

A90 – SVINCOLO TIBURTINA
Intervento di potenziamento dallo svincolo
“CENTRALE DEL LATTE” allo svincolo A24
2° fase funzionale

PROGETTO DEFINITIVO

Cod. RM 105

PROGETTAZIONE:

R.T.I. PROGIN S.p.A. (capogruppo mandataria)
 CREW Cremonesi Workshop S.r.l. – TECNOSISTEM S.p.A.
 ART Ambiente Risorse Territorio S.r.l. - ECOPLAME S.r.l.

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Antonio GRIMALDI (Progin S.p.A.)

PROGETTISTA FIRMATARIO

Dott. Ing. Lorenzo INFANTE (Progin S.p.A.)
 Ordine degli Ingegneri della Provincia di Salerno n. 3446

RESPONSABILE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Dott. Arch. Salvatore SCOPPETTA (Progin S.p.A.)

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Giovanni CARRA (ART Ambiente Risorse e Territorio S.r.l.)
 Ordine dei Geologi Regione Emilia Romagna n. 643

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Michele CURIALE (Progin S.p.A.)

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Achille DEVITOFRANCESCHI

**CAPOGRUPPO
MANDATARIA:**



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Lorenzo
INFANTE

MANDANTI:



Direttore Tecnico
Dott. Arch. Claudio TURRINI



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Ivo FRESIA



Direttore Tecnico:
Dott. Arch. Pasquale PISANO



Direttore Tecnico
Dott. Ing. M. AVETA

PROGETTO INFRASTRUTTURA – GENERALE

ELABORATI GENERALI

Relazione tecnica stradale

CODICE PROGETTO:

NOME FILE:

REVISIONE

D P R M 1 0 5 D 2 0

T 0 0 P S 0 0 T R A R E 0 1

B

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
B	Emissione a seguito Istruttoria Anas	NOVEMBRE 2021	R. VELOTTA	L. INFANTE	A. GRIMALDI
A	Prima emissione	GIUGNO 2020	R. VELOTTA	L. INFANTE	A. GRIMALDI

Sommario

1	PREMESSA	7
2	NORMATIVE E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	1
3	CRITERI E CARATTERISTICHE PROGETTUALI	3
3.1	OBIETTIVI, VINCOLI E CRITICITA' DEL PROGETTO DI POTENZIAMENTO	5
3.1.1	Obiettivi e finalità dell'intervento	5
3.1.2	Vincoli ed interferenze esistenti	5
3.2	COMPATIBILITA' TRA 1° E 2° STRALCIO FUNZIONALE E CON ASSE PRUSST	8
3.2.1	Compatibilità tra 1° e 2° Stralcio funzionale	10
3.2.2	Compatibilità con futuro Asse PRUSST	14
3.3	DATI DI TRAFFICO	14
3.3.1	Valore dei flussi considerati alla base della progettazione dei tratti specializzati di immissione	16
3.4	ADEGUAMENTO AUTOSTRADA A90 (GRA)	17
3.4.1	Caratteristiche funzionali	17
3.4.2	Caratteristiche geometriche e intervallo di velocità di progetto	18
3.4.3	Distanze di visuale libera	18
3.5	VIABILITA' COMPLANARI	19
3.5.1	Caratteristiche funzionali	19
3.5.2	Caratteristiche geometriche e intervallo di velocità di progetto	20
3.5.3	Distanze di visuale libera	22
3.5.4	Giustificazione e motivazione dei valori dei parametri adottati	23
3.5.5	Tratti di collegamento con Autostrada A90 (GRA)	26
3.6	RAMPE DI SVINCOLO	28
3.6.1	Caratteristiche funzionali	29
3.6.2	Caratteristiche geometriche e intervallo di velocità di progetto	30
3.6.3	Distanze di visuale libera	34
3.6.4	Giustificazione e motivazione dei valori dei parametri adottati	35
3.7	COLLEGAMENTO VIA ACUTO	39
3.7.1	Caratteristiche funzionali	39
3.7.2	Caratteristiche geometriche e intervallo di velocità di progetto	39
3.7.3	Distanze di visuale libera	39
3.8	CORSIE SPECIALIZZATE DI DIVERSIONE	40
3.8.1	Tratto di manovra $L_{m,u}$	41
3.8.2	Tratto di decelerazione $L_{d,u}$	41
3.8.3	Sezione trasversale	42
3.9	CORSIE SPECIALIZZATE DI IMMISSIONE	42
3.9.1	Tratto di accelerazione $L_{a,e}$	43
3.9.2	Tratto di raccordo $L_{v,e}$	44
3.9.3	Tratto di immissione $L_{i,e}$	44
3.9.3.1	Metodo semi-empirico	44

3.9.3.2	Metodo probabilistico	45
3.9.3.3	Metodo HCM	48
3.9.4	Sezione trasversale	48
3.10	ROTATORIA VIA ARMENISE	48
3.10.1	Analisi degli angoli di deviazione delle traiettorie	49
3.10.2	Verifiche di visibilità	50
3.10.3	Verifica fasce di ingombro per inscrivibilità dei veicoli	51
4	ADEGUAMENTO AUTOSTRADA A90 (GRA)	54
4.1	DIAGRAMMA DELLE VELOCITA'	54
4.2	VERIFICA ANDAMENTO PLANIMETRICO	54
4.3	VERIFICA ANDAMENTO ALTIMETRICO	55
5	VIABILITA' COMPLANARE INTERNA	57
5.1	TRATTO 1	57
5.1.1	Diagramma delle velocità	57
5.1.2	Verifica andamento planimetrico	57
5.1.3	Verifica andamento altimetrico	58
5.2	TRATTO 1-2	59
5.2.1	Diagramma delle velocità	59
5.2.2	Verifica andamento planimetrico	59
5.2.3	Verifica andamento altimetrico	60
5.3	TRATTO 2	61
5.3.1	Diagramma delle velocità	61
5.3.2	Verifica andamento planimetrico	61
5.3.3	Verifica andamento altimetrico	61
5.4	TRATTO 3	62
5.4.1	Diagramma delle velocità	62
5.4.2	Verifica andamento planimetrico	62
5.4.3	Verifica andamento altimetrico	63
5.5	TRATTO 3-4	63
5.5.1	Diagramma delle velocità	63
5.5.2	Verifica andamento planimetrico	64
5.5.3	Verifica andamento altimetrico	64
5.6	TRATTO 4	65
5.6.1	Diagramma delle velocità	65
5.6.2	Verifica andamento planimetrico	65
5.6.3	Verifica andamento altimetrico	66
5.7	TRATTI DI COLLEGAMENTO CON AUTOSTRADA A90 (GRA)	66
5.7.1	Rampa 2	67
5.7.2	Rampa 3	67
5.7.3	Rampa 8	67
5.7.4	Rampa 11	68
6	VIABILITA' COMPLANARE ESTERNA	69

6.1	TRATTO 5	69
6.1.1	Diagramma delle velocità	69
6.1.2	Verifica andamento planimetrico	69
6.1.3	Verifica andamento altimetrico	69
6.2	TRATTO 6	71
6.2.1	Diagramma delle velocità	71
6.2.2	Verifica andamento planimetrico	71
6.2.3	Verifica andamento altimetrico	72
6.3	TRATTO 6-7.....	72
6.3.1	Diagramma delle velocità	72
6.3.2	Verifica andamento planimetrico	72
6.3.3	Verifica andamento altimetrico	73
6.4	TRATTO 7	74
6.4.1	Diagramma delle velocità	74
6.4.2	Verifica andamento planimetrico	74
6.4.3	Verifica andamento altimetrico	75
6.5	TRATTO 7-8.....	76
6.5.1	Diagramma delle velocità	76
6.5.2	Verifica andamento planimetrico	76
6.5.3	Verifica andamento altimetrico	77
6.6	TRATTO 8	78
6.6.1	Diagramma delle velocità	78
6.6.2	Verifica andamento planimetrico	78
6.6.3	Verifica andamento altimetrico	80
6.7	TRATTI DI COLLEGAMENTO CON AUTOSTRADA A90 (GRA).....	80
6.7.1	Rampa 23.....	80
7	<i>RAMPE DI SVINCOLO COMPLANARE INTERNA</i>	82
7.1	RAMPA 1	82
7.1.1	Diagramma delle velocità	82
7.1.2	Verifica andamento planimetrico	82
7.1.3	Verifica andamento altimetrico	82
7.2	ADEGUAMENTO RAMPA INVERSIONE NORD	83
7.2.1	Diagramma delle velocità	83
7.2.2	Verifica andamento planimetrico	84
7.2.3	Verifica andamento altimetrico	85
7.3	RAMPA 4.....	86
7.3.1	Diagramma delle velocità	86
7.3.2	Verifica andamento planimetrico	86
7.3.3	Verifica andamento altimetrico	87
7.4	RAMPA 5.....	88
7.4.1	Diagramma delle velocità	88
7.4.2	Verifica andamento planimetrico	88

7.4.3	Verifica andamento altimetrico	89
7.5	RAMPA 6.....	89
7.5.1	Diagramma delle velocità	89
7.5.2	Verifica andamento planimetrico	90
7.5.3	Verifica andamento altimetrico	91
7.6	RAMPA 7.....	91
7.6.1	Diagramma delle velocità	91
7.6.2	Verifica andamento planimetrico	92
7.6.3	Verifica andamento altimetrico	92
7.7	RAMPA 12.....	93
7.7.1	Diagramma delle velocità	93
7.7.2	Verifica andamento planimetrico	93
7.7.3	Verifica andamento altimetrico	94
7.8	RAMPA 10.....	95
7.8.1	Diagramma delle velocità	95
7.8.2	Verifica andamento planimetrico	96
7.8.3	Verifica andamento altimetrico	97
8	RAMPE DI SVINCOLO COMPLANARE ESTERNA	99
8.1	RAMPA 13.....	99
8.1.1	Diagramma delle velocità	99
8.1.2	Verifica andamento planimetrico	99
8.1.3	Verifica andamento altimetrico	99
8.2	RAMPA 14.....	100
8.2.1	Diagramma delle velocità	100
8.2.2	Verifica andamento planimetrico	100
8.2.3	Verifica andamento altimetrico	101
8.3	RAMPA 15.....	101
8.3.1	Diagramma delle velocità	101
8.3.2	Verifica andamento planimetrico	102
8.3.3	Verifica andamento altimetrico	103
8.4	RAMPA 17.....	104
8.4.1	Diagramma delle velocità	104
8.4.2	Verifica andamento planimetrico	105
8.4.3	Verifica andamento altimetrico	105
8.5	RAMPA 18.....	106
8.5.1	Diagramma delle velocità	106
8.5.2	Verifica andamento planimetrico	106
8.5.3	Verifica andamento altimetrico	107
8.6	RAMPA 19.....	108
8.6.1	Diagramma delle velocità	108
8.6.2	Verifica andamento planimetrico	109
8.6.3	Verifica andamento altimetrico	109

8.7	RAMPA 20.....	110
8.7.1	Diagramma delle velocità.....	110
8.7.2	Verifica andamento planimetrico.....	110
8.7.3	Verifica andamento altimetrico.....	111
8.8	RAMPA 21.....	112
8.8.1	Diagramma delle velocità.....	112
8.8.2	Verifica andamento planimetrico.....	112
8.8.3	Verifica andamento altimetrico.....	114
8.9	RAMPA 22.....	115
8.9.1	Diagramma delle velocità.....	115
8.9.2	Verifica andamento planimetrico.....	115
8.9.3	Verifica andamento altimetrico.....	116
8.10	RAMPA 24.....	116
8.10.1	Diagramma delle velocità.....	116
8.10.2	Verifica andamento planimetrico.....	117
8.10.3	Verifica andamento altimetrico.....	117
9	COLLEGAMENTO VIA ACUTO.....	119
9.1	DIAGRAMMA DELLE VELOCITA'.....	119
9.2	VERIFICA ANDAMENTO PLANIMETRICO.....	119
9.3	VERIFICA ANDAMENTO ALTIMETRICO.....	120
10	CORSIE SPECIALIZZATE DI DIVERSIONE.....	121
10.1	Verifica tratto specializzato “Diversione da GRA Carreggiata Interna e collegamento con Tratto 1” (Rampa 2).....	121
10.2	Verifica tratto specializzato “Diversione da Tratto 4 e collegamento con Tratto 5” (Rampa 10).....	121
10.3	Verifica tratto specializzato “Diversione da GRA Carreggiata Esterna e collegamento con Tratto 8” (Rampa 22).....	122
11	CORSIE SPECIALIZZATE DI IMMISSIONE.....	123
11.1	Verifica tratto specializzato “Collegamento Svincolo “Tiburtina” ed immissione in Tratto 4” (Rampa 7).....	123
11.1.1	Metodo semi-empirico.....	123
11.1.2	Metodo probabilistico.....	124
11.2	Verifica tratto specializzato “Collegamento Tratto 4 ed immissione in GRA Carreggiata Interna” (Rampa 11).....	125
11.2.1	Metodo semi-empirico.....	125
11.2.2	Metodo probabilistico.....	126
11.3	Verifica tratto specializzato “Collegamento Svincolo “A24” ed immissione in Tratto 5” (Rampa 13).....	127
11.3.1	Metodo semi-empirico.....	127
11.3.2	Metodo probabilistico.....	128
11.4	Verifica tratto specializzato “Collegamento Rotatoria Via Armenise ed immissione in Tratto 8” (Rampa 21).....	129

11.4.1	Metodo semi-empirico	129
11.4.2	Metodo probabilistico.....	131
11.5	Verifica tratto specializzato “Collegamento Tratto 8 ed immissione in GRA Carreggiata Esterna” (Rampa 23)	132
11.5.1	Metodo semi-empirico	132
11.5.2	Metodo probabilistico.....	133
12	<i>SOVRASTRUTTURA STRADALE</i>	135
12.1	ADEGUAMENTO AUTOSTRADA A90 (GRA)	137
12.2	RAMPE DI SVINCOLO E VIABILITA' COMPLANARI.....	139
12.3	COLLEGAMENTO VIA ACUTO	141
13	<i>BARRIERE DI SICUREZZA.....</i>	144
13.1	PRESCRIZIONI NORMATIVE.....	144
13.2	DEFINIZIONE DELLE CLASSI MINIME DI BARRIERE DA IMPIEGARE.....	146
13.3	BARRIERE LONGITUDINALI PREVISTE IN PROGETTO	147
13.3.1	Tipologia, classe e requisiti prestazionali.....	147
13.3.2	Sviluppo delle barriere di sicurezza.....	148
13.3.3	Elementi di protezione complementare.....	150
14	<i>SEGNALETICA.....</i>	152
15	<i>RELAZIONE DI SICUREZZA EX ART. 4 DM 22.04.04.....</i>	153
15.1	ANALISI DELL'INFRASTRUTTURA ESISTENTE	153
15.2	INTERVENTO DI POTENZIAMENTO.....	158

1 PREMESSA

Nella presente relazione sono riportate le caratteristiche tecniche stradali del Progetto Definitivo dell'intervento "A90 Svincolo Tiburtina: intervento di potenziamento dallo svincolo "Centrale del Latte" allo svincolo A24 – 2^a fase funzionale" (RM105)".

L'intervento prevede il potenziamento dell'Autostrada A90 (GRA) nel tratto compreso tra lo svincolo "Centrale del Latte" (a ridosso dell'area urbana di Casal Monastero) e lo svincolo A24.

L'intervento di potenziamento in oggetto prevede, in particolare:

- la realizzazione di viabilità complanari, sia in carreggiata esterna che in carreggiata interna, per l'intero tratto compreso tra Casal Monastero e l'Autostrada A24, ed il necessario spostamento dell'asse attuale del GRA verso la carreggiata interna;
- l'interconnessione delle viabilità complanari con gli svincoli esistenti sul GRA (svincolo "Centrale del Latte", svincolo "Tiburtina" e svincolo "A24");
- la connessione delle viabilità complanari con il GRA mediante collegamenti in entrata ed uscita;
- il collegamento tra la complanare interna e la complanare esterna mediante scavalco del GRA;
- il collegamento della complanare esterna con le viabilità esistenti di Via Sabatino e di Via Armenise;
- la realizzazione di una nuova viabilità di collegamento con Via Acuto per ripristino accesso a Casalmonastero.

Gli elementi stradali afferenti allo schema funzionale di progetto sono inquadrabili secondo i seguenti livelli:

- Adeguamento Autostrada A90 (GRA);
- Viabilità complanari (Viabilità Complanare Interna e Viabilità Complanare Esterna);
- Rampe di svincolo (Rampe di svincolo Complanare Interna e Rampe di svincolo Complanare Esterna);
- Collegamento Via Acuto.

Nel seguito, dopo aver riportato le normative ed i documenti di riferimento adottati (Cap. 2), sono riportati i criteri e le caratteristiche progettuali impiegati per la progettazione (Cap. 3). Successivamente è riportata la verifica degli elementi stradali ai criteri progettuali utilizzati (da Cap. 4 a Cap. 11).

Sono riportate, inoltre, la configurazione e la verifica della sovrastruttura stradale (Cap. 12), le caratteristiche dei dispositivi stradali di ritenuta (Cap. 13) e della segnaletica stradale (Cap. 14).

Nell'ultimo capitolo (Cap. 15) si riporta l'analisi dell'infrastruttura esistente e considerazioni sull'intervento di adeguamento in progetto.

Per le caratteristiche generali dell'intervento si rimanda alla "Relazione illustrativa generale" (T00EG00GENRE01) ed alla "Relazione tecnica generale" (T00EG00GENRE02).

Per i dati di traffico di riferimento si rimanda ai risultati delle analisi effettuate per la predisposizione dello studio di impatto viabilistico e verifica di compatibilità trasportistica, di cui allo "Studio di Impatto del Traffico" sviluppato

nella presente fase progettuale ed inserito nell'ambito dell'elaborato "STUDIO DEL TRAFFICO-*Relazione sullo studio del traffico*" (T00SG00GENRE01).

Inoltre, per le caratteristiche generali dell'intervento e per gli aspetti ed elementi di carattere tecnico, si rimanda agli elaborati grafici contenuti nelle sezioni "ELABORATI GENERALI" e "PROGETTO INFRASTRUTTURA – GENERALE" i quali costituiscono parte integrante della presente relazione.

2 NORMATIVE E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Caratterizzazione geometrico-funzionale

- D. L.vo 30/04/1992 n. 285: “Nuovo codice della strada”;
- D.P.R. 16/12/1992 n. 495: “Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della Strada”;
- D.M. 05/11/2001: “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”;
- D.M. 22/04/2004: “Modifica del decreto 5 novembre 2001, n.6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»”;
- D.M. 19/04/2006: “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”;

Sono stati, inoltre, considerati i criteri di progetto forniti nell’ambito del seguente documento:

- Circolare Direzione Centrale Progettazione ANAS n. 53688/2009: “*Abachi per il dimensionamento delle corsie di uscita ed immissione sulle strade Tipo A e B*”.

Sovrastruttura stradale

- D. L.vo 30/04/1992 n. 285: “Nuovo codice della strada”;
- D.M. 05/11/2001: “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”;
- CNR - Bollettino Ufficiale - Norme Tecniche - Anno XXIX – N.178: “Catalogo delle pavimentazioni stradali”.

Sono state considerate, inoltre, le indicazioni e prescrizioni riportate nei seguenti documenti:

- AASHTO: “Guide for Design of Pavement Structures”;
- “Portanza dei sottofondi”: Fondazione politecnica per il mezzogiorno d’Italia – P. Giannattasio, C. Caliendo, L. Esposito, B. Festa, W. Pellecchia – Napoli , Dicembre 1989.

Dispositivi di ritenuta

- D.M. 18.02.1992 n. 223 – Recante le Istruzioni tecniche sulla progettazione, omologazione ed impiego delle barriere di sicurezza stradale;
- D.M. 3.06.1998 Recante le Istruzioni tecniche sulla progettazione, omologazione ed impiego delle barriere di sicurezza stradale (con esclusione delle istruzioni tecniche sostituite dalle istruzioni tecniche allegate al D.M. 21.6.2004 n. 2367);
- D.M. 21.06.2004 n. 2367 Recante le Istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali;
- D.M. 28.06.2011: Disposizioni sull’uso e l’installazione dei dispositivi di ritenuta stradale;
- EN 1317-1: 1998 Road restraint systems - Part 1: Terminology and general criteria for test methods [pubblicata in Italia come UNI EN 1317-1:2000];
- EN 1317-2:1998 Road restraint systems - Part 2: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for safety barriers + EN 1317-2/A1:2006 [pubblicata in Italia come UNI EN 1317-2:2007];

- EN 1317-3:2000 Road restraint systems - Part 3: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for crash cushions [pubblicata in Italia come UNI EN 1317-3:2002];
- ENV 1317-4:2001 Road restraint systems - Part 4: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for terminals and transitions of safety barriers [pubblicata in Italia come UNI ENV 1317-4:2003];
- EN 1317-5:2007 Road restraint systems - Part 5: Product requirements and evaluation of conformity for vehicle restraint systems [pubblicata in Italia come UNI EN 1317-5:2007] + EN 1317-5/A1:2008;
- EN 12767:2007 Passive safety of support structures for road equipment - Requirements, classification and test methods [pubblicata in Italia come UNI EN 12767:2008];
- D.M. 5.11.2001 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade e s.m.i. (cogente per le strade nuove e di riferimento per l’adeguamento delle strade esistenti);
- D.M. 19.4.2006 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali (cogente per le intersezioni nuove e di riferimento per l’adeguamento delle intersezioni esistenti);
- D.M. 1.04.2019 – Dispositivi stradali di sicurezza per i motociclisti (DSM).

Sono state applicate, inoltre, le indicazioni contenute nelle seguenti circolari, manuali e specifiche di progettazione, per quanto attinente ai dispositivi di ritenuta:

- Circolare 25.08.2004 n. 3065 - Direttiva sui criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali (per quanto ancora applicabile);
- Circolare 15.11.2007 n. 104862 - Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere di sicurezza rilasciate ai sensi delle norme antecedenti il D.M. 21.06.2004 (per quanto ancora applicabile);
- Circolare 21.7.2010 n. 62032 - Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali;
- Circolare 05.10.2010 n. 0080173 - Omologazione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali. Aggiornamento norme comunitarie UNI EN 1317, parti 1, 2 e 3 in ambito nazionale.

Segnaletica stradale

- D. L.vo 30/04/1992 n. 285: “Nuovo codice della strada”;
- D.P.R. 16/12/1992 n. 495: “Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della Strada”;
- Direttiva Ministero LL.PP. 24.10.2000 (Direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del Codice della Strada in materia di segnaletica e criteri per l’installazione e la manutenzione).

3 CRITERI E CARATTERISTICHE PROGETTUALI

L'intervento di potenziamento dell'Autostrada A90 (GRA) nel tratto compreso tra lo svincolo "Centrale del Latte" (a ridosso dell'area urbana di Casal Monastero) e lo svincolo A24 prevede:

- la realizzazione di viabilità complanari, sia in carreggiata esterna che in carreggiata interna, per l'intero tratto compreso tra Casal Monastero e l'Autostrada A24, ed il necessario spostamento dell'asse attuale del GRA verso la carreggiata interna;
- l'interconnessione delle viabilità complanari con gli svincoli esistenti sul GRA (svincolo "Centrale del Latte", svincolo "Tiburtina" e svincolo "A24");
- la connessione delle viabilità complanari con il GRA mediante collegamenti in entrata ed uscita;
- il collegamento tra la complanare interna e la complanare esterna mediante scavalco del GRA;
- il collegamento della complanare esterna con le viabilità esistenti di Via Sabatino e di Via Armenise;
- la realizzazione di una nuova viabilità di collegamento con Via Acuto per ripristino accesso a Casalmonastero.

