indicata come limite di velocità e viene calcolata mediante criterio cinematico utilizzando la seguente espressione:

$$L_{d,u} = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2a}$$

dove:

- $L_{d,u}$ (m) - è la lunghezza necessaria per la variazione cinematica;
- v_1 (m/s) - è la velocità di ingresso nel tratto di decelerazione pari alla velocità del ramo da cui provengono i veicoli in uscita (120 km/h) espressa in m/s;
- v_2 (m/s) - è la velocità di uscita dal tratto di decelerazione (per v_2 si assume il limite di velocità della rampa di uscita – 40 km/h) espressa in m/s;
- a (m/s²) - è la decelerazione assunta per la manovra pari a 3 m/s².

Con l'applicazione dei criteri sopra descritti si ottiene un lunghezza del *tratto di decelerazione* $L_{d,u}$ pari a 165 metri.

Il *tratto di manovra* $L_{m,u}$ viene imposto con una lunghezza pari a 90 m, come indicato dalla normativa vigente per $V_p \geq 120$ km/h.

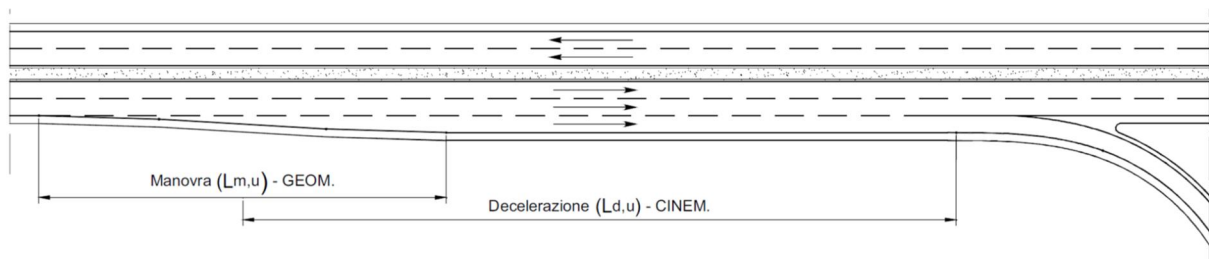


Figura 3-1 - Schema planimetrico corsia di uscita (diversione) - tipologia parallela

3.3.2 CORSIE DI IMMISSIONE (O DI ENTRATA)

Con riferimento allo schema di Figura 3-2, le corsie di entrata sono composte dai seguenti tratti elementari:

- Tratto di accelerazione di lunghezza $L_{a,e}$. Il dimensionamento è correlato alla variazione longitudinale della velocità tra quella ammissibile con il raggio di curvatura della rampa e quella del ramo da cui provengono i veicoli in uscita. Viene calcolata mediante criterio cinematico utilizzando la seguente espressione:

$$L_{a,e} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2a}$$

dove:

- $L_{a,e}$ (m) - è la lunghezza necessaria per la variazione cinematica;

- v_1 (m/s) - è la velocità all'inizio del tratto di accelerazione (per v_1 si assume la velocità di progetto corrispondente al raggio della curva di deviazione della rampa di entrata) espressa in m/s;
 - v_2 (m/s) - è la velocità alla fine del tratto di accelerazione, pari a 80% del limite di velocità della strada sulla quale la corsia si immette (90 km/h⁽¹⁾) espressa in m/s;
 - a (m/s²) - è l'accelerazione assunta per la manovra pari a 1 m/s².
- Tratto di immissione di lunghezza $L_{i,e}$, dimensionato con criteri funzionali ovvero, secondo procedure basate sulla distribuzione probabilistica dei distanziamenti temporali fra i veicoli in marcia.
 - Elemento di raccordo di lunghezza $L_{v,e}$ pari a 75 metri per V_p , della strada su cui la corsia si immette, superiori a 80 km/h.