Gli elementi stradali afferenti allo schema funzionale di progetto sono inquadrabili secondo i seguenti livelli:

- Adeguamento Autostrada A90 (GRA);
- Viabilità complanari (Viabilità Complanare Interna e Viabilità Complanare Esterna);
- Rampe di svincolo (Rampe di svincolo Complanare Interna e Rampe di svincolo Complanare Esterna);
- Collegamento Via Acuto.

Nella tabella seguente sono riportati gli elementi stradali afferenti a ciascun livello con i diversi tratti previsti in progetto e le manovre/collegamenti ad essi associate.

N		Elementi stradali	n		Tratti	Manovra/collegamento		
1	1	Adeguamento Autostrada A90 (GRA)	1	1	Adeguamento Autostrada A90 (GRA)	Collegamento e raccordo con Autostrada A90 (GRA) esistente		
2	2	Viabilità complanari	Viabilità Complanare Interna	1	1	Tratto 1	Collegamento Rampa 1 e Rampa 2 con Tratto 1-2 e Rampa 3	
	3			2	2	Tratto 1-2	Collegamento Tratto 1 con Tratto 2	
	4			3	3	Tratto 2	Collegamento Tratto 1-2 e Adeguamento rampa inversione Nord con Tratto 3 e Rampa 4	
	5			4	4	Tratto 3	Collegamento Tratto 2 con Tratto 3-4 e Rampa 5	
	6			5	5	Tratto 3-4	Collegamento Tratto 3 e Rampa 7 con Tratto 4	
	7			6	6	Tratto 4	Collegamento Tratto 3-4 e Rampa 8 con Rampa 10, Rampa 11 e Rampa 12	
	8			7	7	Tratti di collegamento con Autostrada A90 (GRA)	Rampa 2	Diversione da GRA Carreggiata Interna e collegamento con Tratto 1
	9			8	8		Rampa 3	Collegamento Tratto 1 con GRA Carreggiata Interna
	10			9	9		Rampa 8	Collegamento GRA Carreggiata Interna con Tratto 4
	11			10	10		Rampa 11	Collegamento Tratto 4 ed immissione in GRA Carreggiata Interna
	3			12		11	1	Tratto 5

N	Elementi stradali		n		Tratti		Manovra/collegamento		
13		Viabilità Complanare Esterna	12	2	Tratto 6		Collegamento Tratto 5 con Tratto 6-7 e Rampa 17		
			14	3	Tratto 6-7		Collegamento Tratto 6 con Tratto 7		
			15	4	Tratto 7		Collegamento Tratto 6-7 e Rampa 18 con Rampa 19 e Tratto 7-8		
			16	5	Tratto 7-8		Collegamento Tratto 7 con Tratto 8		
			17	6	Tratto 8		Collegamento Tratto 7-8 e Rampa 22 con Rampa 23 e Rampa 24		
			18	7	Tratti di collegamento con Autostrada A90 (GRA)	Rampa 23	Collegamento Tratto 8 ed immissione in GRA Carreggiata Esterna		
4	Rampe di svincolo	Rampe di svincolo Complanare Interna	1	1	Rampa 1		Collegamento Svincolo "Centrale del Latte" con ingresso in Tratto 1		
			2	2	Adeguamento Rampa inversione Nord		Collegamento Rampa inversione Nord 1° Stralcio funzionale con Tratto 1-2		
			3	3	Rampa 4		Collegamento Svincolo "Tiburтина" con uscita da Tratto 2		
			4	4	Rampa 5		Collegamento Svincolo "Tiburтина" con uscita da Tratto 3		
			5	5	Rampa 6		Collegamento Svincolo "Tiburтина" con Rampa 5 e Rampa 7		
			6	6	Rampa 7		Collegamento Svincolo "Tiburтина" ed immissione in Tratto 4		
			7	7	Rampa 12		Collegamento Svincolo "A24" con uscita da Tratto 4		
			8	8	Rampa 10		Diversione da Tratto 4 e collegamento con Tratto 5		
		5		Rampe di svincolo Complanare Esterna	9	2	Rampa 13		Collegamento Svincolo "A24" ed immissione in Tratto 5
					10	3	Rampa 14		Collegamento Svincolo "A24" con ingresso in Tratto 5
					11	4	Rampa 15		Collegamento viabilità esistente Via Sabatino con uscita da Tratto 5
					12	5	Rampa 17		Collegamento con Svincolo "Tiburтина" con uscita da Tratto 6
					13	6	Rampa 18		Collegamento Svincolo "Tiburтина" con ingresso in Tratto 7
					14	7	Rampa 19		Collegamento Tratto 7 con ingresso in Rampa di inversione Nord
					15	8	Rampa 20		Collegamento Via Armenise con ingresso in Rampa di inversione Nord
					16	9	Rampa 21		Collegamento Rotatoria Via Armenise ed immissione in Tratto 8
					17	10	Rampa 22		Diversione da GRA Carreggiata Esterna e collegamento con Tratto 8
					18	11	Rampa 24		Collegamento Svincolo "Centrale del Latte" con uscita da Tratto 8
6	37	Collegamento Via Acuto	1	1	Collegamento Via Acuto	Viabilità di collegamento con Via Acuto per accesso a Casal Monastero			

Con riferimento alle manovre di collegamento con gli svincoli esistenti (Svincolo "Centrale del Latte", Svincolo "Tiburтина", Svincolo "A24"), le manovre riferite alle corrispondenti viabilità esistenti interconnesse allo schema funzionale di progetto (Via Belmonte in Sabina, Via Tiburтина, Autostrada A24 Roma-L'Aquila-Teramo), garantite attraverso le rampe esistenti, sono assicurate attraverso gli interventi di progetto (Rampa 1 e Rampa 24; Rampa 4, Rampa 5, Rampa 6, Rampa 7, Rampa 17 e Rampa 18; Rampa 12, Rampa 13 e Rampa 14), come di seguito specificato:

- **Svincolo "Centrale del Latte"**

- o Rampa 1 (monodirezionale): diversione da Via Belmonte in Sabina direzione Ovest-Est;

- Rampa 24 (monodirezionale): immissione in Via Belmonte in Sabina direzione Ovest-Est.
- **Svincolo “Tiburtina”**
 - Rampa 4 (monodirezionale): immissione in Via Tiburtina direzione Tivoli-Roma;
 - Rampa 5 (monodirezionale): immissione in Via Tiburtina direzione Roma-Tivoli (tramite collegamento alla Rampa 6);
 - Rampa 6 (bidirezionale): diversione da Via Tiburtina direzione Roma-Tivoli ed immissione in Via Tiburtina direzione Roma-Tivoli;
 - Rampa 7 (monodirezionale): diversione da Via Tiburtina direzione Roma-Tivoli (tramite collegamento alla Rampa 6);
 - Rampa 17: immissione in Via Tiburtina direzione Roma-Tivoli;
 - Rampa 18: diversione da Via Tiburtina direzione Tivoli-Roma.
- **Svincolo “A24”**
 - Rampa 12: immissione in Autostrada A24 direzione L’Aquila-Roma e direzione Roma-L’Aquila;
 - Rampa 13: diversione da Autostrada A24 direzione L’Aquila-Roma;
 - Rampa 14: diversione da Autostrada A24 direzione Roma-L’Aquila.

3.1 OBIETTIVI, VINCOLI E CRITICITA’ DEL PROGETTO DI POTENZIAMENTO

3.1.1 Obiettivi e finalità dell’intervento

Il Progetto Definitivo del 2° stralcio funzionale ha come principale obiettivo l’alleggerimento del traffico veicolare lungo il GRA, nel tratto compreso tra lo Svincolo 12 (Centrale del Latte) e lo Svincolo 14 (Autostrada Roma-L’Aquila-Teramo) sgravandolo delle manovre di attraversamento e connessione con le viabilità esterne o interferenti. L’attuale sede dell’Autostrada 90, a tre corsie per senso di marcia, realizzata negli anni ’90, risulta, infatti, oramai ampiamente insufficiente, con condizioni prossime alla saturazione.

Allo scopo di migliorare le condizioni di circolazione nel tratto del GRA in oggetto, il progetto prevede il potenziamento funzionale dell’infrastruttura esistente, attraverso la realizzazione di due complanari, una in carreggiata interna e l’altra in carreggiata esterna, per l’intero tratto compreso tra lo Svincolo 12 (Centrale del Latte) e lo Svincolo 14 (Autostrada Roma-L’Aquila-Teramo), con l’adeguamento delle interconnessioni esistenti.

Per approfondimenti e dettagli riguardo gli obiettivi e le finalità dell’intervento, si rimanda alla “*Relazione illustrativa generale*” (T00EG00GENRE01) ed alla “*Relazione tecnica generale*” (T00EG00GENRE02).

3.1.2 Vincoli ed interferenze esistenti

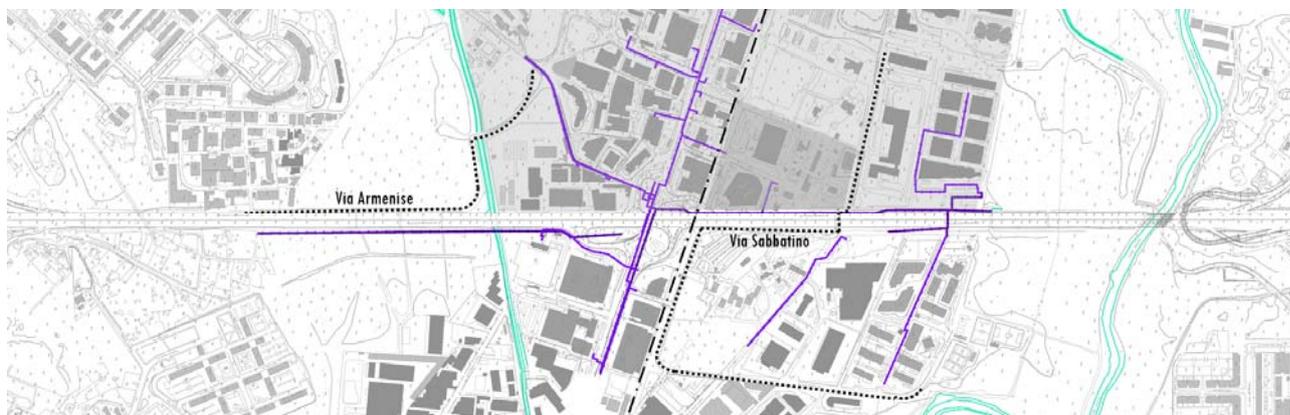
Il progetto si inserisce in un contesto territoriale caratterizzato dall’esiguità di spazi liberi e dalla presenza di numerose interferenze, sia naturali che artificiali, che hanno fortemente condizionato le scelte di progetto.

Nello specifico, nell’area di progetto si possono distinguere le seguenti tipologie di vincolo o interferenza:

- le superfici edificate non assoggettabili ad esproprio;
- la viabilità principale esistente costituita dalla Via Tiburtina;
- gli svincoli esistenti sul GRA, ovvero lo Svincolo 12 (Centrale del Latte) e lo Svincolo 14 (Autostrada A24 Roma-L’Aquila-Teramo);
- la viabilità secondaria esistente costituita dalla rete viaria minore che si sviluppa a ridosso del GRA;

- i corsi d'acqua costituiti dal fosso di Pratolungo e dal fiume Aniene;
- i sottoservizi.

Nella figura seguente sono individuate le principali criticità con cui il progetto di potenziamento si relaziona.



Principali criticità con cui il progetto di potenziamento si relaziona

L'area evidenziata in grigio, immediatamente a ridosso del GRA sul lato esterno, è densamente urbanizzata e risulta direttamente adiacente alla carreggiata in rilevato del GRA delimitata da muri di sostegno. Da tale vincolo deriva l'impossibilità di inserire la complanare esterna al fianco dell'attuale tracciato del GRA. Il progetto quindi ha necessariamente previsto lo spostamento dell'asse del GRA verso la carreggiata interna, utilizzando parte dell'attuale sede per l'inserimento della complanare.

In corrispondenza dello Svincolo Tiburtina, anche il lato interno del GRA è caratterizzato dall'esiguità di spazi liberi. Tale circostanza ha rappresentato un ulteriore vincolo di progetto nella riconfigurazione delle manovre di svincolo a valle dell'inserimento delle complanari e del disassamento dell'asse del GRA.

In figura sono evidenziate, inoltre, le due viabilità secondarie Via Armenise e Via Sabatino che attraversano e/o si sviluppano in adiacenza al GRA. Con l'inserimento delle complanari, tali viabilità vengono interferite. Il progetto ha quindi dovuto tenere conto della necessità di ripristinare i collegamenti ad oggi consentiti da tali viabilità minori.

In azzurro sono individuati i corsi d'acqua che attraversano il GRA nel tratto in esame: il fosso di Pratolungo e il fiume Aniene. La presenza dei due corsi d'acqua ha vincolato ulteriormente le scelte di progetto. Infatti le norme tecniche delle costruzioni prescrivono che, in corrispondenza dei corsi di acqua, le nuove opere garantiscano un franco minimo di 1,50 m rispetto al livello di piena del fiume. Inoltre, qualora fosse necessario realizzare pile in alveo, la luce netta minima tra pile contigue, o fra pila e spalla del ponte, non deve essere inferiore a 40 m misurati ortogonalmente al filone principale della corrente.

Nella figura precedente sono evidenziati i principali sottoservizi interferenti con il progetto. Si segnala in particolare la presenza di un gasdotto, indicato in viola, che si sviluppa immediatamente a ridosso e parallelamente al GRA. Trasversalmente al GRA, indicato con linea tratto e punto, è anche evidenziato l'asse di un fascio tubiero individuato in prossimità dello svincolo Tiburtina.

Il tratto del GRA in oggetto è attraversato trasversalmente in tre punti (in corrispondenza del fosso di Pratolungo, della Via Tiburtina e del fiume Aniene), caratterizzati da altrettante opere d'arte esistenti, che hanno vincolato e condizionato l'intervento di potenziamento in progetto, costituite da:

- Ponte sul fosso di Pratolungo;
- Opera di scavalco in sovrappasso di Via Tiburtina;
- Ponte sul fiume Aniene.

Il ponte sul fosso di Pratolungo, di cui nella figura seguente è riportata una vista tridimensionale, è un ponte a campata unica di luce pari a circa 14 metri.



Ponte esistente sul Fosso di Pratolungo

L'attuale opera di attraversamento della Via Tiburtina, di cui nella figura seguente è riportata un'immagine, è costituita da uno scavalco in sovrappasso di lunghezza pari a circa 20 m e con altezza libera di circa 4,50 m.

L'opera d'arte è stata realizzata in due distinti periodi. La sezione interna dello scavalco risale agli anni '60 realizzata in concomitanza con la costruzione del GRA; si tratta di un solettone in c.a. gettato in opera su casseri poggiante su spalle monolitiche in c.a.. A seguito dell'allargamento per la realizzazione della terza corsia del GRA si è provveduto ad affiancare all'opera d'arte esistente un impalcato composto da travi prefabbricate in c.a.p. gravanti su muri di sostegno posti in affiancamento alle spalle esistenti.



Sovrappasso esistente Via Tiburtina

Il ponte sul fiume Aniene, di cui nella figura seguente è riportata un'immagine, è un ponte ad arco a via superiore di luce pari a circa 65 m. L'opera è interamente realizzata in cemento armato .



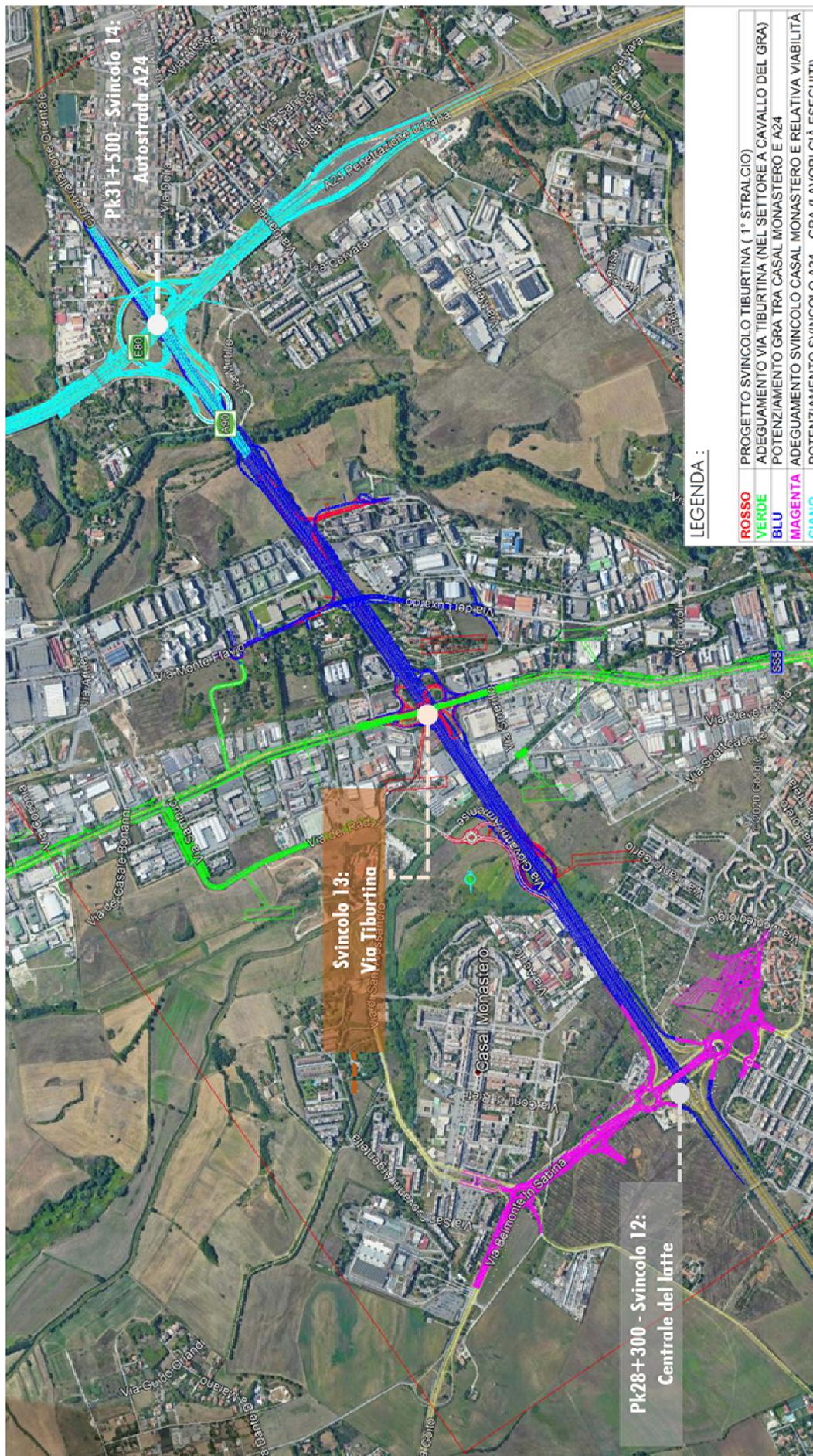
Ponte esistente sull'Aniene

Per approfondimenti e dettagli riguardo i vincoli e le interferenze esistenti, si rimanda alla “*Relazione illustrativa generale*” (T00EG00GENRE01) ed alla “*Relazione tecnica generale*” (T00EG00GENRE02).

3.2 COMPATIBILITA' TRA 1° E 2° STRALCIO FUNZIONALE E CON ASSE PRUSST

Il progetto di potenziamento dell'autostrada GRA fa parte di un intervento infrastrutturale a più ampia scala, rappresentato nella figura seguente, che include:

- A.** l'adeguamento a tre corsie per senso di marcia della via Tiburtina fra il km 9+300 e il km 15+800 (indicato in verde);
- B.** la sistemazione dello svincolo Tiburtina sul GRA complementare all'adeguamento a 3 corsie della via Tiburtina, e il potenziamento dell'autostrada GRA nel tratto compreso tra Casal Monastero (svincolo *Centrale del latte*) e la A24 con realizzazione di complanari interna ed esterna (interventi indicati in rosso e blu), il potenziamento dello svincolo di Casal Monastero (indicato in magenta) e il potenziamento dello svincolo GRA – A24 (indicato in ciano)



Planimetria del progetto complessivo di adeguamento di via Tiburtina e del GRA nel tratto tra lo svincolo Centrale del Latte e lo svincolo A24

Per quanto riguarda il punto A, ossia l'adeguamento a tre corsie di Via Tiburtina, i lavori sono stati affidati e sono in corso di realizzazione.

Per quanto riguarda il punto B, il potenziamento dello svincolo A24 è già stato realizzato, mentre il potenziamento dello svincolo Casal Monastero è oggetto di futura progettazione e realizzazione.

La progettazione della sistemazione del GRA tra i due suddetti svincoli è stata articolata in 2 stralci funzionali.

- Il **1° stralcio funzionale** (indicato in rosso) riguarda l'adeguamento del GRA in corrispondenza dello svincolo Tiburtina, a seguito dell'allargamento della sezione stradale di via Tiburtina.
- Il **2° stralcio funzionale**, (indicato in blu), oggetto del presente Progetto Definitivo, prevede la realizzazione di viabilità complanari, sia in carreggiata esterna che in carreggiata interna, per l'intero tratto compreso tra Casal Monastero e l'Autostrada A24.
-

3.2.1 Compatibilità tra 1° e 2° Stralcio funzionale

Il **1° stralcio funzionale** interviene sull'asse del GRA in tre punti significativi:

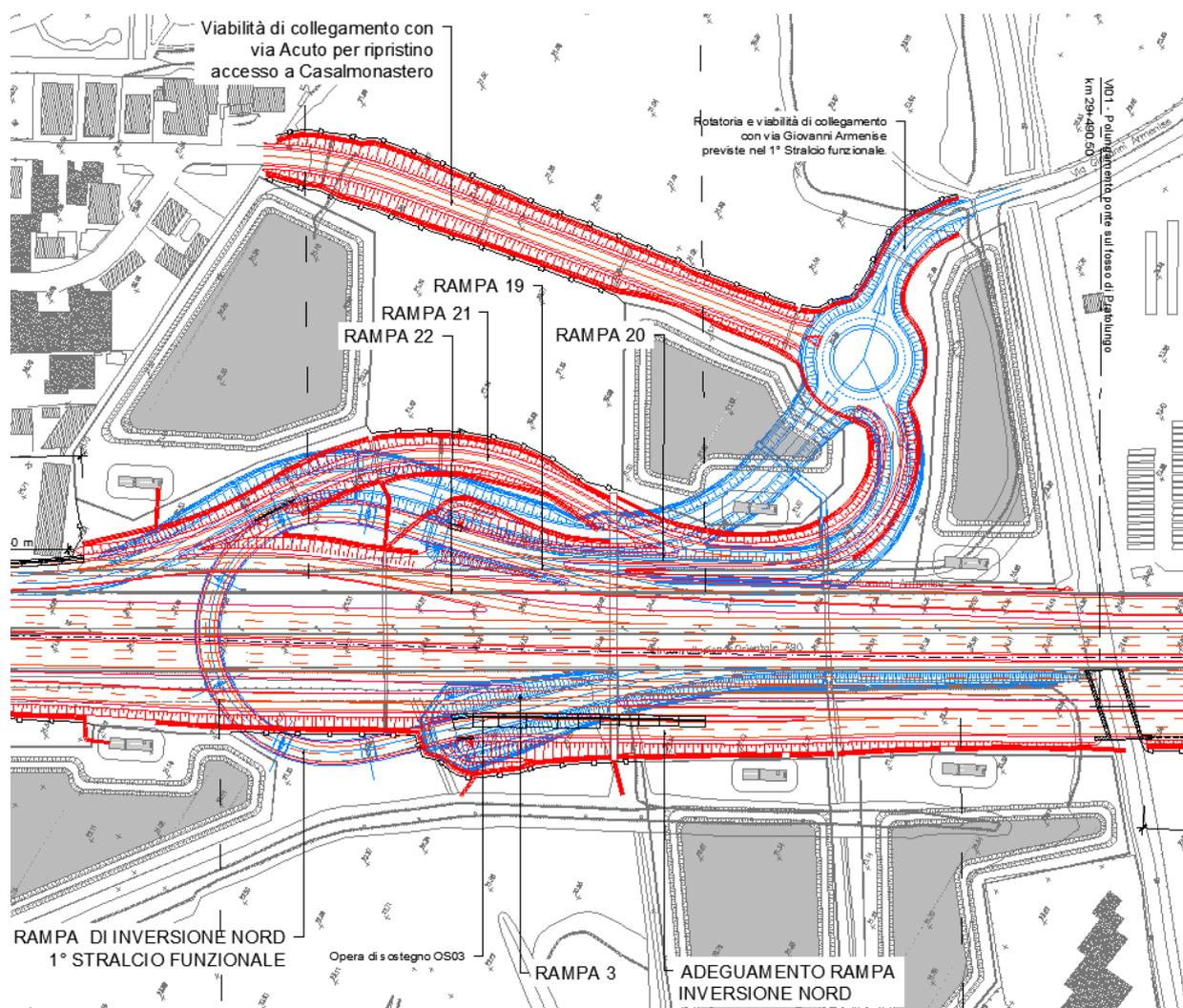
1. Rampa di inversione Nord: realizzazione di una rampa, finalizzata a garantire l'inversione di marcia sul GRA, con uscita dal GRA in direzione Nord ed ingresso nel GRA in direzione Sud, con opera di scavalco del GRA;
2. Svincolo Tiburtina: allargamento del sottopasso sulla via Tiburtina e adeguamento delle rampe dello svincolo;
3. Rampe Est ed Ovest: realizzazione di rampe in ingresso ed uscita dal GRA a Sud dello Svincolo Tiburtina.

Il progetto del **2° stralcio funzionale** richiede l'inserimento delle due complanari spostando l'asse GRA verso Sud-Ovest. La principale problematica, nel passaggio dal 1° al 2° stralcio, deriva dal fatto che nel 1° stralcio funzionale le rampe in ingresso ed uscita dal GRA afferiscono direttamente al GRA, mentre nel 2° stralcio funzionale esse si immettono sulle complanari. Inoltre, l'ampliamento del GRA verso la complanare interna (sud-ovest) comporta un ulteriore ampliamento del sottopasso di via Tiburtina lato Roma centro, per l'inserimento della complanare interna e, quindi, la revisione della funzionalità anche delle rampe che non sono state oggetto di modifica con il 1° stralcio funzionale (ingressi e uscite direzione Roma Centro).

Nel seguito vengono indicati gli aspetti di dettaglio della compatibilità tra i due stralci funzionali, con riferimento ai tre punti, di cui sopra, in cui il progetto del 1° stralcio funzionale interviene.

1. Rampa di inversione Nord

Nella figura seguente si riporta la sovrapposizione tra 1° e 2° stralcio funzionale in corrispondenza della Rampa di inversione Nord.



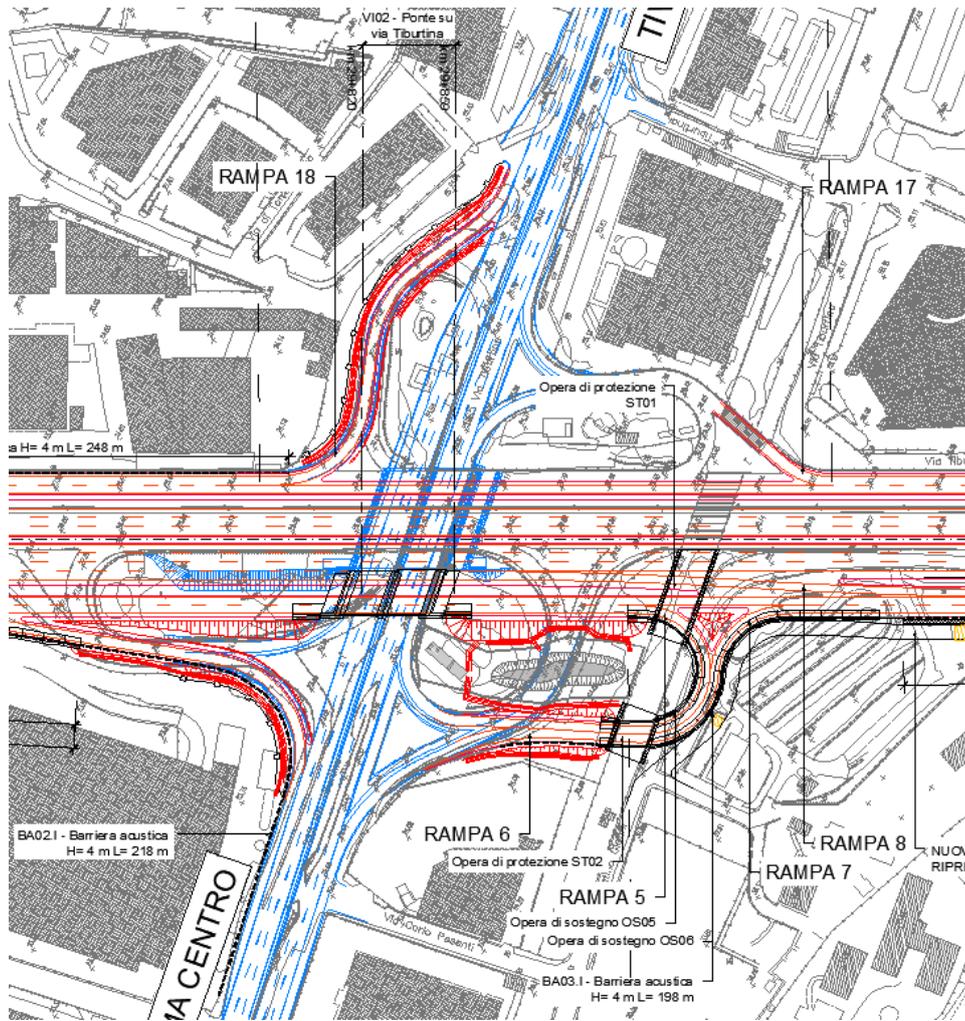
Sovrapposizione tra 1° e 2° stralcio funzionale in corrispondenza della Rampa di inversione Nord

In corrispondenza della Rampa di inversione Nord si evidenzia quanto segue:

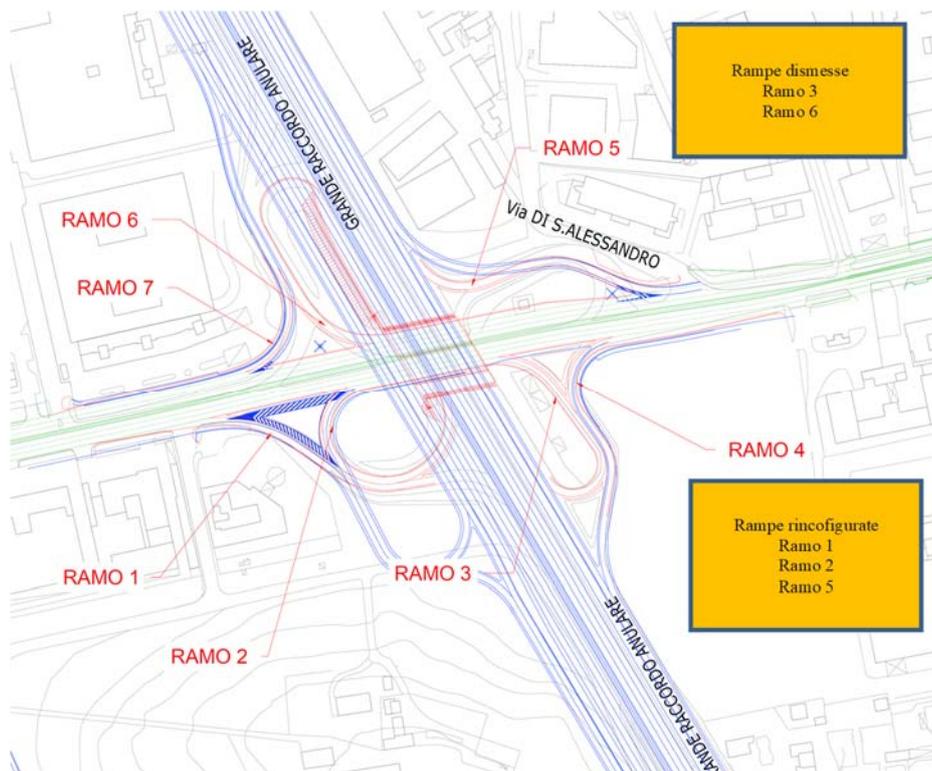
- le due corsie di via Armenise nella configurazione finale saranno a senso unico verso nord: una entrerà sulla rampa di inversione nord mentre l'altra si immette sulla complanare esterna;
- la rampa d'inversione nord nel 1° stralcio funzionale è a corsia unica; in configurazione finale tale rampa sarà percorsa da due corsie: una proveniente da via Armenise, l'altra proveniente dalla carreggiata esterna del GRA;
- l'innesto della rampa inversione nord nel 1° stralcio avviene direttamente sulla carreggiata interna del GRA; in fase finale tale innesto avverrà sulla complanare interna;
- l'altimetria e la larghezza dell'impalcato del cavalcavia realizzato con il 1° stralcio funzionale è compatibile con l'inserimento delle complanari del 2° stralcio funzionale.
- la distanza del fusto pila del cavalcavia realizzato con il 1° stralcio funzionale dalle corsie adiacenti è compatibile con gli spazi di deformazione dei dispositivi di ritenuta.

2. Svincolo Tiburtina

Nelle figure seguenti si riporta la sovrapposizione tra il 1° ed il 2° stralcio funzionale in corrispondenza dello Svincolo Tiburtina.



Sovrapposizione tra 1° e 2° stralcio funzionale in corrispondenza dello Svincolo Tiburtina - 1 di 2



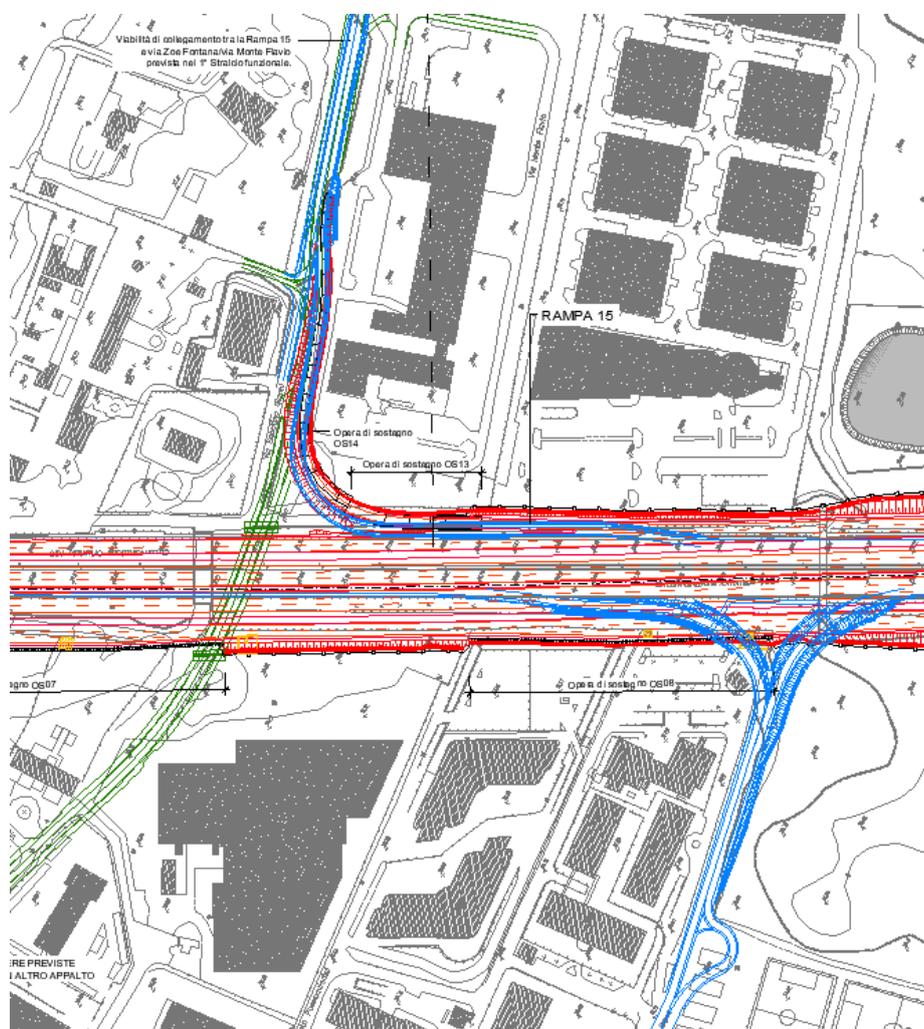
Sovrapposizione tra 1° e 2° stralcio funzionale in corrispondenza dello Svincolo Tiburtina - 2 di 2

In corrispondenza dello Svincolo Tiburtina si evidenzia quanto segue:

- le rampe corrispondenti al Ramo 3 ed al Ramo 6 del 1° stralcio funzionale vengono dismesse e funzionalmente sostituite dal sistema costituito dalle viabilità complanari e dalle due rampe di inversione (la Rampa di inversione Nord costruita nell'ambito del 1° stralcio funzionale e la Rampa di inversione Sud, corrispondente alla Rampa 10 del 2° stralcio funzionale);
- le rampe corrispondenti al Ramo 1, al Ramo 2 ed al Ramo 5 del 1° stralcio funzionale, nella configurazione corrispondente al 2° stralcio funzionale vengono riconfigurate per adeguarsi agli innesti sulle viabilità complanari interna ed esterna;
- la riconfigurazione delle rampe nella fase finale, corrispondente al 2° stralcio funzionale, non interessa opere d'arte realizzate nell'ambito del 1° stralcio funzionale.

3. Rampe Est ed Ovest

Nella figura seguente si riporta la sovrapposizione tra il 1° ed il 2° stralcio funzionale in corrispondenza delle Rampe Est ed Ovest.



Sovrapposizione tra 1° e 2° stralcio funzionale in corrispondenza delle Rampe Est ed Ovest

- per la rampa corrispondente al Ramo Est 1 del 1° stralcio funzionale, nel 2° stralcio funzionale è prevista la riconfigurazione planimetrica nella zona di sfioro dalla complanare esterna e la riconfigurazione altimetrica per l'allaccio con il futuro asse PRUSST;

- le rampe ovest del 1° stralcio funzionale vengono dismesse nel 2° stralcio funzionale, non essendo compatibili con lo schema funzionale di progetto.

3.2.2 Compatibilità con futuro Asse PRUSST

Per quanto riguarda la compatibilità con il futuro Asse PRUSST, si rimanda all'elaborato "Rampa 15: Plano-profilo compatibilità con Asse PRUSST" (T00PS00TRAPF02).

3.3 DATI DI TRAFFICO

Per quanto riguarda i dati di traffico, sono stati considerati i risultati delle analisi ed elaborazioni effettuate per la predisposizione dello studio di impatto viabilistico e verifica di compatibilità trasportistica, di cui allo "Studio di Impatto del Traffico" sviluppato nella presente fase progettuale ed inserito nell'ambito dell'elaborato "STUDIO DEL TRAFFICO-Relazione sullo studio del traffico" (T00SG00GENRE01).

In particolare, con riferimento ai risultati corrispondenti allo "Scenario di progetto-Settembre 2021", riportati nella Tabella 18 della "Relazione sullo studio del traffico", sono stati considerati i valori riportati nella seguente tabella.

N	Elementi stradali		n		Tratti	Manovra/collegamento	Caratteristiche direzionali	Veicoli leggeri/ora (a)	Veicoli pesanti/ora (a)	Ripartizione direzionale [%]	TGM leggeri	TGM pesanti	Densità [pc/mi/corsia]	LOS (b)		
1	1	Adeguamento Autostrada A90 (GRA)	GRA Carreggiata Interna	1.1	1.1	GRA INT-1	Da uscita Svincolo 12 a inizio Rampa 2	Monodirezionale	3.578	127	-	51.110	2.270	19	C	
				1.2	1.2	GRA INT-2	Da inizio Rampa 2 a fine Rampa 3	Monodirezionale	2.664	90	-	38.060	1.610	14,7	B	
				1.3	1.3	GRA INT-3	Da fine Rampa 3 a inizio Rampa 8	Monodirezionale	3.510	105	-	50.140	1.880	18,9	B	
				1.4	1.4	GRA INT-4	Da inizio Rampa 8 a fine Rampa 11	Monodirezionale	2.275	77	-	32.500	1.380	13	B	
				1.5	1.5	GRA INT-5	Da fine Rampa 11 fino a raccordo con GRA esistente in corrispondenza dello Svincolo 14	Monodirezionale	3.134	94	-	44.770	1.680	16,7	B	
			GRA Carreggiata Esterna	1.6	2.1	GRA EST-1	Da raccordo con GRA esistente in corrispondenza dello Svincolo 14 fino a inizio Rampa 22	Monodirezionale	1.408	66	-	20.110	1.180	9,1	A	
				1.7	2.2	GRA EST-2	Da inizio Rampa 22 a fine Rampa 23	Monodirezionale	1.185	51	-	16.930	910	7,9	A	
				1.8	2.3	GRA EST-3	Da fine Rampa 23 fino a raccordo con GRA esistente in corrispondenza dello Svincolo 12	Monodirezionale	2.879	129	-	41.130	2.300	18,3	C	
2	2	Viabilità complanari	Viabilità Complanare Interna	1	1	Tratto 1	Collegamento Rampa 1 e Rampa 2 con Tratto 1-2 e Rampa 3	Monodirezionale	2.329	61	-	33.270	1.090	17,9	B	
				2	2	Tratto 1-2	Collegamento Tratto 1 con Tratto 2	Monodirezionale	1.483	46	-	21.190	820	23,2	C	
				3	3	Tratto 2	Collegamento Tratto 1-2 e Adeguamento rampa inversione Nord con Tratto 3 e Rampa 4	Monodirezionale	2.548	58	-	36.400	1.040	14,1	B	
				4	4	Tratto 3	Collegamento Tratto 2 con Tratto 3-4 e Rampa 5	Monodirezionale	1.018	39	-	14.540	700	9,6	A	
				5	5	Tratto 3-4	Collegamento Tratto 3 e Rampa 7 con Tratto 4	Monodirezionale	508	12	-	7.260	210	9,5	A	
				6	6	Tratto 4	Collegamento Tratto 3-4 e Rampa 8 con Rampa 10, Rampa 11 e Rampa 12	Monodirezionale	3.719	55	-	53.130	980	19,3	C	
				7	7	Tratti di collegamento con Autostrada A90 (GRA)	Rampa 2	Diversione da GRA Carreggiata Interna e collegamento con Tratto 1	Monodirezionale	963	36	-	13.760	640	-	-21%
				8	8		Rampa 3	Collegamento Tratto 1 con GRA Carreggiata Interna	Monodirezionale	846	14	-	12.090	250	13,3	B

N	Elementi stradali		n	Tratti		Manovra/collegamento	Caratteristiche direzionali	Veicoli leggeri/ora (a)	Veicoli pesanti/ora (a)	Ripartizione direzionale [%]	TGM leggeri	TGM pesanti	Densità [pc/mi/corsia]	LOS (b)			
10			9	9	Rampa 8	Collegamento GRA Carreggiata Interna con Tratto 4	Monodirezionale	1.236	27	-	17.660	480	-	50%			
			11	10		Rampa 11	Collegamento Tratto 4 ed immissione in GRA Carreggiata Interna	Monodirezionale	859	16	-	12.270	290	25,1	C		
3		Viabilità Complanare Esterna	11	1	Tratto 5		Collegamento Rampa 13 e Rampa 14 con Rampa 15 e Tratto 6	Monodirezionale	4.556	72	-	65.090	1.290	26,5	C		
			12	2	Tratto 6		Collegamento Tratto 5 con Tratto 6-7 e Rampa 17	Monodirezionale	3.082	70	-	44.030	1.250	24,1	C		
			13	3	Tratto 6-7		Collegamento Tratto 6 con Tratto 7	Monodirezionale	2.350	20	-	33.570	360	43	E		
			14	4	Tratto 7		Collegamento Tratto 6-7 e Rampa 18 con Rampa 19 e Tratto 7-8	Monodirezionale	3.386	44	-	48.370	790	25,9	C		
			15	5	Tratto 7-8		Collegamento Tratto 7 con Tratto 8	Monodirezionale	2.320	33	-	33.140	590	44,5	E		
			16	6	Tratto 8		Collegamento Tratto 7-8 e Rampa 22 con Rampa 23 e Rampa 24	Monodirezionale	2.542	98	-	36.310	1.750	20	C		
			17	7	Tratti di collegamento con Autostrada A90 (GRA)	Rampa 23	Collegamento Tratto 8 ed immissione in GRA Carreggiata Esterna	Monodirezionale	1.698	78	-	24.260	1.390	21,7	C		
18																	
4		Rampe di svincolo Complanare Interna	1	1	Rampa 1		Collegamento Svincolo "Centrale del Latte" con ingresso in Tratto 1	Monodirezionale	1.366	24	-	19.510	430	-	5%		
			2	2	Adeguamento Rampa inversione Nord		Collegamento Rampa inversione Nord 1° Stralcio funzionale con Tratto 1-2	Monodirezionale	1.237	11 12	-	15.230	200	14,1	B		
			3	3	Rampa 4		Collegamento Svincolo "Tiburtina" con uscita da Tratto 2	Monodirezionale	1.530	19	-	21.860	340	14,1	B		
			4	4	Rampa 5		Collegamento Svincolo "Tiburtina" con uscita da Tratto 3	Monodirezionale	510	26	-	7920	460	7,6	A		
			5	5	Rampa 6 (c)		Collegamento Svincolo "Tiburtina" con Rampa 5 e Rampa 7	Bidirezionale	1.975 510	15 26	78% 22%	35.500	710	-	-		
			6	6	Rampa 7		Collegamento Svincolo "Tiburtina" ed immissione in Tratto 4	Monodirezionale	1.975	15	-	28.210	270	18,1	B		
			7	7	Rampa 12		Collegamento Svincolo "A24" con uscita da Tratto 4	Monodirezionale	2.706	38	-	38.660	680	28,1	D		
			8	8 1	Rampa 10		Diversione da Tratto 4 e collegamento con Tratto 5	Monodirezionale	154	10	-	2.200	180	26,5	C		
			9	2	Rampa 13		Collegamento Svincolo "A24" ed immissione in Tratto 5	Monodirezionale	2.205	52	-	31.500	930	25,1	C		
			10	3	Rampa 14		Collegamento Svincolo "A24" con ingresso in Tratto 5	Monodirezionale	796	6	-	11.370	110	-	+12% (e)		
			11	4	Rampa 15		Collegamento viabilità esistente Via Sabatino con uscita da Tratto 5	Monodirezionale	1.474	2	-	21.060	40	26,5	C		
5		Rampe di svincolo Complanare Esterna	12	5	Rampa 17		Collegamento con Svincolo "Tiburtina" con uscita da Tratto 6	Monodirezionale	702	29	-	10.030	520	16,9	B		
			13	6	Rampa 18		Collegamento Svincolo "Tiburtina" con ingresso in Tratto 7	Monodirezionale	1.006	3	-	14.370	50	-	-2%		
			14	7	Rampa 19		Collegamento Tratto 7 con ingresso in Rampa di inversione Nord	Monodirezionale	1.066	11	-	15.230	200	19,2	B		
			15	8	Rampa 20		Collegamento Via Armenise con ingresso in Rampa di inversione Nord	Monodirezionale	100	10	-	1.430	180	-	25%		
			16	9	Rampa 21		Collegamento Rotatoria Via Armenise ed immissione in Tratto 8	Monodirezionale	100	50	-	1.430	890	9,1	A		
			17	10	Rampa 22		Diversione da GRA Carreggiata Esterna e collegamento con Tratto 8	Monodirezionale	222	15	-	3.170	270	-	-33%		
			18	11	Rampa 24		Collegamento Svincolo "Centrale del Latte" con uscita da Tratto 8	Monodirezionale	847	20	-	12.100	360	18,5	B		

N	Elementi stradali	n	Tratti	Manovra/collegamento	Caratteristiche direzionali	Veicoli leggeri/ora (a)	Veicoli pesanti/ora (a)	Ripartizione direzionale [%]	TGM leggeri	TGM pesanti	Densità [pc/mi/corsia]	LOS (b)	
6	37	1	1	Collegamento Via Acuto	Viabilità di collegamento con Via Acuto per accesso a Casal Monastero	Bidirezionale	100	20	66%	2.140	540	9	A
							50	10	34%				
7	38	1	1	Collegamento Via Armenise	Collegamento Via Armenise	Bidirezionale	50	45	79%	850	1.070	9	A
							10	15	21%				
8	39	1	1	Rotatoria Via Armenise	Intersezione a rotatoria di interconnessione tra Collegamento Via Acuto, Collegamento Via Armenise e Rampa 21	Monodirezionale	-	-	-	-	9,1 (d)	A	

(a) Il volume veicolare si riferisce all'elemento analizzato.