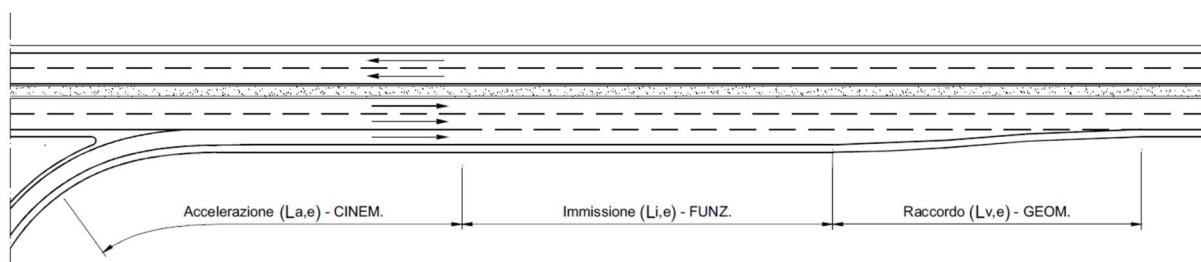


Figura 3-2 – Schema planimetrico corsia di immissione

3.3.3 CONCLUSIONI

In base a quanto indicato nei paragrafi precedenti il dimensionamento delle corsie specializzate ha portato ai risultati elencati di seguito:

Corsie di uscita

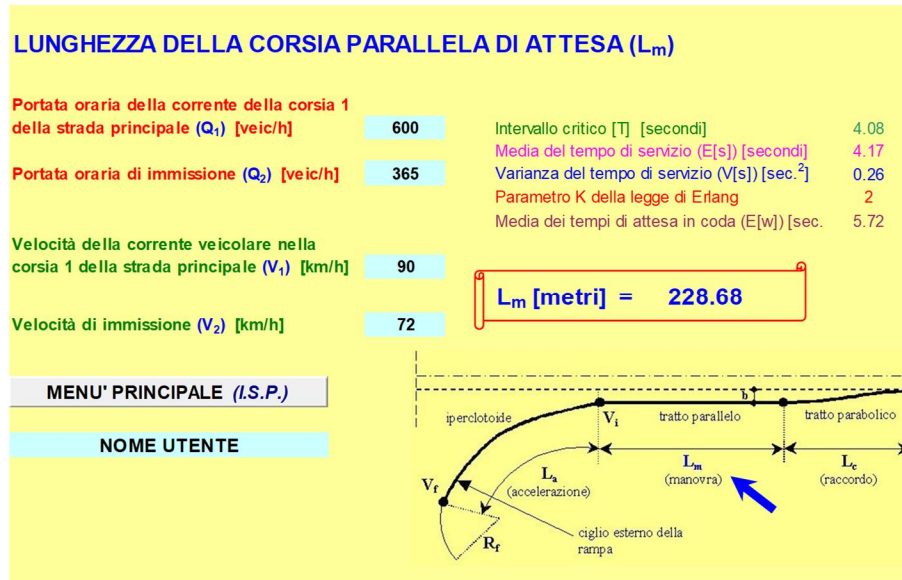
- Tratto di manovra = 90.00 m
- Tratto di decelerazione = 165.00m ($V_1= 120$ km/h)

Lunghezza complessiva corsia di uscita = 210m

⁽¹⁾ Nel caso in esame stante la significativa percentuale di veicoli pesanti (circa il 30%) appare opportuno considerare quale velocità della corrente circolante sulla corsia di marcia lenta la velocità massima legale di detti veicoli, pari a $V_{c1}= 90$ km/h.