(b) Per le aree di fusione (*merge areas*) non è possibile calcolare il LOS. L'analisi si limita a verificare la capacità dei rami in prossimità e il segmento a valle attraverso il rapporto flusso capacità. Si presenta per questi elementi la percentuale di variazione del rapporto volume – capacità rispetto al tratto precedente alla rampa.

(c) Per la rampa sei non è possibile calcolare il livello di servizio perché non corrisponde a un'area di immissione o divergenza.

(d) L'analisi di LOS per rotatoria è funzione del ritardo medio complessivo di tutti i bracci [secondi]

(e) L'aumento del rapporto volume capacità dovuto alla rampa 14, e anche influenzato dal volume in ingresso dalla rampa 13

3.3.1 Valore dei flussi considerati alla base della progettazione dei tratti specializzati di immissione

A partire dai valori riportati nella tabella precedente, sono stati desunti i valori dei flussi considerati alla base della progettazione dei tratti specializzati di immissione, ovvero i valori riferiti al flusso della corrente principale ($Q_{\text{corsia esterna}} = \text{portata sulla corsia di marcia adiacente il tratto di immissione}$) che si riportano nella tabella seguente.

n	Manovra	Strada principale						
		Qlegg [veicoli/h]	Qpes [veicoli/h]	Ceq	Q [veicoli equiv/h]	Numero corsie	%legg cor est	%pes cor est
1	Collegamento Svincolo "Tiburtina" ed immissione in Tratto 4	Tratto 3-4						
		508	12	2,5	538	1	100%	100%
2	Collegamento Tratto 4 ed immissione in GRA Carreggiata Interna	GRA INT-4						
		2.275	77	2,5	2.468	3	30%	30%
3	Collegamento Svincolo "A24" ed immissione in Tratto 5	Rampa 14						
		796	6	2,5	811	1	1	1
4	Collegamento Rotatoria Via Armenise ed immissione in Tratto 8	Tratto 8						
		2.542	98	2,5	2.787	2	40%	40%
5	Collegamento Tratto 4 ed immissione in GRA Carreggiata Interna	GRA EST-2						
		1.185	51	2,5	1.313	3	30%	30%

Con riferimento a ciascuna manovra di immissione, per i tratti stradali corrispondenti alla "strada principale", la notazione utilizzata nella tabella è la seguente:

- n = numero progressivo manovra di immissione;
- Manovra = indicazione del collegamento corrispondente alla manovra di immissione;
- Strada principale = indicazione della "strada principale";
- Q_{legg} = flusso di veicoli leggeri;
- Q_{pes} = flusso di veicoli pesanti;
- C_{eq} = coefficiente di equivalenza veicoli pesanti;
- Q = flusso totale in veicoli equivalenti/h = $Q_{\text{legg}} + C_{\text{eq}} \cdot Q_{\text{pes}}$;
- Numero corsie = numero corsie di marcia;
- %legg cor est = percentuale di veicoli leggeri sulla corsia di marcia esterna;

- %pes cor est = percentuale di veicoli pesanti sulla corsia di marcia esterna;
- $Q_{\text{corsia esterna}} = \text{portata sulla corsia di marcia adiacente il tratto di immissione} = [(\% \text{legg cor est} \cdot Q_{\text{legg}}) + C_{\text{eq}}(\% \text{legg cor est} \cdot Q_{\text{legg}})]$.
-

3.4 ADEGUAMENTO AUTOSTRADA A90 (GRA)

Il contesto nel quale si inserisce l'intervento di potenziamento in oggetto interessa il tratto dell'Autostrada A90 (GRA) compreso tra le uscite n.12 "Centrale del Latte" e n.14 "Autostrada A24 L'Aquila-Teramo".

Tale tratto autostradale presenta una sezione tipo a carreggiate separate, con 3 corsie per senso di marcia da 3,75 m, corsia di emergenza di 3,50 m e banchina in sinistra da 0,70 m. Lo spartitraffico presenta una larghezza di 2,60 m per una larghezza totale della piattaforma stradale pari a 33,50 m.

L'intervento di potenziamento in oggetto rende necessario l'adeguamento dell'infrastruttura esistente con spostamento dell'asse attuale del GRA verso la carreggiata interna.

3.4.1 Caratteristiche funzionali

L'infrastruttura stradale è inquadrata funzionalmente come "Autostrada in Ambito Extraurbano" (Categoria A extraurbana) secondo le "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" di cui al D.M. 05/11/2001 a cui è associato l'intervallo di velocità di progetto (90÷140) km/h.

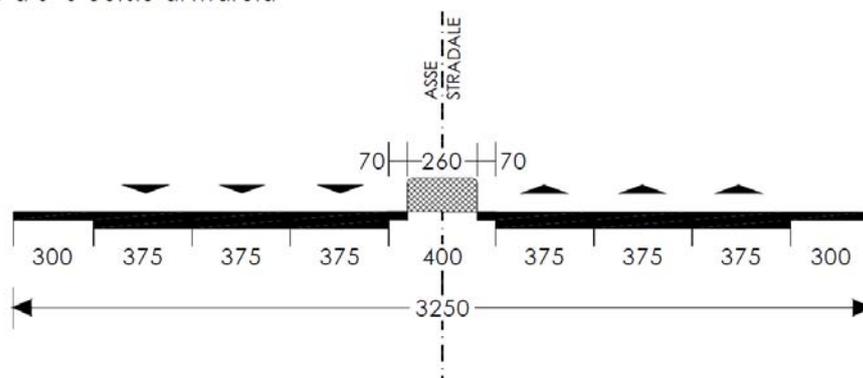
La stessa categoria di strada a correzione del refuso presente nella relazione tecnica del lotto precedente (1° Stralcio funzionale), per il quale tuttavia non erano previsti interventi sul sedime autostradale.

Per la scelta della categoria di strada si è fatto riferimento a quanto contenuto nella Relazione finale di Controllo per il "Progetto Definitivo delle complanari e relative connessioni infra-extra G.R.A. tra le uscite n.18 via Casilina e n.17 Tor Bella Monaca" di cui nota prot. CDG-13354_A del 03.02.2015.

Per quanto riguarda le caratteristiche funzionali, è stata adottata una sezione tipo, con configurazione coincidente con l'asse autostradale esistente (sezione tipo a carreggiate separate, con 3 corsie per senso di marcia da 3,75 m, corsia di emergenza di 3,50 m e banchina in sinistra da 0,70 m, con spartitraffico pari a 2,60 m, per una larghezza totale della piattaforma stradale pari a 33,50 m).

Tale sezione tipo è corrispondente alla configurazione base relativa alla "soluzione a 3+3 corsie di marcia", contenuta nella Fig. 3.6.a del D.M. 05/11/2001, illustrata nella figura seguente.

Soluzione a 3+3 corsie di marcia



3.4.2 Caratteristiche geometriche e intervallo di velocità di progetto

La geometrizzazione dell'intervento di adeguamento del GRA, previsto con mantenimento della sezione trasversale dell'asse autostradale esistente, è avvenuta definendo un asse di tracciamento, coincidente con l'asse della piattaforma stradale, a cui sono state riferite le caratteristiche geometriche plano-altimetriche.

Il riferimento per la rotazione delle carreggiate è stato definito in corrispondenza delle linee di estremità del margine interno, ovvero in corrispondenza delle estremità interne delle carreggiate, con quote coincidenti con le quote dell'asse di tracciamento. Quest'ultimo è stato impostato secondo quote di progetto corrispondenti con l'andamento altimetrico dell'asse dell'infrastruttura esistente.

La successione degli elementi del tracciato è stata definita sulla base delle prescrizioni contenute nelle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" di cui al D.M. 05/11/2001. In particolare, i parametri degli elementi plano-altimetrici sono stati dimensionati secondo la massima velocità dell'elemento desunta dal diagramma di velocità.

Il diagramma di velocità è stato redatto secondo l'intervallo di velocità di progetto (90 ÷ 140) km/h.

L'andamento planimetrico si compone di curve circolari di raggio pari a $R=R'=10.250$ m in corrispondenza delle quali, in linea con i criteri contenuti nel par. 5.2.4 del D.M. 05/11/2001, non sono state inserite clotoidi (in corrispondenza di curve circolari con valori dei raggi non inferiori a R' è possibile, infatti, conservare la sagoma in contropendenza al valore - 2,5 %, pertanto curve circolari con valori dei raggi non inferiori a R' , non richiedendo sopraelevazione, possono essere assimilate a rettili, non necessitando, quindi, di curve di transizione).

3.4.3 Distanze di visuale libera

Sulla base del diagramma di velocità è stata verificata la sussistenza delle distanze di visuale libera richieste per l'arresto ai sensi del D.M. 05/11/2001.

La verifica è stata svolta considerando l'andamento plano-altimetrico del tracciato attraverso un modello tridimensionale. Il modello tridimensionale adottato ai fini della verifica ha previsto una sezione trasversale semplificata avente come ostacolo alla visibilità un elemento verticale di altezza pari a 1,10 m in corrispondenza del limite esterno della banchina.

La verifica delle distanze di visuale libera considerando l'andamento plano-altimetrico del tracciato attraverso il modello tridimensionale utilizzato è dettagliata nello specifico elaborato "ADEGUAMENTO GRA-Diagramma di velocità e visuale libera" (P00PS00TRADG01).

Da tale elaborato, a cui si rimanda per i dettagli, si evince che, in conformità alle prescrizioni del D.M. 05/11/2001, lungo l'intero tracciato risulta assicurata, per entrambe le carreggiate, una distanza di visuale libera superiore alla visuale libera richiesta per l'arresto.

Le caratteristiche principali dell'intervento di adeguamento dell'Autostrada A90 (GRA) sono riassunte nella tabella seguente.

Per il dettaglio delle verifiche dell'andamento geometrico si rimanda al Cap. 4.

Tratto	Inquadramento funzionale	Tipo di intervento	Numero carreggiate	Sezione tipo piattaforma					Velocità di progetto	
				Spartitraffico [m]	Numero corsie di marcia per carreggiata	Banchina in sinistra [m]	Corsia [m]	Corsia di emergenza [m]	Vp adottato	
									Vpmin [km/h]	Vpmax [km/h]
Adeguamento Autostrada A90 (GRA)	Autostrada	Adeguamento strada esistente	2	2,60	3	0,70	3,75	3,50	90	140

3.5 VIABILITA' COMPLANARI

L'intervento di potenziamento dell'Autostrada A90 (GRA) prevede la realizzazione di viabilità complanari, sia in carreggiata esterna che in carreggiata interna, per l'intero tratto compreso tra Casal Monastero e l'Autostrada A24.

Le viabilità complanari si configurano come strade di servizio dell'Autostrada A90 (GRA) e si inquadrano come intervento di adeguamento dell'infrastruttura esistente del GRA con potenziamento funzionale dello stesso.

Le viabilità complanari previste in progetto rientrano, pertanto, nell'ambito degli interventi per i quali la norma cogente di riferimento è costituita dal D.M. 22/04/2004 (*“Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»*) secondo cui le prescrizioni contenute nelle *“Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”* di cui al D.M. 05/11/2001, con carattere di cogenza limitato alle strade di nuova realizzazione, sono *“di riferimento”* per l'adeguamento delle strade esistenti (art.1 D.M. 22/04/2004).

Si rileva, inoltre, che l'intervento di adeguamento in progetto è stato condizionato da **vincoli progettuali** derivanti da:

- **congruenza con i tratti stradali reciprocamente interconnessi;**
- **parallelismo e/o complanarità all'infrastruttura adeguata del GRA;**
- **interferenza con infrastrutture esistenti e/o di progetto;**
- **salvaguardia delle preesistenze.**

3.5.1 Caratteristiche funzionali

Per quanto riguarda le caratteristiche funzionali, è stata adottata una sezione trasversale con carreggiata costituita da corsie (da una fino a tre per senso di marcia) di larghezza pari a 3,50 m con banchina in destra pari a 1,25 m e banchina in sinistra pari a 0,50 m.

In particolare, a partire dalla configurazione base della sezione trasversale, composta da due corsie di marcia con piattaforma di larghezza pari a 8,75 m (0,50 + 3,50 + 3,50 + 1,25), in funzione delle interconnessioni delle viabilità complanari, sia con il GRA che con le rampe di svincolo, nonché delle interconnessioni reciproche tra complanari, l'assetto complessivo delle viabilità complanari prevede anche tratti ad una corsia, con piattaforma di larghezza pari a 5,25 m (0,50 + 3,50 + 1,25) e tratti a tre corsie, con piattaforma di larghezza pari a 8,75 m (0,50 + 3,50 + 3,50 + 1,25).

In tutte le configurazioni di sezione trasversale, le complanari sono separate dall'infrastruttura adeguata del GRA attraverso uno spartitraffico di larghezza minima prevalente non inferiore a 2,60 m.

Le caratteristiche funzionali dei tratti relativi alle Viabilità Complanari sono riportate nella tabella seguente.

Elementi stradali		n		Tratti	Inquadramento funzionale	Numero carreggiate	Caratteristiche direzionali	Sezione tipo piattaforma			
								Numero corsie	Banchina in sinistra [m]	Corsia [m]	Banchina in destra [m]
Viabilità complanari	Viabilità Complanare Interna	1	1	Tratto 1	Strada di servizio Autostrada	1	Monodirezionale	2	0,50	3,50	1,25
		2	2	Tratto 1-2	Strada di servizio Autostrada	1	Monodirezionale	1	0,50	3,50	1,25
		3	3	Tratto 2	Strada di servizio Autostrada	1	Monodirezionale	3	0,50	3,50	1,25
		4	4	Tratto 3	Strada di servizio Autostrada	1	Monodirezionale	2	0,50	3,50	1,25
		5	5	Tratto 3-4	Strada di servizio Autostrada	1	Monodirezionale	1	0,50	3,50	1,25
		6	6	Tratto 4	Strada di servizio Autostrada	1	Monodirezionale	2	0,50	3,50	1,25
	Viabilità Complanare Esterna	11	1	Tratto 5	Strada di servizio Autostrada	1	Monodirezionale	2	0,50	3,50	1,25
		12	2	Tratto 6	Strada di servizio Autostrada	1	Monodirezionale	2	0,50	3,50	1,25
		13	3	Tratto 6-7	Strada di servizio Autostrada	1	Monodirezionale	1	0,50	3,50	1,25
		14	4	Tratto 7	Strada di servizio Autostrada	1	Monodirezionale	2	0,50	3,50	1,25
		15	5	Tratto 7-8	Strada di servizio Autostrada	1	Monodirezionale	1	0,50	3,50	1,25
		16	6	Tratto 8	Strada di servizio Autostrada	1	Monodirezionale	2	0,50	3,50	1,25

3.5.2 Caratteristiche geometriche e intervallo di velocità di progetto

La successione degli elementi del tracciato è stata definita sulla base delle prescrizioni contenute nelle “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” di cui al D.M. 05/11/2001 le quali, in funzione dei vincoli e condizionamenti imposti, sono state integrate con l’adozione di criteri di flessibilità al fine di garantire una progettazione compatibile con il contesto (territoriale e progettuale) nell’ambito del quale si colloca l’intervento.

I criteri di flessibilità adottati hanno riguardato l’ammissione di deviazioni rispetto alle prescrizioni contenute nel D.M. 05/11/2001 per ciò che attiene i criteri legati a prescrizioni di carattere ottico.

In tal senso, in funzione delle particolari condizioni al contorno, dovute all’inserimento in un contesto vincolato, che impedisce il pieno rispetto del D.M. 05/11/2001, per l’andamento planimetrico sono state ammesse deviazioni rispetto alle prescrizioni contenute nello stesso, in relazione ai seguenti aspetti:

- lunghezza minima dei rettifili;
- sviluppo minimo delle curve circolari;
- parametro di scala delle clotoidi con riferimento al criterio ottico.

L'approccio seguito per la definizione geometrica delle viabilità complanari è stato finalizzata alla definizione di **soluzioni progettuali, compatibili con i vincoli e condizionamenti imposti, il più possibile aderenti alle prescrizioni normative e, in ogni caso, sempre rispondenti ai criteri di sicurezza.**

In particolare, le soluzioni progettuali adottate sono caratterizzate dal rispetto dei seguenti criteri di sicurezza:

Andamento planimetrico

- rispetto del raggio minimo delle curve circolari;
- clotoidi con parametro di scala conforme al criterio per la limitazione del contraccolpo ed al criterio per la sopraelevazione longitudinale dei cigli (criteri 1 e 2).

Tuttavia, per il "Tratto 8", in funzione dei vincoli imposti dal parallelismo al GRA in corrispondenza della curva n.4 (R=10276,85 m) e dalla necessità di raccordo, tramite flesso, tra le curve di verso opposto costituite dalla curva n.3 (R=559 m) e dalla curva n.4 (R=10276,85 m), per l'ultima clotoide (clotoide n.7) sono state ritenute ammissibili deviazioni per il parametro di scala con riferimento al criterio 2.

Andamento altimetrico

- raccordi parabolici concavi e convessi con raggi tali da assicurare il comfort di marcia e le distanze di visuale libera richieste per l'arresto;
- pendenze delle livellette compatibili con i valori limite prescritti dalla normativa.

L'andamento planimetrico si compone di curve circolari di raggio pari a $R=R'=5.250$ m in corrispondenza delle quali, in linea con i criteri contenuti nel par. 5.2.4 del D.M. 05/11/2001, non si richiede l'inserimento di clotoidi (in corrispondenza di curve circolari con valori dei raggi non inferiori a R' è possibile, infatti, conservare la sagoma in contropendenza al valore - 2,5 %, pertanto curve circolari con valori dei raggi non inferiori a R' , non richiedendo sopraelevazione, possono essere assimilate a rettili, non necessitando, quindi, di curve di transizione).

Fermo restando quanto sopra, gli elementi geometrici sono stati dimensionati secondo la massima velocità dell'elemento desunta dal diagramma di velocità.

Il diagramma di velocità è stato redatto secondo l'intervallo di velocità di progetto (40 ÷ 100) km/h prescritto per le strade di servizio riferite ad Autostrade in Ambito Extraurbano.

Nei casi in cui i vincoli progettuali hanno imposto univocamente l'andamento geometrico (Tratto 7-8 e Tratto 8) è stato considerato un diagramma di velocità con riduzione a 70 km/h del limite superiore dell'intervallo di velocità di progetto rispetto al valore prescritto.

Gli intervalli di velocità di progetto relativi ai tratti delle viabilità complanari sono riportati nella tabella seguente.

Elementi stradali		n		Tratti	Inquadramento funzionale	Velocità di progetto			
						Vp prescritto D.M.		Vp adottato	
						Vpmin [km/h]	Vpmax [km/h]	Vpmin [km/h]	Vpmax [km/h]
Viabilità complanari	Viabilità Complanare Interna	1	1	Tratto 1	Strada di servizio Autostrada	40	100	40	100

		2	2	Tratto 1-2	Strada di servizio Autostrada	40	100	40	100
		3	3	Tratto 2	Strada di servizio Autostrada	40	100	40	100
		4	4	Tratto 3	Strada di servizio Autostrada	40	100	40	100
		5	5	Tratto 3-4	Strada di servizio Autostrada	40	100	40	100
		6	6	Tratto 4	Strada di servizio Autostrada	40	100	40	100
	Viabilità Complanare Esterna	11	1	Tratto 5	Strada di servizio Autostrada	40	100	40	100
		12	2	Tratto 6	Strada di servizio Autostrada	40	100	40	100
		13	3	Tratto 6-7	Strada di servizio Autostrada	40	100	40	100
		14	4	Tratto 7	Strada di servizio Autostrada	40	100	40	100
		15	5	Tratto 7-8	Strada di servizio Autostrada	40	100	40	70
		16	6	Tratto 8	Strada di servizio Autostrada	40	100	40	70

In funzione dei diagrammi di velocità corrispondenti agli intervalli di velocità di progetto adottati (cfr. Cap. 5 e Cap. 6), nonché delle interconnessioni presenti con gli ulteriori elementi stradali, fine di garantire idonee condizioni di sicurezza, lungo le Viabilità Complanari sono state previste opportune limitazioni alla massima velocità consentita all'utenza tramite limiti amministrativi di velocità per il dettaglio dei quali si rimanda agli specifici elaborati grafici *“Planimetria segnaletica orizzontale e verticale”* da Tavola 1 di 6 a Tavola 6 di 6 (da T00PS00TRAPN01 e T00PS00TRAPN06).

3.5.3 Distanze di visuale libera

Sulla base dei diagrammi di velocità adottati è stata verificata la sussistenza delle distanze di visuale libera richieste per l'arresto ai sensi del D.M. 05/11/2001.

La verifica è stata svolta considerando l'andamento plano-altimetrico del tracciato attraverso un modello tridimensionale. Il modello tridimensionale adottato ai fini della verifica ha previsto una sezione trasversale semplificata avente come ostacolo alla visibilità un elemento verticale di altezza pari a 1,10 m in corrispondenza del limite esterno della banchina.

La verifica delle distanze di visuale libera considerando l'andamento plano-altimetrico del tracciato attraverso il modello tridimensionale utilizzato è dettagliata negli specifici elaborati:

VIABILITA' COMPLANARE INTERNA

- *“Complanare carreggiata interna Tratto 1, 1-2 e 2 - Diagramma di velocità e visuale libera”* (S01PS00TRADG01);
- *“Complanare carreggiata interna Tratto 3, 3-4 e 4 - Diagramma di velocità e visuale libera”* (S01PS00TRADG02).

VIABILITA' COMPLANARE ESTERNA

- *“Complanare carreggiata esterna Tratto 5, 6, 6-7 e 7 - Diagramma di velocità e visuale libera”* (S02PS00TRADG01);

- “Complanare carreggiata esterna Tratto 7-8 e 8 - Diagramma di velocità e visuale libera” (S02PS00TRADG02).

Da tale elaborati, a cui si rimanda per i dettagli, si evince che, in conformità alle prescrizioni del D.M. 05/11/2001, lungo le viabilità complanari risulta assicurata, lungo l'intero tracciato, una distanza di visuale libera superiore alla visuale libera richiesta per l'arresto. Le verifiche hanno evidenziato la necessità di operare, lungo alcuni tratti, arretramenti degli ostacoli laterali (barriere di sicurezza), mediante ampliamento della carreggiata, al fine di rendere congruenti le distanze di visuale libera con le distanze di visibilità richieste per l'arresto.

Inoltre, in corrispondenza dei tratti di scambio lungo le complanari è stata condotta la verifica della distanza di visibilità per la manovra di cambiamento di corsia, valutando, lungo tali tratti, la lunghezza del tratto di strada occorrente per il passaggio dalle corsie più esterne a quelle più interne e viceversa.

Dalla verifica, riportata nell'elaborato “Planimetria verifiche distanze di visibilità per le manovre di cambiamento di corsia” (T00PS00TRAPL03), si evince che, in funzione dei vincoli e condizionamenti imposti (i quali hanno definito univocamente la configurazione dei tratti di scambio), al fine di assicurare visuali libere disponibili (DVL) compatibili con le distanze richieste ($D_c = 2,6 V$) sono state inserite opportune limitazioni alla velocità massima di percorrenza (limiti amministrativi di velocità) in corrispondenza del “Tratto 1-2” (manovra di cambiamento di corsia dal Tratto 1-2 alla Rampa 4) e del “Tratto 5” (manovra di cambiamento di corsia dalla Rampa 10 alla Rampa 15).

3.5.4 Giustificazione e motivazione dei valori dei parametri adottati

Sulla base dei criteri progettuali adottati, nella tabella seguente è riportata giustificazione e motivazione dei valori dei parametri geometrici adottati.

Per il dettaglio delle verifiche dell'andamento geometrico ai criteri progettuali utilizzati si rimanda al Cap. 5 ed al Cap. 6.

Elementi stradali		n	Tratti	Elemento	Parametro limite		Giustificazione e motivazione dei valori dei parametri adottati		
Viabilità complanari	Viabilità Complanare Interna	1	1	Tratto 1	Andamento planimetrico	Rettifilo n°1 - Lunghezza (m):123.60	Lunghezza minima (m)	150.00	Il rettifilo, vincolato dal parallelismo con il rettifilo terminale della Rampa 1, costituisce elemento terminale dell'andamento planimetrico.
						Clotoide n°1 - Parametro A:226.125 - Lunghezza (m):46.13	Criterio ottico	3.408.417	Il parametro della clotoide è stato adottato in funzione dei vincoli imposti dalla curva n.1 (R=10225,25 m), con andamento parallelo al GRA, e dalla curva n.2 (R=1000 m) con deviazione angolare vincolata al raccordo, tramite clotoide di flessio, alla successiva curva n.3 (R=1000 m).
							Clotoide di continuità (R2<R1). A>=R1/3	3.408.417	
						Raccordo n°2 - Raggio (m):1000.00 - Lunghezza (m):10.04	Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione	69.44	Gli elementi geometrici della curva sono stati adottati in funzione dei vincoli imposti dalla curva n.1 (R=10225,25 m), con andamento parallelo al GRA, e dalla curva n.3 (R=1000 m) con elementi geometrici vincolati dalla posizione delle sottostrutture del Cavalcavia della Rampa di Inversione Nord del 1° Stralcio funzionale.
Clotoide n°2 - Parametro	Criterio ottico	333.333	Il parametro della clotoide è stato adottato in funzione dei vincoli imposti						

Elementi stradali		n	Tratti	Elemento	Parametro limite		Giustificazione e motivazione dei valori dei parametri adottati			
				A:158.389 - Lunghezza (m):25.09			dalla posizione della curva n.1 (R=10225,25 m) e della curva n.3 (R=1000 m).			
				Clotoide n°3 - Parametro A:158.389 - Lunghezza (m):25.09	Criterio ottico	333.333	Il parametro della clotoide è stato adottato in funzione dei vincoli imposti dalla posizione della curva n.1 (R=10225,25 m) e della curva n.3 (R=1000 m).			
				Raccordo n°3 - Raggio (m):1000.00 - Lunghezza (m):15.33	Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione	69.44	Gli elementi geometrici della curva sono stati adottati in funzione dei vincoli imposti dalla posizione delle sottostrutture del Cavalcavia della Rampa di Inversione Nord del 1° Stralcio funzionale.			
				Clotoide n°4 - Parametro A:210.620 - Lunghezza (m):44.36	Criterio ottico	333.333	Il parametro della clotoide è stato adottato in funzione dei vincoli imposti dalla posizione delle sottostrutture del Cavalcavia della Rampa di Inversione Nord del 1° Stralcio funzionale e dalla connessione in congruenza con il Tratto 1-2.			
				Rettilino n°2 - Lunghezza (m):21.12	Lunghezza minima (m)	150.00	Il rettilino, vincolato dal raccordo in congruenza con il Tratto 1-2, costituisce elemento terminale dell'andamento planimetrico.			
			Andamento altimetrico	pienamente conforme sulla base dell'intervallo di velocità di progetto prescritto.						
		2	2	Tratto 1-2	Andamento planimetrico	Raccordo n°1 - Raggio (m):1003.50 - Lunghezza (m):15.42	Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione	69.44	La curva, con elementi geometrici vincolati dalla connessione in congruenza con il Tratto 1, costituisce elemento terminale dell'andamento planimetrico.	
						Clotoide n°1 - Parametro A:211.182 - Lunghezza (m):44.44	Criterio ottico	334.500	Il parametro della clotoide è stato adottato in funzione dei vincoli imposti dalla connessione in congruenza con il Tratto 1-2.	
					Andamento altimetrico	pienamente conforme sulla base dell'intervallo di velocità di progetto prescritto.				
		3	3	Tratto 2	Andamento planimetrico	Rettilino n°1 - Lunghezza (m):118.70	Lunghezza minima (m)	150.00	Il rettilino, vincolato dal parallelismo al GRA ed in connessione in congruenza con il Tratto 3, costituisce elemento terminale dell'andamento planimetrico.	
					Andamento altimetrico	pienamente conforme sulla base dell'intervallo di velocità di progetto prescritto.				
		4	4	Tratto 3	Andamento planimetrico	pienamente conforme sulla base dell'intervallo di velocità di progetto prescritto.				
					Andamento altimetrico	pienamente conforme sulla base dell'intervallo di velocità di progetto prescritto.				
		5	5	Tratto 3-4	Andamento planimetrico	pienamente conforme sulla base dell'intervallo di velocità di progetto prescritto.				
					Andamento altimetrico	pienamente conforme sulla base dell'intervallo di velocità di progetto prescritto.				
		6	6	Tratto 4	Andamento planimetrico	pienamente conforme sulla base dell'intervallo di velocità di progetto prescritto.				
					Andamento altimetrico	pienamente conforme sulla base dell'intervallo di velocità di progetto prescritto.				
		Viabilità Complanare Esterna	11	1	Tratto 5	Andamento planimetrico	pienamente conforme sulla base dell'intervallo di velocità di progetto prescritto.			
						Andamento altimetrico	pienamente conforme sulla base dell'intervallo di velocità di progetto prescritto.			
			12	2	Tratto 6	Andamento planimetrico	Rettilino n°1 - Lunghezza (m):103.07	Lunghezza minima (m)	150.00	Il rettilino, vincolato dal parallelismo al GRA ed in connessione in congruenza con il Tratto 6-7,

Elementi stradali		n	Tratti	Elemento	Parametro limite	Giustificazione e motivazione dei valori dei parametri adottati
						costituisce elemento terminale dell'andamento planimetrico.
				Andamento altimetrico	pienamente conforme sulla base dell'intervallo di velocità di progetto prescritto.	
		13	3	Tratto 6-7	Andamento planimetrico	pienamente conforme sulla base dell'intervallo di velocità di progetto prescritto.
				Andamento altimetrico	pienamente conforme sulla base dell'intervallo di velocità di progetto prescritto.	
		14	4	Tratto 7	Andamento planimetrico	Clotoide n°1 - Parametro A:264.941 - Lunghezza (m):35.16 Criterio ottico 665.500 Il parametro della clotoide è stato adottato in funzione dei vincoli imposti dall'allineamento in connessione e congruenza con la Rampa 19 e con il Tratto 7-8.
				Raccordo n°1 - Raggio (m):1996.50 - Lunghezza (m):43.83 Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione 69.44 Gli elementi geometrici della curva sono stati adottati in funzione dei vincoli imposti dall'allineamento in connessione e congruenza con la Rampa 19 e con il Tratto 7-8.		
				Clotoide n°2 - Parametro A:264.844 - Lunghezza (m):35.13 Criterio ottico 665.500 Il parametro della clotoide è stato adottato in funzione dei vincoli imposti dall'allineamento in connessione e congruenza con la Rampa 19 e con il Tratto 7-8.		
				Andamento altimetrico	pienamente conforme sulla base dell'intervallo di velocità di progetto prescritto.	
		15	5	Tratto 7-8	Andamento planimetrico	Clotoide n°1 - Parametro A:124.023 - Lunghezza (m):23.66 Criterio ottico 216.667 Il parametro della clotoide è stato adottato in funzione dei vincoli imposti dall'allineamento in connessione e congruenza con il Tratto 7 e con la Rampa 22.
				Clotoide n°2 - Parametro A:95.000 - Lunghezza (m):13.88 Criterio ottico 216.667 Clotoide di flesso simmetrica (R2<R1). A>=R1/3 Il parametro della clotoide è stato adottato in funzione dei vincoli imposti dall'allineamento in connessione e congruenza con il Tratto 8.		
				Andamento altimetrico	pienamente conforme sulla base dell'intervallo di velocità di progetto adottato.	
		16	6	Tratto 8	Andamento planimetrico	Clotoide n°4 - Parametro A:95.000 - Lunghezza (m):30.08 Criterio ottico 100.000 Clotoide di flesso simmetrica (R2<R1). A>=R1/3 186.333 Il parametro della clotoide è stato adottato in funzione dei vincoli imposti dall'allineamento in connessione e congruenza con la Rampa 21.
				Clotoide n°5 - Parametro A:95.000 - Lunghezza (m):16.14 Criterio ottico 186.333 Clotoide di flesso simmetrica (R2<R1). A>=R1/3 186.333 Il parametro della clotoide è stato adottato in funzione dei vincoli imposti dall'allineamento in connessione e congruenza con la Rampa 21.		
				Clotoide n°6 - Parametro A:106.500 - Lunghezza (m):20.29 Criterio ottico 186.333 Clotoide di flesso simmetrica (R2<R1). A>=R1/3 3.425.617 Il parametro della clotoide è stato adottato in funzione dei vincoli imposti dall'allineamento parallelo al GRA.		
				Clotoide n°7 - Parametro A:106.500 - Lunghezza (m):1.10 Clotoide di flesso simmetrica (R2<R1). A>=R1/3 3.425.617 Il parametro della clotoide è stato adottato in funzione dei vincoli imposti dal parallelismo al GRA in corrispondenza della curva n.4 (R=10276,85 m) e dalla necessità di raccordo, tramite flesso, tra le curve di verso opposto costituite dalla curva		
				Criterio cigli: limitazione della pendenza 316.091		

Elementi stradali		n	Tratti	Elemento		Parametro limite		Giustificazione e motivazione dei valori dei parametri adottati
						longitudinale dei cigli		n.3 (R=559 m) e dalla curva n.4 (R=10276,85 m).
						Criterio ottico	3.425.617	
				Andamento altimetrico	pienamente conforme sulla base dell'intervallo di velocità di progetto adottato.			

Si evidenzia che le soluzioni progettuali adottate per le viabilità complanari sono state impostate, sulla base dei criteri progettuali adottati, prevalentemente (tutti i tratti a meno del Tratto 7-8 e del Tratto 8) secondo caratteristiche plano-altimetriche conformi agli intervalli di velocità di progetto prescritti dalla normativa ($V_{pmax}=100$ km/h). Per alcuni tratti (Tratto 3, Tratto 3-4, Tratto 4, Tratto 5 e Tratto 6-7) sono state rispettate anche le limitazioni corrispondenti ai criteri di flessibilità ammessi, definendo, pertanto, soluzioni pienamente conformi alle prescrizioni normative.

Dalla tabella precedente si rileva che, in linea con i criteri progettuali adottati, i criteri di flessibilità ammessi per i parametri geometrici sono corrispondenti a criteri legati alla percezione ottica degli elementi del tracciato e riguardano, in particolare, deviazioni rispetto ai parametri limite relativi a:

- lunghezza minima dei rettilinei: parametro limite correlato alla necessità di assicurare la percezione dei tratti rettilinei del tracciato;
- sviluppo minimo delle curve circolari: parametro limite correlato alla necessità di assicurare la percezione dei tratti a curvatura costante del tracciato;
- parametro di scala delle clotoidi con riferimento al criterio ottico: parametro limite correlato alla necessità di assicurare la percezione dei tratti a curvatura variabile del tracciato.

In corrispondenza degli elementi geometrici caratterizzati da deviazioni rispetto ai parametri limite di cui sopra, specificati nella tabella precedente, al fine di garantire adeguate condizioni di sicurezza stradale è stata prevista l'adozione di segnaletica rafforzativa e supplementare, sia orizzontale che verticale, per i dettagli della quale si rimanda agli specifici elaborati grafici "*Planimetria segnaletica orizzontale e verticale*" da Tavola 1 di 6 a Tavola 6 di 6 (da T00PS00TRAPN01 e T00PS00TRAPN06).

3.5.5 Tratti di collegamento con Autostrada A90 (GRA)

Le viabilità complanari sono connesse all'intervento di adeguamento dell'Autostrada A90 (GRA) mediante tratti di interconnessione costituiti da:

- Rampa 2 (Diversione da GRA Carreggiata Interna e collegamento con Tratto 1);
- Rampa 3 (Collegamento Tratto 1 con GRA Carreggiata Interna);
- Rampa 8 (Collegamento GRA Carreggiata Interna con Tratto 4);
- Rampa 11 (Collegamento Tratto 4 ed immissione in GRA Carreggiata Interna);
- Rampa 23 (Collegamento Tratto 8 ed immissione in GRA Carreggiata Esterna).

Tali tratti, finalizzati a garantire il collegamento tra le viabilità complanari ed i tratti specializzati afferenti al GRA (tratti di diversione dal GRA verso le complanari e tratti di immissione nel GRA dalle complanari), costituiscono, in particolare, tratti di manovra tra i tratti specializzati afferenti al GRA e le viabilità complanari.

Per la definizione geometrica dei tratti di raccordo, sono stati presi a riferimento i criteri riportati nella letteratura tecnica, riferiti al raccordo dei cigli in presenza di allargamento della sezione trasversale della carreggiata, utilizzando,

in particolare, i criteri contenuti nel testo “*Giannini, La Camera, Marchionna – Costruzioni di Strade ferrovie ed aeroporti*” ed. ESA.

Seguendo tali criteri, la lunghezza del tratto di raccordo L_r è correlata con la velocità V (km/h) e con l'entità dell'allargamento della sezione trasversale (a) attraverso la relazione:

$$L_r = V \cdot a^{1/2}$$

Tali criteri considerano, inoltre, un andamento geometrico costituito da una curva parabolica di flesso che, per modeste deviazioni angolari ($\sim 2^\circ - 3^\circ$), può ritenersi approssimata ad archi di cerchio equivalente di raggio R pari a:

$$R = L_r^2 / (4 \cdot a)$$

La determinazione della lunghezza L_r secondo la relazione $L_r = V \cdot a^{1/2}$ è equivalente ad aver posto un limite all'accelerazione trasversale a_t che si applica al veicolo che percorre il tratto di raccordo.

L'accelerazione trasversale a_t è, infatti, pari a:

$$a_t = v^2 / R = (v^2 / L_r^2) \cdot (4 \cdot a)$$

da cui:

$$L_r = 2 v \cdot (a / a_t)^{1/2} = [2 / (3,6 \cdot a_t^{1/2})] \cdot (V \cdot a^{1/2})$$

considerando $a_t = 0,3 \text{ m/s}^2$ si ottiene $L_r \sim V \cdot a^{1/2}$.

Tuttavia, si osserva che in considerazione delle approssimazioni analitiche e di equivalenza della curva parabolica ad archi di cerchio equivalente, ai valori L_r ed R sono associabili valori di accelerazione trasversale $a_t \sim 0,3 \div 0,4 \text{ m/s}^2$.

Per quanto riguarda la sezione trasversale, in funzione delle dimensioni delle corsie dei tratti interconnessi, è stata prevista una corsia di larghezza variabile lungo lo sviluppo, da 3,50 m (modulo corsia viabilità complanari) a 3,75 m (modulo corsia tratti specializzati), con banchina laterali, in continuità con le banchine dei tratti interconnessi, pari a 2,50 m in destra e 0,50 m in sinistra.

Le caratteristiche dei tratti di collegamento con Autostrada A90 (GRA) sono riportate nella tabella seguente. Per il dimensionamento e la verifica si rimanda al par. 5.7 ed al par. 6.7.

Elementi stradali		n		Tratti		Sezione tipo piattaforma				a [m]	Lr [m]
						Numero corsie	Banchina in sinistra [m]	Corsia [m]	Banchina in destra [m]		
Viabilità complanari	Viabilità Complanare Interna	7	7	Tratti di collegamento con Autostrada A90 (GRA)	Rampa 2	1	0,50	3,50÷3,75	2,50	7,26	251,64
		8	8		Rampa 3	1	0,50	3,50÷3,75	2,50	10,39	289,67
		9	9		Rampa 8	1	0,50	3,50÷3,75	2,50	7,50	247,70
		10	10		Rampa 11	1	0,50	3,50÷3,75	2,50	7,00	242,80
	Viabilità Complanare Esterna	17	7	Tratti di collegamento con Autostrada A90 (GRA)	Rampa 23	1	0,50	3,50÷3,75	2,50	5,42	217,54

3.6 RAMPE DI SVINCOLO

Nell'ambito dell'intervento di potenziamento sono previste rampe di svincolo finalizzate a garantire:

- l'interconnessione delle viabilità complanari con gli svincoli esistenti sul GRA (svincolo "Centrale del Latte", svincolo "Tiburtina" e svincolo A24);
- il collegamento della complanare esterna con le viabilità esistenti di Via Sabatino e di Via Armenise;
- il collegamento della complanare interna con la complanare esterna.

Le rampe di svincolo previste in progetto riguardano l'adeguamento, con potenziamento e rifunzionalizzazione, delle interconnessioni e collegamenti relativi agli svincoli esistenti del GRA lungo il tratto di potenziamento funzionale dello stesso (tra le uscite n.12 "Centrale del Latte" e n.14 "Autostrada A24 L'Aquila-Teramo").

Gli interventi riferiti alle rampe di svincolo rientrano, pertanto, nell'ambito degli interventi per i quali le prescrizioni contenute nelle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" di cui al D.M. 19/04/2006 sono di riferimento, ovvero non assumono carattere di cogenza, ma definiscono i criteri verso cui orientare la progettazione.

In particolare, così come prescritto dal D.M. 19/04/2006, il valore cogente delle prescrizioni normative ed il campo di applicazione delle stesse è limitato agli interventi di nuova realizzazione (art. 2 comma 1 e 3 del D.M. 19/04/2006).

Si rileva, inoltre, che l'intervento di adeguamento in progetto è stato condizionato da **vincoli progettuali** derivanti da:

- **mantenimento della sede stradale esistente per l'adeguamento delle rampe esistenti;**
- **congruenza con i tratti stradali esistenti e/o di progetto a monte ed a valle delle rampe;**
- **interferenza con infrastrutture esistenti e/o di progetto;**
- **salvaguardia delle preesistenze.**

Per la caratterizzazione delle rampe di svincolo è stato necessario definire preliminarmente le tipologie di intersezione a cui sono riconducibili le connessioni previste in progetto.

Le tipologie di intersezione sono state definite, in relazione ai tipi di strade confluenti nel nodo, sulla base delle prescrizioni normative di cui alla figura seguente (Figura 3 del D.M. 16/04/2006).

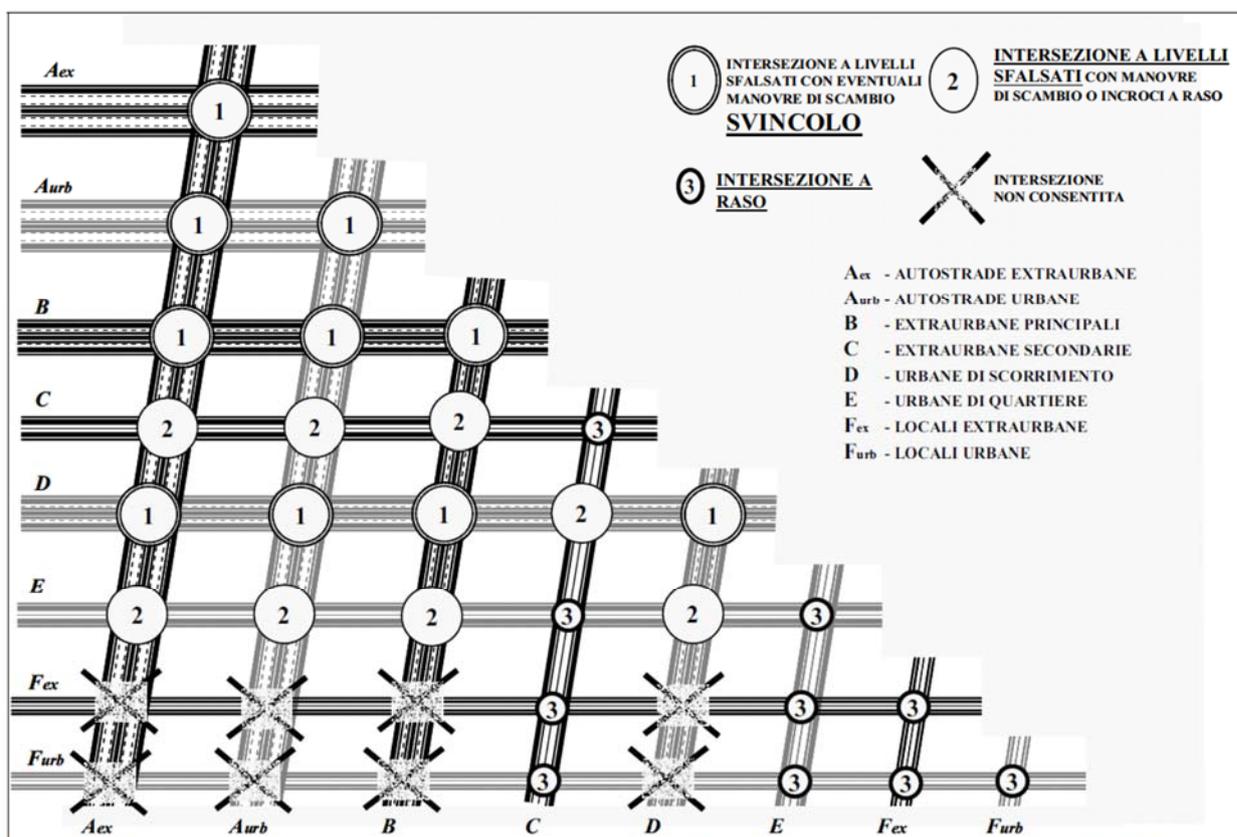


Figura 3 - Organizzazione delle reti stradali e definizione delle intersezioni ammesse (come livelli minimi).