Corsia di entrata – Casello/Genova

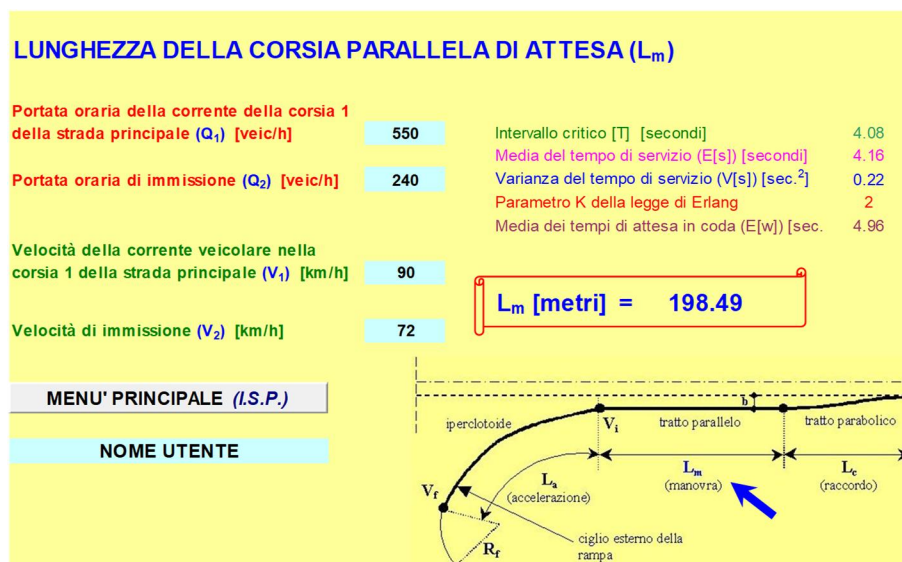
- Tratto di accelerazione = 88.00 m ($V_2=80\%$ di 90 km/h = 72 km/h – $V_1=54$ km/h)
- Tratto di immissione = 229.00 m



- Tratto di raccordo = 75.00m
- Lunghezza complessiva corsia di entrata = 392.00 m

Corsia di entrata – Casello/Ventimiglia

- Tratto di accelerazione = 107.00 m ($V_2=80\%$ di 90 km/h VP= 72 km/h – $V_1=49$ km/h)
- Tratto di immissione = 199.00 m



- Tratto di raccordo = 75m
- Lunghezza complessiva corsia di entrata = 381.00 m

4. BARRIERE DI SICUREZZA

Nei successivi paragrafi saranno illustrati i criteri progettuali utilizzati nella definizione di tipologia e modalità di installazione delle barriere di sicurezza nell'ambito del progetto definitivo in esame.

Per lo sviluppo delle barriere di sicurezza sono state effettuate le seguenti attività preliminari:

- acquisizione degli elaborati di progetto riguardanti l'andamento planimetrico, altimetrico, sezioni tipo e sezioni correnti, ed individuazione dei dati concernenti l'altezza dei rilevati, la pendenza delle scarpate e la larghezza degli arginelli;
- valutazione delle barriere di sicurezza nei tratti di raccordo con i rami esistenti e le connessioni con l'A10;
- acquisizione della normativa di riferimento.

Sulla base di tali elementi si è, quindi, proceduto alla:

- definizione della classe minima delle barriere per i diversi elementi infrastrutturali presenti in progetto;
- definizione delle modalità di installazione dei diversi tipi di barriera previsti, in funzione delle caratteristiche costruttive dei bordi laterali e delle opere d'arte;
- definizione del tipo e delle caratteristiche delle transizioni tra dispositivi diversi.

4.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.M. 28 giugno 2011 (G.U. n. 233 del 06.10.11), "Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta 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".
- 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 giugno 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".
- D.M. 18 febbraio 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.
- Lg.vo n. 285/92 e s.m.i.. Nuovo codice della Strada.
- D.P.R. n. 495/92 e s.m.i.. Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada.
- D.M. 5 novembre 2001, n. 6792.
- Circolare MIT 21.07.2010 prot. 62032
- D.M. dello Sviluppo Economico 08.04.2012
- Circolare MIT 05.10.2012 prot. 80173
- D.M. 28.06.2011 pubblicato in G.U. n. 233 del 06.10.2011.

4.2 DEFINIZIONE DEI TIPI E CLASSI DI DISPOSITIVI DI RITENUTA

Ai sensi della normativa vigente devono essere protette con appositi dispositivi di ritenuta almeno le seguenti situazioni:

- 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;
- lo spartitraffico ove presente;
- il margine 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 e le cui scarpate abbiano pendenza maggiore o uguale a 2/3;
- gli ostacoli fissi che possono costituire un pericolo per gli utenti della strada in caso di urto.