Sulla base delle tipologie individuate, è stata condotta la caratterizzazione funzionale e geometrica delle rampe prendendo a riferimento le prescrizioni contenute nel D.M. 19/04/2006 come di seguito riportato.

3.6.1 Caratteristiche funzionali

La sezione trasversale adottata per le rampe è stata definita considerando quanto indicato nella tabella che segue (Tabella 9 del D.M. 19/04/2006).

Strade extraurbane				
elemento modulare	Tipo di strada principale	Larghezza corsie (m)	Larghezza banchina in destra (m)	Larghezza banchina in sinistra (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	-

Tuttavia, per la Rampa 20 e la Rampa 21, in funzione del collegamento alla Rotatoria Via Armenise, attraverso tratto monodirezionale a due corsie da 3,25 m (tratto a due corsie Rampa 21), sono state previste corsie pari a 3,25 m.

Per la Rampa 22, in continuità con il tratto specializzato relativo alla manovra di “Diversione da GRA Carreggiata Esterna e collegamento con Tratto 8” ed in connessione con il Tratto 8, è stata prevista una corsia pari a 3,75 m con banchina in destra pari a 2,50 m e banchina in sinistra pari a 0,50 m.

Le caratteristiche funzionali delle rampe di svincolo sono riportate nella tabella seguente.

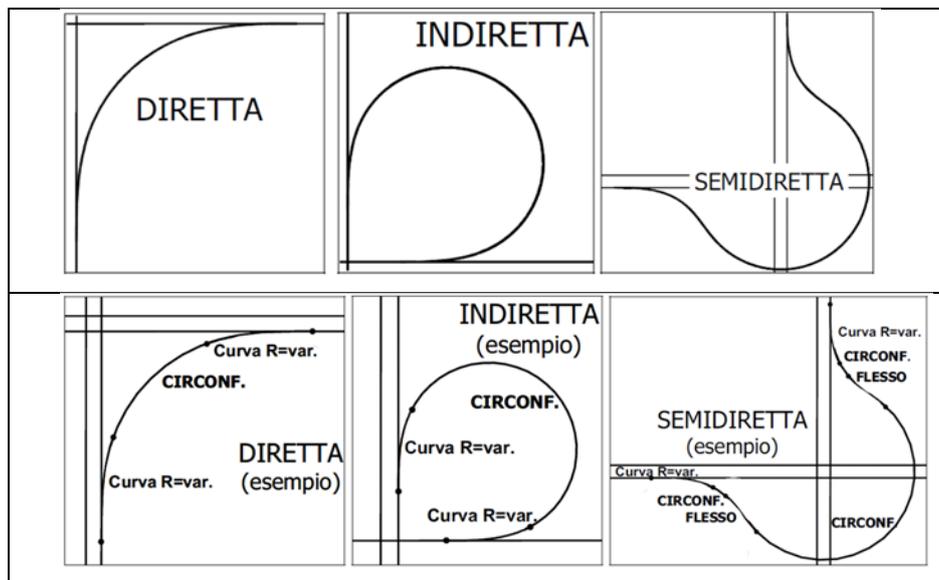
Elementi stradali		n		Tratti	Inquadramento funzionale	Caratteristiche direzionali	Sezione tipo piattaforma			
							Numero corsie	Banchina in sinistra [m]	Corsia [m]	Banchina in destra [m]
Rampe di svincolo	Rampe di svincolo Complanare Interna	1	1	Rampa 1	Rampa di svincolo	Monodirezionale	1	1,00	4,00	1,00
		2	2	Adeguamento Rampa inversione Nord	Rampa di svincolo	Monodirezionale	2	0,50	3,50	1,25
		3	3	Rampa 4	Rampa di svincolo	Monodirezionale	1	1,00	4,00	1,00
		4	4	Rampa 5	Rampa di svincolo	Monodirezionale	1	1,00	4,00	1,00
		5	5	Rampa 6	Rampa di svincolo	Bidirezionale	2	1,00	3,50	1,00
		6	6	Rampa 7	Rampa di svincolo	Monodirezionale	1	1,00	4,00	1,00
		7	7	Rampa 12	Rampa di svincolo	Monodirezionale	1	1,00	4,00	1,00
	8	8	Rampa 10	Rampa di svincolo	Monodirezionale	1	1,00	4,00	1,00	
	1									
	9	2	Rampa 13	Rampa di svincolo	Monodirezionale	1	1,00	4,00	1,00	
	10	3	Rampa 14	Rampa di svincolo	Monodirezionale	1	1,00	4,00	1,00	
	11	4	Rampa 15	Rampa di svincolo	Monodirezionale	1	1,00	4,00	1,00	
	12	5	Rampa 17	Rampa di svincolo	Monodirezionale	1	1,00	4,00	1,00	
	13	6	Rampa 18	Rampa di svincolo	Monodirezionale	1	1,00	4,00	1,00	
	14	7	Rampa 19	Rampa di svincolo	Monodirezionale	1	1,00	4,00	1,00	
	15	8	Rampa 20	Rampa di svincolo	Monodirezionale	2	1,00	3,25	1,00	
	16	9	Rampa 21	Rampa di svincolo	Monodirezionale	1 / 2	1,00	3,25	1,00	
	17	10	Rampa 22	Rampa di svincolo	Monodirezionale	1	0,50	3,75	2,50	
18	11	Rampa 24	Rampa di svincolo	Monodirezionale	1	1,00	4,00	1,00		

Per quanto riguarda la Rampa di Inversione Nord, nella fase funzionale corrispondente al presente Progetto Definitivo (2^a fase funzionale) è stata mantenuta la sezione trasversale dell'impalcato di larghezza pari a 11,50 m prevista nell'ambito dell'intervento relativo al 1° Stralcio funzionale. Per la piattaforma pavimentata è stata prevista una larghezza pari a 10,00 m composta da due corsie da 3,50 m con banchine laterali da 1,00 m e supplemento per visibilità in sinistra pari ad 1,00 m.

3.6.2 Caratteristiche geometriche e intervallo di velocità di progetto

L'intervallo di velocità di progetto adottato per le rampe è stato definito in funzione di:

- Tipo di intersezione;
- Tipologia di rampa (diretta, semidiretta, indiretta) secondo lo schema riportato nelle figure seguenti (Figura 13 e Figura 14 del D.M. 19/04/2006):



Sulla base degli elementi di cui sopra, a ciascuna rampa è stato associato l'intervallo di velocità di progetto prendendo come riferimento le indicazioni riportate nella tabella seguente (Tabella 7 del D.M. 19/04/2006).

Tipi di rampe	Intersezioni Tipo 1 (fig.3), escluse B/B, D/D, B/D, D/B.		Intersezioni Tipo 2 (fig.3), 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 ger. superiore	40 km/h
	in entrata su A	30 km/h	in entrata sulla strada di livello ger. superiore	30 km/h

Coerentemente alle prescrizioni del D.M. 19/04/2006, per le rampe indirette il valore indicato in tabella rappresenta la velocità minima di progetto, mentre la velocità di progetto massima si assume pari a quella della corrispondente rampa semidiretta, per velocità di progetto delle rampe, si intende quella dell'elemento rampa con esclusione dei dispositivi di immissione e/o decelerazione.

Si rileva che i **vincoli progettuali** (derivanti soprattutto dal mantenimento della sede stradale esistente per l'adeguamento delle rampe esistenti) **hanno imposto univocamente l'andamento geometrico** ed in alcuni casi hanno reso necessario, ai fini della definizione plano-altimetrica delle rampe, l'adozione di intervalli di velocità di progetto ridotti rispetto a quelli prescritti dal D.M. 19/04/2006.

Le caratteristiche tipologiche e gli intervalli di velocità di progetto delle rampe di sviccolo sono riportati nella tabella seguente.

n	Tratti	Caratteristiche rampe di sviccolo				Velocità di progetto			
		Strade interferenti		Tipo intersezione	Tipologia rampe di sviccolo	Vp prescritto D.M.		Vp adottato	
		Strada principale	Strada secondaria			Vpmin [km/h]	Vpmax [km/h]	Vpmin [km/h]	Vpmax [km/h]
1	1	Autostrada A90 (GRA)	Via Belmonte in Sabina	Intersezione Tipo 2	Diretta	40	60	40	60

n	Tratti	Caratteristiche rampe di svincolo				Velocità di progetto				
		Strade interferenti		Tipo intersezione	Tipologia rampe di svincolo	Vp prescritto D.M.		Vp adottato		
		Strada principale	Strada secondaria			Vpmin [km/h]	Vpmax [km/h]	Vpmin [km/h]	Vpmax [km/h]	
2	2	Adeguamento Rampa inversione Nord	Autostrada A90 (GRA)	Via Tiburtina / Via Armenise	Intersezione Tipo 2	Semidiretta	40	60	40	60
3	3	Rampa 4	Autostrada A90 (GRA)	Via Tiburtina	Intersezione Tipo 2	Diretta	40	60	30	40
4	4	Rampa 5	Autostrada A90 (GRA)	Via Tiburtina	Intersezione Tipo 2	Indiretta	40	60	25	30
5	5	Rampa 6	Autostrada A90 (GRA)	Via Tiburtina	Intersezione Tipo 2	Indiretta	40	60	30	30
6	6	Rampa 7	Autostrada A90 (GRA)	Via Tiburtina	Intersezione Tipo 2	Diretta	40	60	30	30
7	7	Rampa 12	Autostrada A90 (GRA)	Autostrada A24	Intersezione Tipo 1	Diretta	50	80	50	80
8	8 1	Rampa 10	Autostrada A90 (GRA)	Via Tiburtina	Intersezione Tipo 2	Semidiretta	40	60	40	60
9	2	Rampa 13	Autostrada A90 (GRA)	Autostrada A24	Intersezione Tipo 1	Diretta	50	80	50	80
10	3	Rampa 14	Autostrada A90 (GRA)	Autostrada A24	Intersezione Tipo 1	Semidiretta	50	70	50	70
11	4	Rampa 15	Autostrada A90 (GRA)	Via Sabatino	Intersezione Tipo 2	Diretta	40	60	40	50
12	5	Rampa 17	Autostrada A90 (GRA)	Via Tiburtina	Intersezione Tipo 2	Diretta	40	60	30	60
13	6	Rampa 18	Autostrada A90 (GRA)	Via Tiburtina	Intersezione Tipo 2	Diretta	40	60	30	30
14	7	Rampa 19	Autostrada A90 (GRA)	Via Tiburtina	Intersezione Tipo 2	Semidiretta	40	60	40	60
15	8	Rampa 20	Autostrada A90 (GRA)	Via Armenise	Intersezione Tipo 2	Semidiretta	40	60	40	60
16	9	Rampa 21	Autostrada A90 (GRA)	Via Armenise	Intersezione Tipo 2	Semidiretta	40	60	40	60
17	10	Rampa 22	Autostrada A90 (GRA)	Complanare esterna Tratto 8	Intersezione Tipo 1	Diretta	50	80	50	80
18	11	Rampa 24	Autostrada A90 (GRA)	Via Belmonte in Sabina	Intersezione Tipo 2	Diretta	40	60	40	60

La successione degli elementi del tracciato delle rampe di svincolo è stata definita sulla base delle prescrizioni contenute nelle “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali” di cui al D.M. 19/04/2006 le quali, in funzione dei vincoli e condizionamenti imposti, sono state integrate con l’adozione di criteri di flessibilità.

In tal senso, in funzione delle particolari condizioni al contorno, dovute all’inserimento in un contesto vincolato, che impedisce il pieno rispetto del D.M. 19/04/2506, al fine di garantire una progettazione compatibile con il contesto

(territoriale e progettuale) nell'ambito del quale si colloca l'intervento, sono state ammesse deviazioni rispetto alle prescrizioni contenute nel D.M. 19/04/2006.

L'approccio seguito per la definizione geometrica delle rampe è stato finalizzato alla definizione di **soluzioni progettuali, compatibili con i vincoli e condizionamenti imposti, il più possibile aderenti alle prescrizioni normative e, in ogni caso, sempre rispondenti ai criteri di sicurezza.**

In particolare, le soluzioni progettuali adottate sono caratterizzate dal rispetto dei seguenti criteri di sicurezza:

Andamento planimetrico

- rispetto del raggio minimo delle curve circolari;
- clotoidi con parametro di scala conforme al criterio per la limitazione del contraccolpo ed al criterio per la sopraelevazione longitudinale dei cigli (criteri 1 e 2).

Tuttavia, per l'“Adeguamento Rampa inversione Nord”, per la “Rampa 4” e per la “Rampa 15” in funzione dei vincoli imposti dalla congruenza e raccordo con gli elementi geometrici del 1° Stralcio funzionale (“Rampa di Inversione Nord”, “Ramo 7” e “Ramo Est 2” rispettivamente) sono state ritenute ammissibili deviazioni per il parametro di scala con riferimento al criterio 2 (Adeguamento Rampa inversione Nord-clotoide n.3, Rampa 4-clotoide n.2, Rampa 15-clotoidi n.5 e n.6).

Per la “Rampa 4”, i vincoli imposti dalla congruenza e raccordo con il “Ramo 7” del 1° Stralcio funzionale, hanno reso necessario prendere in considerazione per la clotoide n.2 un valore di velocità compatibile con il rispetto del criterio 1 (pari a 38 km/h rispetto alla massima velocità di progetto lungo la clotoide pari a 40 km/h) il quale non comporta riduzioni ai valori dei limiti localizzati di velocità rispetto ai limiti di velocità corrispondenti ai valori di velocità di progetto.

In linea con gli indirizzi progettuali contenuti nel D.M. 19/04/2006, non sono state prese in considerazione le limitazioni correlate alle prescrizioni di carattere ottico per le curve circolari (sviluppo minimo e correlazione con i rettili) e per i rettili (lunghezza minima e massima) contenute nel D.M. 05/11/2001.

Andamento altimetrico

- raccordi parabolici concavi e convessi con raggi compatibili con i valori limite prescritti dalla normativa (Tabella 8 del D.M. 19/04/2006), nonché tali da assicurare il comfort di marcia e le distanze di visuale libera richieste per l'arresto (criteri del D.M. 05/11/2001), ritenendo prevalente, rispetto agli altri criteri, il rispetto del raggio minimo per assicurare la visuale libera richiesta per l'arresto.

Seguendo tale criterio, il raccordo n.3 convesso $R=1100$ m della Rampa 10 ed il raccordo n.2 convesso $R=800$ m della Rampa 15, pur essendo inferiori ai valori limite prescritti dalla normativa (Tabella 8 del D.M. 19/04/2006), sono stati ritenuti ammissibili in quanto entrambi conformi ai valori minimi richiesti per la visuale libera richiesta per l'arresto sulla base della velocità di progetto.

Tuttavia, per l'“Adeguamento Rampa inversione Nord” (raccordo n.2 concavo $R=1035$ m) e per la “Rampa 18” (raccordo n.2 concavo $R=250$ m), ai fini del rispetto del raggio minimo richiesto per assicurare la visuale libera richiesta per l'arresto, i vincoli e condizionamenti imposti hanno reso necessario prendere in considerazione valori di velocità compatibili. In funzione di tali valori di velocità compatibili (pari a 52

km/h rispetto alla massima velocità di progetto lungo il raccordo, pari a 59 km/h, per l' "Adeguamento Rampa inversione Nord" e pari a 24 km/h rispetto alla massima velocità di progetto lungo il raccordo, pari a 30 km/h, per la "Rampa 18") si prevede l'introduzione di interventi mitigativi consistenti in limitazioni di velocità.

- o pendenze delle livellette compatibili con i valori limite prescritti dalla normativa, ritenendo ammissibili, in funzione dei vincoli e condizionamenti imposti dalla connessione in congruenza e raccordo con le rampe esistenti, incrementi rispetto ai valori limite prescritti. L'ammissibilità di tali incrementi riguarda, in particolare:
 - i tratti in congruenza e raccordo con le rampe esistenti (Rampa 1-livelletta 1: $i=6,593\%$, Rampa 14-livelletta 1: $i=6,655\%$, Rampa 24-livelletta 3: $i=6,121\%$), con differenze rispetto ai valori massimi (rispettivamente pari a 6%, 6% e 5%) contenuti nell'ordine massimo pari a circa 1%;
 - la livelletta n.2 della Rampa 19 con pendenza $i=7,952\%$ il cui valore, superiore rispetto al limite massimo prescritto (5%) è stato imposto dalla congruenza e raccordo con la Rampa di Inversione Nord del 1° Stralcio funzionale.

In funzione dei diagrammi di velocità corrispondenti agli intervalli di velocità di progetto adottati (cfr. Cap. 7 e Cap. 8), nonché delle interconnessioni presenti con gli ulteriori elementi stradali, fine di garantire idonee condizioni di sicurezza, lungo le Rampe di svincolo sono state previste opportune limitazioni alla massima velocità consentita all'utenza tramite limiti amministrativi di velocità per il dettaglio dei quali si rimanda agli specifici elaborati grafici "Planimetria segnaletica orizzontale e verticale" da Tavola 1 di 6 a Tavola 6 di 6 (da T00PS00TRAPN01 e T00PS00TRAPN06).

3.6.3 Distanze di visuale libera

Sulla base dei diagrammi di velocità adottati è stata verificata la sussistenza delle distanze di visuale libera richieste per l'arresto ai sensi del D.M. 05/11/2001.

La verifica è stata svolta considerando l'andamento plano-altimetrico del tracciato attraverso un modello tridimensionale. Il modello tridimensionale adottato ai fini della verifica ha previsto una sezione trasversale semplificata avente come ostacolo alla visibilità un elemento verticale di altezza pari a 1,10 m in corrispondenza del limite esterno della banchina.

La verifica delle distanze di visuale libera considerando l'andamento plano-altimetrico del tracciato attraverso il modello tridimensionale utilizzato è dettagliata negli specifici elaborati:

RAMPE COMPLANARE INTERNA

- "Complanare carreggiata interna Rampa 1, 2, 3, 4 e 5 - Diagramma di velocità e visuale libera" (V01PS00TRADG01);
- "Complanare carreggiata interna Rampa 6, 7, 8, 11 e 12 - Diagramma di velocità e visuale libera" (V01PS00TRADG02);
- "Complanare carreggiata interna Rampa 10 e Adeguamento rampa inversione nord - Diagramma di velocità e visuale libera" (V01PS00TRADG03).

RAMPE COMPLANARE ESTERNA

- “Complanare carreggiata esterna Rampa 13, 14, 15, 17, 18, 19 e 20 - Diagramma di velocità e visuale libera” (V02PS00TRADG01);
- “Complanare carreggiata esterna Rampa 21, 22 e 23 - Diagramma di velocità e visuale libera” (V02PS00TRADG02);
- Complanare carreggiata esterna Rampa 24 e Collegamento con via Acuto - Diagramma di velocità e visuale libera (V02PS00TRADG03).

Da tale elaborati, a cui si rimanda per i dettagli, si evince che, in conformità alle prescrizioni del D.M. 05/11/2001, lungo le rampe di svincolo risulta assicurata, lungo l'intero tracciato, una distanza di visuale libera superiore alla visuale libera richiesta per l'arresto. Le verifiche hanno evidenziato la necessità di operare, lungo alcuni tratti, arretramenti degli ostacoli laterali (barriere di sicurezza), mediante ampliamento della carreggiata, al fine di rendere congruenti le distanze di visuale libera con le distanze di visibilità richieste per l'arresto.

3.6.4 Giustificazione e motivazione dei valori dei parametri adottati

Sulla base dei criteri progettuali adottati, nella tabella seguente è riportata giustificazione e motivazione dei valori dei parametri adottati.

Per il dettaglio delle verifiche dell'andamento geometrico ai criteri progettuali utilizzati si rimanda al Cap. 7 ed al Cap. 8.