4.2.1 BARRIERE LONGITUDINALI

La definizione delle classi minime di barriere da adottare in progetto è stata operata, secondo quanto previsto dal D.M. 21.06.2004, in funzione della loro destinazione e ubicazione, del tipo e delle caratteristiche della strada nonché di quelle del traffico cui la stessa sarà interessata.

Per quanto riguarda la classe funzionale delle strade oggetto di intervento, come riportato al capitolo precedente, la viabilità in progetto risulta suddivisa in tre classi differenti a seconda della sezione e della funzionalità.

L'individuazione per categoria secondo la classificazione del D.M. 5/11/2001 risulta la seguente:

➤ **Asse Principale e rampe di svincolo – Autostrade (A)**

Il D.M. 21.06.2004 indica come primo fattore per la definizione della classe di barriera da adottare il tipo di traffico, definito in base al TGM bidirezionale ed alla percentuale di veicoli pesanti (massa >3,5t), secondo il seguente schema:

	TGM bidirezionale	% VP
I	≤ 1000	qualunque
I	> 1000	≤ 5
II	> 1000	5 – 15
III	> 1000	> 15

Tabella 6: tipo di traffico

Il D.M. 21.06.2004 fornisce, quindi, la classe minima da adottare per le barriere di sicurezza nelle diverse destinazioni (spartitraffico, bordo laterale e bordo ponte) in funzione del livello di traffico, come riportato in Tabella 2, 3 e 4, con riferimento alle categorie stradali adottate in progetto.

Tipo di strada	Traffico	Destinazione barriere		
		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

Tabella 7: classi minime di barriere per autostrade e strade extraurbane principali

¹ per ponti e viadotti si intendono opere di luce superiore a 10 metri; per luci minori si utilizzano barriere bordo laterale

² la scelta tra le due classi sarà determinata dal progettista.

Tipo di strada	Traffico	Destinazione barriere		
		Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo ponte ¹
Strade extraurbane secondarie (C) e urbane di scorrimento (D)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3

Tabella 8: classi minime di barriere per extraurbane secondarie (C) e urbane di scorrimento (D)

Tipo di strada	Traffico	Destinazione barriere		
		Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo ponte ¹
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali (F)	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

Tabella 9: classi minime di barriere per urbane di quartiere (E) e strade locali (F)

Alla luce della classificazione funzionale dei vari tronchi stradali secondo il D.M. 5/11/2001, in considerazione delle previsioni di traffico secondo cui si considera un traffico di livello II (tabella 2), si prevede l'installazione delle seguenti tipologie di barriere.

Viabilità categoria A

- barriere bordo laterale classe H2 – lunghezza minima suggerita = 90m – W6;
- barriere bordo laterale classe H3 – lunghezza minima suggerita = 90m – W5;
- barriere bordo laterale classe H4 – lunghezza minima suggerita = 90m – W4;
- barriera bordo ponte H4 - lunghezza minima suggerita = 90m;
- profilo inclinato per i tratti in galleria e in trincea tra muri;

Per i tratti con barriere acustica lungo il viadotto “Aurelia Bis” e il tratto terminale della Rampa Casello-Vado si predilige un sistema integrato:

- barriera acustica integrata bordo ponte H4 - lunghezza minima suggerita = 90m – W7;

Per far fronte alla maggior attenzione verso i motociclisti sono previsti “Dispositivi Salva-Motociclisti DSM” lungo le curve di raggio inferiore ai 250m e con un estensione oltre i limiti della curva pari a $R/10$, comunque non inferiore a 10 m.

4.2.2 ATTENUATORI FRONTALI

Gli attenuatori si dividono in ridirettivi e non-ridirettivi; nel caso in cui sia probabile l’urto angolato, frontale o laterale, sarà preferibile l’uso di attenuatori ridirettivi.

Gli attenuatori d’urto frontali devono essere testati secondo la norma EN 1317-3 e sono classificati in base alla velocità imposta nel sito da proteggere:

Velocità imposta nel sito da proteggere	Classe degli attenuatori
Con velocità $V > 130$ km/h	100
Con velocità $90 \leq V < 130$ km/h	80
Con velocità $V < 90$ km/h	50

Tabella 10: Classe degli attentatori

Particolare attenzione dovrà farsi nelle zone di inizio barriera, in corrispondenza di una cuspid. Queste andranno eseguite solo se necessario e, se in presenza di ostacoli, protette da specifici attenuatori d’urto salvo nel caso di rampe che vanno percorse a 40 km/h). dove sia possibile, è preferibile l’adozione di letti di arresto o simili, testati con la prova TB11 della norma EN 1317.

Le barriere di sicurezza dovranno avere una lunghezza minima, come da omologazione, escludendo dal computo i terminali. Laddove non è possibile un dispositivo con lunghezza almeno pari alla minima omologata, si provvederà a raggiungere tale estensione con un dispositivo diverso, ma di pari classe di contenimento, garantendo la continuità strutturale. In tale caso, l’estensione minima sarà la maggiore delle lunghezze minime previste per i due tipi di dispositivi impiegati.

Per motivi di ottimizzazione, il progettista cercherà di minimizzare i tipi da utilizzare seguendo un principio di uniformità.

Il progettista, dove lo ritenga opportuno, potrà utilizzare dispositivi con una classe superiore a quella minima indicata. Solo per strade esistenti potrà utilizzarne uno con classe inferiore a quella prescritta a causa di un restringimento delle dimensioni trasversali, della riduzione della visibilità o della presenza di punti singolari.

Nei varchi spartitraffico il D.M. 21.04.2006 precisa che devono essere adottate barriere testate secondo quanto precisato nella norma ENV 1317-4 e possono avere classe di contenimento inferiore a quella della barriera a cui sono applicati, per non più di due livelli.

4.2.3 SEVERITA' DEGLI URTI

Per quanto attiene la severità degli urti, il D.M. 2367/2004 prevede che le barriere siano classificate in funzione dei valori assunti dagli indici:

- A.S.I. - Indice di Severità dell'accelerazione
- T.H.I.V. - Indice di Velocità teorica della testa
- P.H.D. - Indice di Decelerazione della testa dopo l'impatto come definiti nella norma UNI EN 1317 parti 1 e 2. La norma UNI EN 1317-2 prevede la seguente classificazione delle barriere in termini di severità degli urti.

LIVELLO DI SEVERITA' DELL'URTO	VALORI DEGLI INDICI	
A	ASI \leq 1.0	THIV \leq 33 km/h
B	ASI \leq 1.4	PHD \leq 20g

Tabella 11: Livelli di severità dell'urto

La citata UNI EN 1317-2 chiarisce altresì che:

- “il livello di severità d'urto A garantisce un maggior livello di sicurezza per gli occupanti di un veicolo che esce di strada rispetto al livello B e viene preferito quando altre considerazioni si equivalgono”;
- “in luoghi pericolosi specifici in cui il contenimento di un veicolo che esce di strada (come un camion di trasporto pesante) è la considerazione principale, può essere necessario adottare e installare una barriera di sicurezza senza un livello di severità d'urto specifico. I valori degli indici registrati nella prova della barriera di sicurezza, tuttavia, devono essere citati nel resoconto di prova”.

In termini di deformabilità si è fatto riferimento, a due parametri desunti dalle prove di crash:

- La deflessione dinamica: il massimo spostamento dinamico trasversale del frontale del sistema di contenimento;
- La larghezza operativa (W): la distanza tra la posizione iniziale del frontale del sistema stradale di contenimento e la massima posizione dinamica laterale di qualsiasi componente principale del sistema.

Ai fini dell'omologazione e dell'installazione, tutte le barriere di sicurezza stradale e gli altri dispositivi di ritenuta devono, come da normativa appena descritta, essere testati con le modalità di prove d'urto e classificati facendo riferimento alle norme UNI EN 1317, parti 1, 2, 3 e 4.

4.3 PRESENZA DEGLI OSTACOLI

Nelle Tabelle 7 e 8 sono indicati i requisiti minimi per le barriere da adottare in funzione del tipo di ostacolo.