Elementi stradali	n		Tratti	Elemento		Parametro limite		Giustificazione e motivazione dei valori dei parametri adottati
Rampe di svincolo Complanare Interna	1	1	Rampa 1	Andamento planimetrico	Clotoide n°1 - Parametro A:86.325 - Lunghezza (m):86.65	Criterio ottico	86.000	Il parametro della clotoide è stato adottato in funzione dei vincoli imposti dal raccordo con la rampa esistente e con l'allineamento, parallelo al GRA, vincolato dal parallelismo con il primo rettilineo del Tratto 1.
				Andamento altimetrico	Livelletta n°1 - Pendenza (h/b):-6,593%	Livelletta n°1 - Pendenza (h/b):-6,593%	6.000%	La pendenza della livelletta è stata adottata in funzione dei vincoli imposti dalla congruenza e raccordo con la pendenza della rampa esistente.
	2	2	Adeguamento Rampa inversione Nord	Andamento planimetrico	Clotoide n°3 - Parametro A:113.000 - Lunghezza (m):15.96	Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	115.470	Il parametro della clotoide è stato adottato in funzione dei vincoli imposti dall'allineamento tra la curva n.1 (R=80 m) e la curva n.2 (R=800 m) per il raccordo alla Rampa di Inversione Nord del 1° Stralcio funzionale.
					Clotoide n°5 - Parametro A:122.000 - Lunghezza (m):18.61	Criterio ottico	266.667	Il parametro della clotoide è stato adottato in funzione dei vincoli imposti dal raccordo con il Tratto 2.
					Clotoide n°6 - Parametro A:130.000 - Lunghezza (m):21.13	Criterio ottico	266.667	
				Andamento altimetrico	Parabola n°2 - Raggio (m):1035.00 - Lunghezza (m):81.731 - K:10.350 (Concavo)	Raggio minimo da visibilità	1224.22	Il raggio del raccordo è stato adottato in funzione dei vincoli imposti dal rispetto congiunto della complanarità con il Tratto 1-2 e della congruenza e raccordo con il Tratto 2. Il raccordo, verificato per raggio minimo da normativa (Rmin=975 m), è conforme al minimo richiesto per la

Elementi stradali	n	Tratti	Elemento	Parametro limite	Giustificazione e motivazione dei valori dei parametri adottati		
					visuale libera richiesta per l'arresto per V=52 km/h.		
	3	3	Rampa 4	Andamento planimetrico	Clotoide n°2 - Parametro A:25.000 - Lunghezza (m):16.45	<p>Criterio dinamico: limitazione del contraccollo 27.864</p> <p>Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli 28.324</p> <p>Il parametro della clotoide è stato adottato in funzione dei vincoli imposti dalla congruenza con il Ramo 7 del 1° Stralcio funzionale. La clotoide è conforme al criterio dinamico per V=38 km/h.</p>	
			Andamento altimetrico	pienamente conforme sulla base dell'intervallo di velocità di progetto adottato.			
	4	4	Rampa 5	Andamento planimetrico	pienamente conforme sulla base dell'intervallo di velocità di progetto adottato.		
			Andamento altimetrico	pienamente conforme sulla base dell'intervallo di velocità di progetto adottato.			
	5	5	Rampa 6	Andamento planimetrico	pienamente conforme sulla base dell'intervallo di velocità di progetto adottato.		
			Andamento altimetrico	pienamente conforme sulla base dell'intervallo di velocità di progetto adottato.			
	6	6	Rampa 7	Andamento planimetrico	pienamente conforme sulla base dell'intervallo di velocità di progetto adottato.		
			Andamento altimetrico	pienamente conforme sulla base dell'intervallo di velocità di progetto adottato.			
	7	7	Rampa 12	Andamento planimetrico	Clotoide n°1 - Parametro A:136.125 - Lunghezza (m):16.72	<p>Criterio ottico 3.407.333</p> <p>Clotoide di continuità (R2<R1). A>=R1/3 3.407.333</p> <p>Il parametro della clotoide è stato adottato in funzione dei vincoli imposti dalla congruenza con il Tratto 4.</p>	
			Andamento altimetrico	pienamente conforme all'intervallo di velocità di progetto prescritto.			
	8	8	Rampa 10	Andamento planimetrico	Clotoide n°1 - Parametro A:91.375 - Lunghezza (m):15.88	<p>Criterio ottico 3.406.167</p> <p>Clotoide di continuità (R2<R1). A>=R1/3 3.406.167</p> <p>Il parametro della clotoide è stato adottato in funzione dei vincoli imposti dalla congruenza con il Tratto 4.</p>	
			Andamento planimetrico	Clotoide n°2 - Parametro A:97.400 - Lunghezza (m):18.97	Criterio ottico 166.667	Il parametro della clotoide è stato adottato in funzione del rispetto congiunto dei vincoli imposti dalla congruenza con il Tratto 4 e con il raccordo dell'andamento planimetrico corrispondente allo scavalco del GRA.	
			Andamento planimetrico	Clotoide n°5 - Parametro A:97.400 - Lunghezza (m):23.72	Criterio ottico 133.333	Il parametro della clotoide è stato adottato in funzione del rispetto congiunto dei vincoli imposti dalla congruenza con il Tratto 5 e con il raccordo dell'andamento planimetrico corrispondente allo scavalco del GRA.	
			Andamento planimetrico	Clotoide n°6 - Parametro A:68.384 - Lunghezza (m):11.69	<p>Criterio ottico 133.333</p> <p>Clotoide di flessione simmetrica (R2<R1). A>=R1/3 3.419.000</p> <p>Il parametro della clotoide è stato adottato in funzione dei vincoli imposti dalla congruenza con il Tratto 5.</p>		
Rampe di svincolo Complanare Esterna	1		Andamento altimetrico	Parabola n°3 - Raggio (m):1100.00 - Lunghezza (m):103.887 - K:11.000 (Convesso)	Raggio minimo da normativa 1300.00	Il raggio del raccordo è stato adottato in funzione dei vincoli imposti dal rispetto del franco libero rispetto ai tratti stradali sottopassanti (Rampa 12, Adeguamento GRA e Tratto 5). Il raccordo è conforme al minimo richiesto per la visuale libera richiesta per l'arresto.	
	9	2	Rampa 13	Andamento planimetrico	pienamente conforme all'intervallo di velocità di progetto prescritto.		
			Andamento altimetrico	Livelletta n°1 - Pendenza (h/b):-7.075%	Pendenza massima (+/- h/b): 6.000%	La pendenza della livelletta è stata adottata in funzione dei vincoli imposti	

Elementi stradali	n	Tratti	Elemento	Parametro limite	Giustificazione e motivazione dei valori dei parametri adottati		
					dalla congruenza e raccordo con la pendenza della rampa esistente.		
	10	3	Rampa 14	Andamento planimetrico	pienamente conforme all'intervallo di velocità di progetto prescritto.		
				Andamento altimetrico	Livelletta n°1 - Pendenza (h/b):-6.655% Pendenza massima (+/- h/b): 6.000%		
					La pendenza della livelletta è stata adottata in funzione dei vincoli imposti dalla congruenza e raccordo con la pendenza della rampa esistente.		
	11	4	Rampa 15	Andamento planimetrico	Clotoide n°2 - Parametro A:49.000 - Lunghezza (m):53.36 Criterio ottico 45.000		
					Clotoide n°3 - Parametro A:49.000 - Lunghezza (m):53.36 Criterio ottico 45.000		
					Clotoide n°4 - Parametro A:60.000 - Lunghezza (m):18.00 Criterio ottico 66.667		
					Clotoide n°5 - Parametro A:28.503 - Lunghezza (m):4.06	Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli 34.612	
						Criterio ottico 66.667	
					Clotoide di flesso simmetrica (R2<R1). A>=R1/3 66.667	Il parametro della clotoide è stato adottato in funzione dei vincoli imposti dalla connessione e raccordo con il Ramo Est 2 del 1° Stralcio funzionale.	
							Clotoide n°6 - Parametro A:28.503 - Lunghezza (m):6.77 Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli 31.596
							Criterio ottico 40.000
					Clotoide di flesso simmetrica (R2<R1). A>=R1/3 66.667	Il parametro della clotoide è stato adottato in funzione dei vincoli imposti dalla congruenza con il Ramo Est 2 del 1° Stralcio funzionale.	
							Andamento altimetrico
				Parabola n°2 - Raggio (m):800.00 - Lunghezza (m):89.490 - K:8.000 (Convesso) Raggio minimo da normativa 1500.00	Il raggio del raccordo è stato adottato in funzione dei vincoli imposti dalla congruenza con il Ramo Est 1 del 1° Stralcio funzionale ed è conforme al minimo richiesto per la visuale libera richiesta per l'arresto sulla base della velocità di progetto.		
	12	5	Rampa 17	Andamento planimetrico	pienamente conforme all'intervallo di velocità di progetto adottato.		
				Andamento altimetrico	pienamente conforme all'intervallo di velocità di progetto adottato.		
	13	6	Rampa 18	Andamento planimetrico	pienamente conforme all'intervallo di velocità di progetto adottato.		
				Andamento altimetrico	Parabola n°2 - Raggio (m):250.00 - Lunghezza (m):21.187 - K:2.500 (Concavo) Raggio minimo da visibilità 354.03		
					Il raggio del raccordo è stato adottato in funzione dei vincoli imposti dalla congruenza con il Ramo 5 del 1° Stralcio funzionale. Il raccordo, verificato per raggio minimo da normativa (Rmin=250 m), è conforme al minimo richiesto per la visuale libera richiesta per l'arresto per V=24 km/h.		
	14	7	Rampa 19	Andamento planimetrico	pienamente conforme all'intervallo di velocità di progetto prescritto.		

Elementi stradali	n	Tratti	Elemento		Parametro limite		Giustificazione e motivazione dei valori dei parametri adottati
			Andamento altimetrico	Livelletta n°2 - Pendenza (h/b):7.952%	Pendenza massima (+/- h/b):	5.000%	La pendenza della livelletta è stata adottata in funzione dei vincoli imposti dalla congruenza e raccordo con la Rampa di Inversione Nord del 1° Stralcio funzionale.
	15	8	Andamento planimetrico	pienamente conforme all'intervallo di velocità di progetto prescritto.			
		Rampa 20	Andamento altimetrico	Livelletta n°3 - Pendenza (h/b):7.952%	Pendenza massima (+/- h/b):	5.000%	La pendenza della livelletta è stata adottata in funzione dei vincoli imposti dalla congruenza e raccordo con la Rampa di Inversione Nord del 1° Stralcio funzionale.
	16	9	Andamento planimetrico	Clotoide n°1 - Parametro A:46.044 - Lunghezza (m):29.45	Clotoide di continuità (R2<R1). A<=R2	45.000	Il parametro della clotoide è stato adottato in funzione dei vincoli imposti dalla connessione con la Rotatoria Via Armenise.
		Rampa 21		Clotoide n°5 - Parametro A:60.000 - Lunghezza (m):18.00	Clotoide di flesso asimmetrica (R2<R1). A>=R1/3	66.667	Il parametro della clotoide è stato adottato in funzione dei vincoli imposti da raccordo con il Tratto 8.
			Andamento altimetrico	pienamente conforme all'intervallo di velocità di progetto prescritto.			
	17	10	Andamento planimetrico	pienamente conforme all'intervallo di velocità di progetto prescritto.			
		Rampa 22	Andamento altimetrico	pienamente conforme all'intervallo di velocità di progetto prescritto.			
			Andamento planimetrico	pienamente conforme all'intervallo di velocità di progetto prescritto.			
	18	11	Andamento altimetrico	Livelletta n°3 - Pendenza (h/b):6.121%	Pendenza massima (+/- h/b):	5.000%	La pendenza della livelletta è stata adottata in funzione dei vincoli imposti dalla congruenza e raccordo con la rampa esistente.
		Rampa 24					

Con riferimento all'“Adeguamento Rampa inversione Nord”, si specifica che tale intervento, necessario ai fini della compatibilità delle opere del 2° Stralcio funzionale con il tratto in viadotto della "Rampa di inversione Nord del 1° Stralcio funzionale", è stato definito in congruenza con il tratto di "Rampa di inversione Nord del 1° Stralcio" corrispondente al "Cavalcavia Rampa di Inversione Nord". Il tracciamento corrispondente al tratto afferente al “Cavalcavia Rampa di Inversione Nord” resta confermato nel 2° Stralcio funzionale.

Si evidenzia che alcune soluzioni progettuali adottate per le rampe di svincolo sono state impostate, sulla base dei criteri progettuali adottati, secondo caratteristiche plano-altimetriche conformi agli intervalli di velocità di progetto prescritti dalla normativa (Rampa 1, Adeguamento Rampa inversione Nord, Rampa 12, Rampa 10, Rampa 13, Rampa 14, Rampa 19, Rampa 20, Rampa 21, Rampa 22 e Rampa 24) e che in alcuni casi (Rampa 22) sono state rispettate anche le limitazioni corrispondenti ai criteri di flessibilità ammessi, definendo, pertanto, soluzioni pienamente conformi alle prescrizioni normative.

Nell'ambito delle rampe per le quali sono stati adottati intervalli di velocità di progetto ridotti rispetto a quelli prescritti dal D.M. 19/04/2006, per alcune soluzioni progettuali risultano rispettate anche le limitazioni corrispondenti ai criteri di flessibilità ammessi (Rampa 5, Rampa 6, Rampa 7 e Rampa 17).

Si rileva che la Rampa 15 afferisce alla manovra “Collegamento viabilità esistente Via Sabatino con uscita da Complanare Esterna Tratto 5” in sostituzione dell'analoga manovra del 1° Stralcio funzionale consentita, con uscita dal GRA, attraverso il Ramo Est 1 nella configurazione con GRA inalterato rispetto alla configurazione esistente. La

necessità di assicurare tale manovra nel rispetto congiunto della congruenza con la parte finale del "Ramo Est 1 del 1° Stralcio funzionale" (vincolata dalla congruenza con il "Ramo Est 2 del 1° Stralcio funzionale") e della congruenza con la configurazione di progetto del 2° Stralcio funzionale (disassamento del GRA ed inserimento complanare esterna, nella fattispecie "Tratto 5"), ha imposto univocamente l'andamento geometrico e conseguentemente i valori dei parametri geometrici adottati. Il raggio $R=800$ m del raccordo n.2 della Rampa 15 è stato adottato in funzione dei vincoli imposti dalla congruenza con il Ramo Est 1 del 1° Stralcio funzionale ed è conforme al minimo richiesto per la visuale libera richiesta per l'arresto sulla base della velocità di progetto. Inoltre, con riferimento ai criteri e caratteristiche progettuali utilizzati, i criteri progettuali utilizzati per l'andamento altimetrico hanno previsto l'adozione di raccordi parabolici concavi e convessi con raggi compatibili con i valori limite prescritti dalla normativa (Tabella 8 del D.M. 19/04/2006), nonché tali da assicurare il comfort di marcia e le distanze di visuale libera richieste per l'arresto (criteri del D.M. 05/11/2001), ritenendo prevalente, rispetto agli altri criteri, il rispetto del raggio minimo per assicurare la visuale libera richiesta per l'arresto.

In corrispondenza degli elementi geometrici caratterizzati da deviazioni rispetto ai parametri limite di cui sopra, specificati nella tabella precedente, al fine di garantire adeguate condizioni di sicurezza stradale è stata prevista l'adozione di segnaletica rafforzativa e supplementare, sia orizzontale che verticale, per i dettagli della quale si rimanda agli specifici elaborati grafici "*Planimetria segnaletica orizzontale e verticale*" da Tavola 1 di 6 a Tavola 6 di 6 (da T00PS00TRAPN01 e T00PS00TRAPN06).

3.7 COLLEGAMENTO VIA ACUTO

Nell'ambito del presente Progetto Definitivo è stato previsto un nuovo tratto stradale finalizzato a garantire, attraverso la Rotatoria "Via Armenise", il collegamento con Via Acuto per accesso a Casal Monastero.

3.7.1 Caratteristiche funzionali

Il nuovo tratto stradale è stato inquadrato funzionalmente come Strada Locale in Ambito Extraurbano, prevedendo una sezione tipo F2 composta da due corsie da 3,25 m e banchine laterali da 1,00 m per una larghezza complessiva della piattaforma pavimentata pari a 8,50 m.

3.7.2 Caratteristiche geometriche e intervallo di velocità di progetto

Per quanto riguarda le caratteristiche geometriche, il tracciato plano-altimetrico è stato definito, in congruenza con il raccordo alla viabilità esistente ed alla Rotatoria "Via Armenise", con caratteristiche plano-altimetriche conformi ai parametri limite corrispondenti all'intervallo di velocità di progetto (40÷100) km/h prescritto per il tipo di strada.

3.7.3 Distanze di visuale libera

Sulla base dei diagrammi di velocità adottati è stata verificata la sussistenza delle distanze di visuale libera richieste per l'arresto ai sensi del D.M. 05/11/2001.

La verifica è stata svolta considerando l'andamento plano-altimetrico del tracciato attraverso un modello tridimensionale. Il modello tridimensionale adottato ai fini della verifica ha previsto una sezione trasversale semplificata avente come ostacolo alla visibilità un elemento verticale di altezza pari a 1,10 m in corrispondenza del limite esterno della banchina.

La verifica delle distanze di visuale libera considerando l'andamento plano-altimetrico del tracciato attraverso il modello tridimensionale utilizzato è dettagliata nello specifico elaborato “*RAMPE COMPLANARE ESTERNA - Complanare carreggiata esterna Rampa 24 e Collegamento con via Acuto - Diagramma di velocità e visuale libera*”. Da tale elaborato, a cui si rimanda per i dettagli, si evince che, in conformità alle prescrizioni del D.M. 05/11/2001, assicurata, lungo l'intero tracciato, una distanza di visuale libera superiore alla visuale libera richiesta per l'arresto.

Le caratteristiche principali dell'intervento di collegamento Via Acuto sono riassunte nella tabella seguente.

Per il dettaglio delle verifiche dell'andamento geometrico si rimanda al Cap. 9.

Tratto	Inquadramento funzionale	Tipo di intervento	Numero carreggiate	Sezione tipo piattaforma				Velocità di progetto	
				Numero corsie	Banchina in sinistra [m]	Corsia [m]	Corsia di emergenza [m]	Vpmin [km/h]	Vpmax [km/h]
Collegamento Via Acuto	Strada Locale in Ambito Extraurbano	Nuovo tratto stradale	1	2	1,00	3,25	1,00	40	100

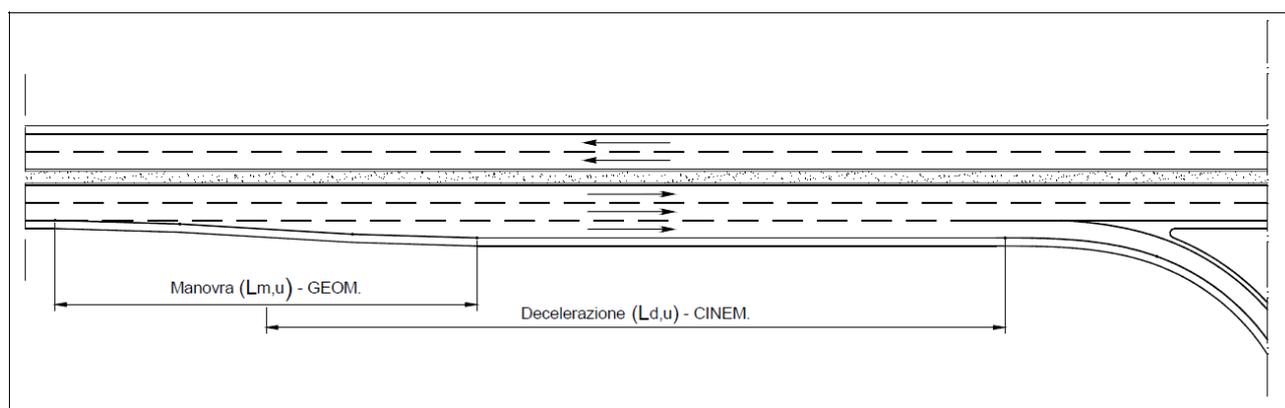
3.8 CORSIE SPECIALIZZATE DI DIVERSIONE

Il progetto prevede corsie specializzate di diversione per le seguenti manovre:

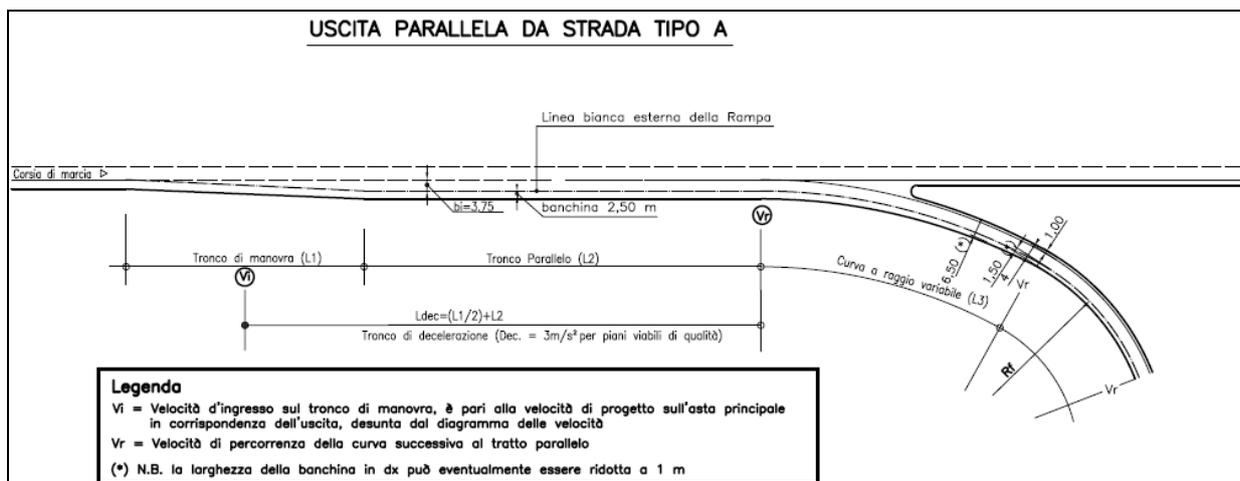
1. Diversione da GRA Carreggiata Interna e collegamento con Tratto 1 (Rampa 2);
2. Diversione da Tratto 4 e collegamento con Tratto 5 (Rampa 10);
3. Diversione da GRA Carreggiata Esterna e collegamento con Tratto 8 (Rampa 22).

Le corsie specializzate di diversione sono state definite sulla base dello schema riportato nella figura seguente (Figura 5 del D.M. 19/04/2006), corrispondente ad una tipologia “parallela”, e 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 $L_{m,u}$).



Ad integrazione delle prescrizioni del D.M. 19/04/2006, per l'individuazione dei tratti elementari di cui sopra è stato preso in considerazione lo schema riportato nella figura seguente (tratto dalla Circolare Anas n° 53688/2009).



Le caratteristiche dei tratti specializzati di diversione, definite secondo i criteri progettuali di seguito riportati, sono sintetizzate nella tabella seguente.

L'indicazione delle lunghezze dei tratti specializzati di diversione è riportata nell'elaborato "Planimetria tratti specializzati" (T00PS00TRAPL02). Per la verifica si rimanda al Cap. 10.

Tratti	Manovra/collegamento	Tratti specializzati di diversione					
		n	L1 [m]	L2 [m]	Numero corsie	Corsia [m]	Banchina in destra [m]
Tratti di collegamento con Autostrada A90 (GRA)	Rampa 2	1	90,00	150,00	1	3,75	2,50
Rampa 10	Diversione da Tratto 4 e collegamento con Tratto 5	2	75,00	193,80	1	3,50	1,25
Rampa 22	Diversione da GRA Carreggiata Esterna e collegamento con Tratto 8	3	90,00	134,50	1	3,75	2,50

3.8.1 Tratto di manovra $L_{m,u}$

La lunghezza del tratto di manovra $L_{m,u}$ è stata determinata in base alla velocità di progetto del tratto di strada dal quale si dirama la corsia secondo quanto indicato nella tabella seguente (Tabella 4 del D.M. 19/04/2006).

Velocità di progetto V_p [km/h]	Lunghezza del tratto di manovra $L_{m,u}$ [m]
40	20
60	40
80	60
100	75
≥ 120	90

3.8.2 Tratto di decelerazione $L_{d,u}$

Per la determinazione del tratto di decelerazione $L_{d,u}$ [m] è stata adottata la seguente espressione (par. 4.2 del D.M. 19/04/2006):

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

dove:

- v_1 [m/s] è la velocità di ingresso nel tratto di decelerazione. Si assume la velocità di progetto del tratto di strada da cui provengono i veicoli in uscita (determinata dai diagrammi di velocità secondo quanto riportato nel D.M. 05/11/2001);
- v_2 [m] è la velocità di uscita dal tratto di decelerazione. Si assume la velocità di progetto corrispondente al raggio della curva di deviazione verso l'altra strada;
- a [m/s²] è l'accelerazione negativa (decelerazione) assunta per la manovra ($a = 3,0$ m/s²).

3.8.3 Sezione trasversale

In conformità alle prescrizioni normative di cui alla Tabella 9 del D.M. 19/04/2006, la sezione trasversale delle corsie specializzate di diversione in uscita dal GRA prevede una corsia di larghezza pari a 3,75 m con banchina in destra di dimensioni pari a 2,50 m.

La sezione trasversale della corsie specializzate riferita alla manovra "Diversione da Tratto 4 e collegamento con Tratto 5" prevede, in continuità con gli elementi modulari trasversali, una corsia di larghezza pari a 3,50 m con banchina in destra di dimensioni pari a 1,25 m.