Tipo di ostacolo	Destinazione barriera	Classe della barriera H	Larghezza operativa W
<i>Cartelli di segnaletica verticale su paletti Ø60mm assimilabili a categoria NE con livello di sicurezza dell'occupante 4 (cfr. UNI EN 12767)</i>	bordo laterale	Nessuna protezione specifica. In presenza di barriera mantenimento della classe corrente.	-
	spartitraffico	Nessuna protezione specifica, mantenimento della classe corrente.	Restano valide le prescrizioni indicate al paragrafo delle barriere in spartitraffico.
<i>Strutture portanti di cartelli di segnaletica a bandiera e di pannelli a messaggio variabile</i>	da bordo laterale	Protezione con classe min. H1 (H2/H3 nel tratto di collegamento con lo Svincolo ovest)	W≤W6 carreggiata nord W≤W5 carreggiata sud

Tabella 12: Barriere a protezione di ostacoli laterali o nello spartitraffico

La protezione, dove necessaria, verrà realizzata ponendo un tratto di barriera a monte dell'ostacolo non inferiore ai 2/3 della lunghezza minima di installazione e a valle non inferiore alla lunghezza di contatto.

4.4 ELEMENTI DI PROTEZIONE COMPLEMENTARI

Le transizioni tra barriere metalliche di diverso tipo e classe dovranno essere ottenute utilizzando i raccordi ed i pezzi speciali di giunzione previsti dal costruttore, curando che non rimangano in alcun caso discontinuità tra gli elementi longitudinali che compongono le barriere.

I raccordi tra elementi longitudinali posti ad altezze differenti dovranno essere risolti mediante elementi inclinati, con angolo d'inclinazione, rispetto all'allineamento degli elementi adiacenti, non superiore a 4°.

L'interruzione di elementi longitudinali secondari nelle zone di transizione dovrà avvenire mediante l'installazione dei terminali previsti dal costruttore, avendo cura di arretrare l'elemento stesso rispetto all'allineamento degli elementi longitudinali continui principali, prima della sua interruzione.

4.4.1 TRANSIZIONI

In tale sede si sottolinea l'importanza della cura delle transizioni tra elementi di classe di versa di una barriera stradale. Tenuto conto dell'importanza di tale argomento e della impossibilità di curare nel dettaglio tale aspetto nella presente fase non avendo conoscenza

della specifica barriera che si andrà ad installare, si precisa che l'Appaltatore una volta effettuata la scelta della barriera e dei conseguenti specifici dispositivi dovrà fornire specifico studio effettuato da tecnico abilitato. Il tutto dovrà essere trasmesso alla D.L. con congruo anticipo per consentire la presentazione di osservazioni eventuali. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

4.4.2 TERMINALI

Qualsiasi interruzione della continuità longitudinale delle barriere esposte al flusso di traffico dovrà essere dotata di un sistema terminale che impedisca l'urto frontale dei veicoli contro la parte iniziale della barriera.

In linea prioritaria, dovranno essere utilizzati i sistemi terminali previsti dal costruttore ed omologati come elementi componenti la barriera che si intende installare. In assenza di specifiche previsioni da parte del costruttore, il terminale delle barriere metalliche dovrà essere costituito da elementi inclinati sia verticalmente, sia trasversalmente verso l'esterno del corpo stradale, secondo le indicazioni contenute negli elaborati di progetto.

5. ALLEGATI

Tabulati verifiche di tracciato

Si riportano nella Tabella di seguito le codifiche utilizzate per gli assi stradali

SVINCOLO AUTOSTRADALE - RAMPE	
VIA-A1-01	RAMO CASELLO -VENTIMIGLIA
VIA-A1-02	RAMO GENOVA-CASELLO
VIA-A1-03	RAMO VENTIMIGLIA-CASELLO
VIA-A1-04	RAMO CASELLO-GENOVA
VIA-A2-01	RAMO AUREALIA BIS - CASELLO
VIA-A2-02	RAMO VADO L. - CASELLO
VIA-A2-03	RAMO CASELLO - VADO L.