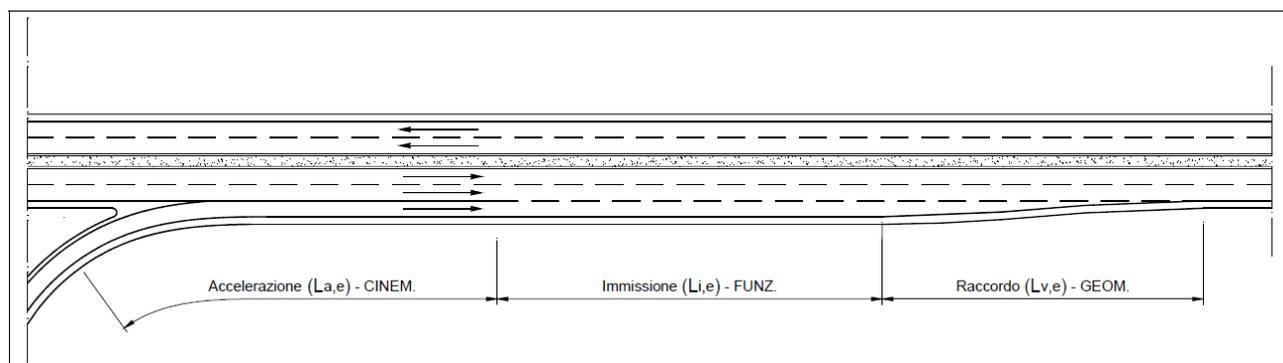
3.9 CORSIE SPECIALIZZATE DI IMMISSIONE

Il progetto prevede corsie specializzate di immissione per le seguenti manovre:

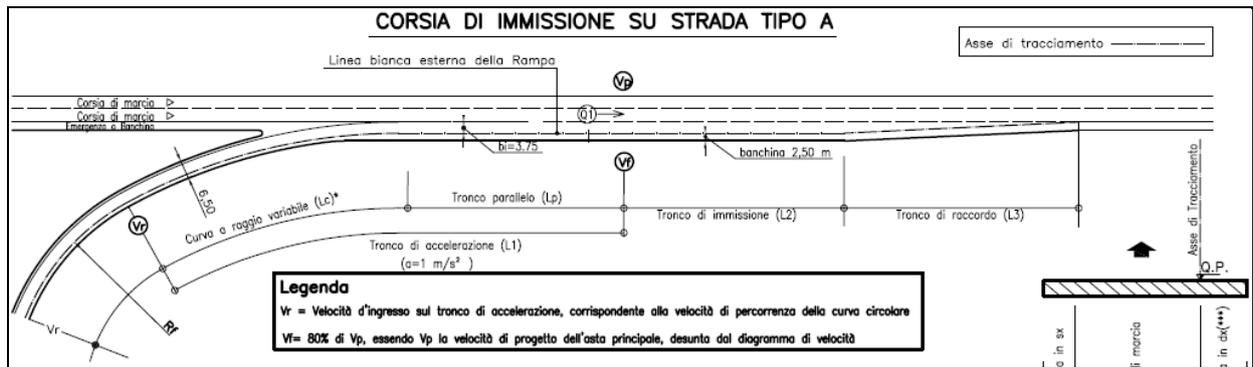
1. Collegamento Svincolo "Tiburtina" ed immissione in Tratto 4 (Rampa 7);
2. Collegamento Tratto 4 ed immissione in GRA Carreggiata Interna (Rampa 11);
3. Collegamento Svincolo "A24" ed immissione in Tratto 5 (Rampa 13);
4. Collegamento Rotatoria Via Armenise ed immissione in Tratto 8 (Rampa 21);
5. Collegamento Tratto 8 ed immissione in GRA Carreggiata Esterna (Rampa 23).

Le corsie specializzate di immissione sono state definite sulla base dello schema riportato nella figura seguente (Figura 4 del D.M. 19/04/2006) e sono composte dai seguenti tratti elementari.

- Tratto di accelerazione: di lunghezza $L_{a,e}$;
- Tratto di immissione: di lunghezza $L_{i,e}$;
- Tratto di raccordo: di lunghezza $L_{v,e}$.



Ad integrazione delle prescrizioni del D.M. 19/04/2006, per l'individuazione dei tratti elementari di cui sopra è stato preso in considerazione lo schema riportato nella figura seguente (tratto dalla Circolare Anas n° 53688/2009).



Le caratteristiche dei tratti specializzati di immissione, definite secondo i criteri progettuali di seguito riportati, sono sintetizzate nella tabella seguente.

L'indicazione delle lunghezze dei tratti specializzati di immissione è riportata nell'elaborato "Planimetria tratti specializzati" (T00PS00TRAPL02). Per la verifica si rimanda al Cap. 11.

Tratti	Manovra/collegamento	Tratti specializzati di immissione						
		n	(Lp + L2) [m]	L3 [m]	Numero corsie	Corsia [m]	Banchina in destra [m]	
Tratti di collegamento con Autostrada A90 (GRA)	Rampa 11	Collegamento Tratto 4 ed immissione in GRA Carreggiata Interna	2	230,00	75,00	1	3,75	2,50
Tratti di collegamento con Autostrada A90 (GRA)	Rampa 23	Collegamento Tratto 8 ed immissione in GRA Carreggiata Esterna	5	165,00	75,00	1	3,75	2,50
Rampa 7		Collegamento Svincolo "Tiburtina" ed immissione in Tratto 4	1	233,10	75,00	1	3,50	1,25
Rampa 13		Collegamento Svincolo "A24" ed immissione in Tratto 5	3	232,00	75,00	1	3,50	1,25
Rampa 21		Collegamento Rotatoria Via Armenise ed immissione in Tratto 8	4	156,60	75,00	1	3,50	1,25

3.9.1 Tratto di accelerazione $L_{a,e}$

Per la determinazione del tratto di decelerazione $L_{a,e}$ [m] è stata adottata la seguente espressione (par. 4.2 del D.M. 19/04/2006):

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

dove:

- v_1 [m] è la velocità di ingresso nel tratto di accelerazione. Si assume la velocità di progetto della rampa nel punto di inizio del tratto di accelerazione della corsia di entrata;
- v_2 [m] è la velocità di uscita dal tratto di accelerazione. Si assume il valore corrispondente all'80% della velocità di progetto della strada sulla quale la corsia si immette (determinata dal diagramma di velocità secondo quanto riportato nel D.M. 05/11/2001);
- a [m/s^2] è l'accelerazione assunta per la manovra. Si considera una accelerazione pari a $1,0 m/s^2$.

3.9.2 Tratto di raccordo $L_{v,e}$

La lunghezza del tratto di raccordo $L_{v,e}$ è stata in funzione della velocità di progetto della strada sulla quale la corsia si immette sulla base di quanto riportato nella tabella che segue (Tabella 3 del D.M. 19/04/2006).

Velocità di progetto V_p [km/h]	Lunghezza del tratto di raccordo $L_{v,e}$ [m]
$V_p > 80$	75
$V_p \leq 80$	50

3.9.3 Tratto di immissione $L_{i,e}$

Con riferimento al tratto di immissione $L_{i,e}$, nel par. 4.1 del D.M. 19/04/2006 è prescritto che:

“Le lunghezze $L_{i,e}$, $L_{a,a}$ e L_{sc} vanno dimensionate con criteri funzionali, secondo quanto detto nel capitolo 5”.

In particolare, nel Cap. 5 del D.M. 19/04/2006 è riportato che:

“Per le manovre di immissione e di scambio, la lunghezza delle corsie specializzate deve essere determinata secondo procedure basate sulla distribuzione probabilistica dei distanziamenti temporali tra i veicoli in marcia, su ciascuna corsia.

Il livello di servizio dell'intersezione non dovrà essere inferiore a quello prescritto dal DM 5.11.2001 per il tipo di strade confluenti nel nodo.

A seconda del metodo di calcolo utilizzato potranno essere valutate con criteri funzionali le sole lunghezze $L_{i,e}$ (per le immissioni), L_{sc} (per gli scambi) e $L_{a,a}$ (per le corsie di accumulo) ovvero l'intera corsia specializzata o parte di essa, in modo da garantire che la manovra nel suo complesso offra il livello di servizio richiesto.”

Con riferimento a quanto riportato nel D.M. 19/04/2006, si rileva che se i tratti di accelerazione e di raccordo sono facilmente determinabili, il tratto di immissione (destinato ad accogliere i veicoli della corrente secondaria, provenienti dalla rampa, i quali sono in attesa di immettersi nella corrente principale costituita dai veicoli che percorrono la corsia di marcia sulla strada principale), si presta a diverse interpretazioni, da cui la necessità di ricorrere a più metodologie di dimensionamento/verifica, ovvero all'adozione di più metodi di calcolo.

In particolare, l'approccio utilizzato per il dimensionamento/verifica del tratto di immissione ha preso in considerazione i seguenti metodi di calcolo (desunti dalla letteratura tecnica di settore):

1. Metodo semi-empirico;
2. Metodo probabilistico;
3. Metodo HCM.

3.9.3.1 Metodo semi-empirico

Con riferimento alla metodologia riportata nel par. 3.4 del testo *“Progetto di intersezioni stradali” – Giovanni da Rios – UTET 2002*, la lunghezza del tronco di immissione $L_{i,e} = L_2$ è valutabile attraverso la seguente relazione:

$$L_{i,e} = \frac{Q_1 - 700}{100} * V_f$$

dove:

- Q_1 = flusso della corrente principale (portata sulla corsia di marcia adiacente il tratto di immissione);
- $V_f = 80\% V_p$;

- V_p = velocità di progetto dell'asta principale, desunta dal diagramma di velocità.

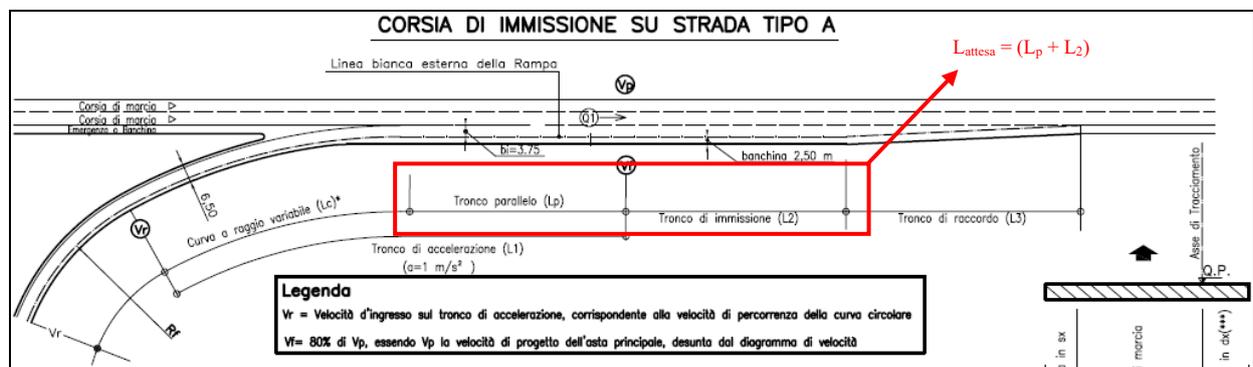
Si evidenzia che la relazione di cui sopra, valida nell'ipotesi di un intervallo accettato in immissione pari a 2,5 secondi ed una distribuzione casuale del traffico, rappresenta una formulazione semplificata, valida per valori di Q_1 compresi tra 700 e 1200 veic./h, e considera una lunghezza nulla del tronco di immissione per valori di Q_1 inferiori a 700 veic./h.

Si rileva, inoltre, che nell'ambito del metodo semi-empirico viene considerato il tronco parallelo L_p facente ancora parte del tronco di accelerazione, in base al presupposto che tale tronco consenta al veicolo in manovra di completare la fase di variazione della velocità, iniziata nel tratto precedente, prima di immettersi, successivamente, nella corrente veicolare principale.

A tal proposito si osserva che, come mostrano numerose ricerche sperimentali, l'analisi della reale dinamica di immissione è caratterizzata da un comportamento tipico di gran parte degli utenti i quali, provenendo dalla rampa, si presentano nella sezione terminale della rampa (corrispondente con la sezione iniziale del tronco parallelo) e percorrono il tronco parallelo, aumentando trascurabilmente la propria velocità di marcia, in attesa di trovare l'intervallo temporale adatto a consentire l'inserimento nella corrente veicolare principale.

Pertanto, il tratto $(L_p + L_2)$ è percorso da veicoli, aventi velocità pressochè costanti tra ingresso ed uscita, in attesa di immettersi in sicurezza nella corrente veicolare in transito sull'asse principale, ovvero il tratto $(L_p + L_2)$ costituisce, di fatto, un "tratto di attesa in movimento".

Si ritiene, quindi, improprio riferirsi a criteri cinematici, basati sull'ipotesi di percorrenza in accelerazione del tronco parallelo L_p , ritenendo più appropriato l'impiego di criteri di progetto del "tratto di attesa in movimento", di lunghezza pari a $L_{attesa} = (L_p + L_2)$ ed evidenziato nella figura successiva, basati su metodi probabilistici, ovvero metodi fondati sulla probabilità che i veicoli in immissione abbiano a disposizione, all'interno della corrente veicolare principale, un adeguato varco temporale per potersi inserire.



L'approccio generale su cui si fondano i metodi probabilistici ed il criterio analitico impiegato è riportato nel paragrafo successivo.

3.9.3.2 Metodo probabilistico

L'approccio generale su cui si fondano i metodi probabilistici è basato sulla considerazione che il "tratto di attesa in movimento" (nel seguito indicato "tratto di attesa") deve avere una lunghezza tale che un veicolo che lo percorre, in attesa di immettersi, abbia un determinato valore di probabilità di trovare un varco libero per poter eseguire la manovra, prima di giungere alla fine del tratto.

Al fine di pervenire ad un criterio analitico per la determinazione della lunghezza del tratto di attesa, è stata considerata la metodologia di calcolo riportata nel testo *“Progettare le intersezioni”* – S. Canale, N. Distefano, S. Leonardi, G. Pappalardo – EPC Libri 2006.

Secondo tale metodologia, occorre procedere, in primo luogo, con la schematizzazione del comportamento dei veicoli in immissione.

Consideriamo un veicolo che, dopo essere giunto all’inizio del tratto di attesa, provenendo dalla rampa, con una determinata velocità V_E si muova in attesa di immettersi nella corsia di marcia della corrente principale. Affinchè il veicolo della strada principale che segue il veicolo che si immette non sia da questo costretto a rallentare o a cambiare corsia (immissione ideale), è necessario che, nell’istante in cui il veicolo in immissione ha raggiunto la corsia di marcia principale, il veicolo che segue il veicolo in immissione si trovi ad una distanza da esso almeno pari a quella di sicurezza.

Si definisce “intervallo critico” T il più piccolo intervallo temporale fra due veicoli della corsia di marcia principale che consente un’immissione ideale, la cui espressione è la seguente:

$$T = [(V - V_E) / 2 \cdot a_c] + 2 \cdot \delta$$

dove:

- V = velocità della corrente veicolare principale;
- V_E = velocità di percorrenza del tratto di attesa ;
- a_c = accelerazione della manovra di immissione (generalmente si pone $a_c = 1,2 \text{ m/s}^2$);
- δ = distanza temporale di sicurezza tra due veicoli consecutivi nella strada principale (generalmente di pone $\delta = 1 \text{ s}$).

In pratica, un veicolo in marcia sul tratto di attesa deciderà di inserirsi nella corrente veicolare principale, quando, all’interno di tale corrente, avrà a disposizione un varco temporale pari almeno all’intervallo critico.

Il presentarsi dell’intervallo critico T è un evento aleatorio.

Ipotizzando che i veicoli della corrente veicolare principale siano distribuiti con legge degli arrivi secondo una distribuzione di probabilità di Poisson, gli intervalli temporali τ con cui tali veicoli si succedano dinanzi a quello che vuole immettersi sono distribuiti con legge di probabilità esponenziale negativa, con funzione densità di probabilità data dalla seguente espressione:

$$f(\tau) = \lambda \cdot e^{-\lambda \cdot \tau}$$

dove λ è il valore medio degli arrivi nell’unità di tempo, valutabile con la seguente relazione:

$$\lambda = Q / 3600$$

dove Q è il numero orario di veicoli in transito sulla corrente principale.

La probabilità che il generico intervallo di tempo τ sia maggiore dell’intervallo critico T è pari a:

$$P(\tau \geq T) = e^{-\lambda \cdot T}$$

Con la relazione precedente, si calcola il valore di probabilità $P(\tau \geq T)$ durante il primo evento possibile, ovvero dopo aver atteso il passaggio del primo veicolo. In tal caso, il tempo di attesa è pari al minimo e coincide con l'intervallo critico T .

Pertanto al primo evento ($K=1$) sono associati:

- $P_1 = e^{-\lambda \cdot T} =$ probabilità $P(\tau \geq T)$;
- $t_1 =$ tempo di attesa;
- $L_1 = t_1 \cdot V_E =$ lunghezza corsia di attesa.

In fase di progetto non si può ritenere sempre accettabile il valore di probabilità associato al primo evento. Occorre, pertanto, fissare una probabilità di progetto e calcolare conseguentemente il numero di eventi (numero di passaggi di veicoli consecutivi sulla corsia di marcia principale) in grado di garantire il manifestarsi della probabilità medesima. La probabilità che dopo il secondo evento ($K=2$), ovvero dopo aver atteso il passaggio del secondo veicolo, si abbia $\tau \geq T$ è pari a:

$$P_2 = P_1 + (1 - P_1) \cdot P_1$$

Se risultasse necessario aspettare anche il terzo evento ($K=3$) per ottenere la probabilità richiesta, occorrerà procedere con il calcolo della probabilità associata a tale evento pari a:

$$P_3 = P_2 + (1 - P_2) \cdot P_1$$

Qualora anche il terzo evento non fosse sufficiente a garantire la probabilità richiesta, si svolgerà l'analoga valutazione per il quarto evento ($K=4$) calcolando la corrispondente probabilità:

$$P_4 = P_3 + (1 - P_3) \cdot P_1$$

Proseguendo con questo processo a cascata, si perverrà, infine, all'individuazione dell'evento K -esimo, al quale è associata la probabilità di progetto, in corrispondenza del quale si ha:

- $P_K = [P_{K-1} + (1 - P_{K-1}) \cdot P_1] =$ probabilità $P(\tau \geq T)$;
- $t_K = (K - 1) / \lambda =$ tempo di attesa;
- $L_K = t_K \cdot V_E =$ lunghezza corsia di attesa.

Con riferimento ai tratti specializzati di immissione previsti in progetto, si rileva che, in funzione delle particolari condizioni al contorno, dovute all'inserimento in un contesto territoriale ed infrastrutturale (esistente e di progetto) vincolato, in funzione del quale non è stato possibile inserire lunghezze superiori a quelle adottate, l'approccio impiegato per la verifica ha previsto:

- una prima verifica, svolta con il metodo semi-empirico, finalizzata a controllare che il tratto complessivo ($L_1 + L_2$) non risulti inferiore al valore minimo definito da ($L_{1 \min} + L_{2 \min}$);
- una seconda verifica, svolta con il metodo probabilistico, finalizzata a determinare il valore di probabilità $P(\tau \geq T)$ (probabilità che il distanziamento temporale τ sia maggiore dell'intervallo critico T) associata alla lunghezza della corsia di attesa $L_{attesa} = (L_p + L_2)$.

Le verifiche sono state svolte sulla base dei valori dei flussi riportati nel par. 3.3.1.

3.9.3.3 Metodo HCM

Le verifiche con il metodo HCM, finalizzate al calcolo del livello di servizio dei tratti specializzati di immissione, nonché dell'intera rete infrastrutturale di progetto, sono state svolte secondo i dettami dell'Highway Capacity Manual (*Highway Capacity Manual*. Transportation Research Board, Washington, D.C. 2010).

Per la metodologia di calcolo utilizzata e per i risultati ottenuti a seguito delle verifiche svolte, si rimanda al Cap. 9 ("Livello di Servizio") ed al par. 9.8 ("Livello di Servizio Scenario di Progetto – Settembre 2021") dello "Studio di Impatto del Traffico" sviluppato nella presente fase progettuale ed inserito nell'ambito dell'elaborato "STUDIO DEL TRAFFICO-Relazione sullo studio del traffico" (T00SG00GENRE01).

3.9.4 Sezione trasversale

In conformità alle prescrizioni normative di cui alla Tabella 9 del D.M. 19/04/2006, la sezione trasversale delle corsie specializzate per manovre di immissione prevede una corsia di larghezza pari a 3,75 m con banchina in destra di dimensioni pari a 2,50 m.

La sezione trasversale delle corsie specializzate di immissione relative alle manovre "Collegamento Svincolo "Tiburtina" ed immissione in Tratto 4" e "Collegamento Svincolo "Tiburtina" ed immissione in Tratto 4" prevede, in continuità con gli elementi modulari trasversali, una corsia di larghezza pari a 3,50 m con banchina in destra di dimensioni pari a 1,25 m.

3.10 ROTATORIA VIA ARMENISE

Nell'ambito del presente Progetto Definitivo (2^a fase funzionale), è prevista la riconfigurazione dei bracci della "Rotatoria Via Armenise" prevista nell'ambito degli interventi riferiti al 1° Stralcio funzionale.

I rami convergenti corrispondenti alla presente fase progettuale sono riportati nella tabella seguente.

Rotatoria	Numero rami	Rami convergenti	
Rotatoria Via Armenise	3	1	Collegamento Via Acuto
		2	Innesto con viabilità esistente Via Armenise
		3	Rampa 21

Rispetto alla configurazione del 1° Stralcio funzionale, la rotatoria mantiene invariato il diametro esterno, la larghezza degli elementi modulari afferenti alla corona giratoria e la configurazione del ramo corrispondente all'innesto con la viabilità esistente di Via Armenise (Ramo 2).

Gli interventi riferiti al presente Progetto Definitivo riguardano, pertanto, la riconfigurazione dei bracci al fine di garantire la connessione con il Collegamento Via Acuto (Ramo 1) e con la Rampa 21 (Ramo 3).

Le rotatorie sono riferite ad una tipologia corrispondente alle "rotatorie convenzionali" (diametro esterno compreso tra 40 m e 50 m) secondo il par. 4.5.1 del D.M. 19/04/2006.

Gli elementi modulari della rotatoria, ad una corsia, sono conformi alle prescrizioni riferite alle intersezioni a rotatoria di cui al par. 4.5.2 del D.M. 19/04/2006 secondo quanto riportato nella tabella seguente (Tab. 6 del D.M. 19/04/2006).

Elemento modulare	Diametro esterno della rotatoria (m)	Larghezza corsie (m)
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi ad una corsia	≥ 40	6,00
	Compreso tra 25 e 40	7,00
	Compreso tra 14 e 25	7,00 - 8,00
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi a più corsie	≥ 40	9,00
	< 40	8,50 - 9,00
Bracci di ingresso (**)		3,50 per una corsia 6,00 per due corsie
Bracci di uscita (*)	< 25	4,00
	≥ 25	4,50

(*) deve essere organizzata sempre su una sola corsia.

(**) organizzati al massimo con due corsie.

Le dimensioni adottate per gli elementi modulari adottate sono riassunte nella tabella successiva.

Rotatoria	Numero rami	Rami convergenti	Diametro esterno [m]	Larghezza bracci di ingresso [m]	Larghezza bracci in uscita [m]	Diametro esterno [m]	numero corsie	Larghezza corsia [m]	Larghezza banchina in destra [m]	Larghezza banchina in sinistra [m]
Rotatoria Via Armenise	3	1 Collegamento Via Acuto	44	3,50	4,50	44	1	6,00	0,50	1,50
		2 Innesco con viabilità esistente Via Armenise		3,50	4,50					
		3 Rampa 21		-	4,50					

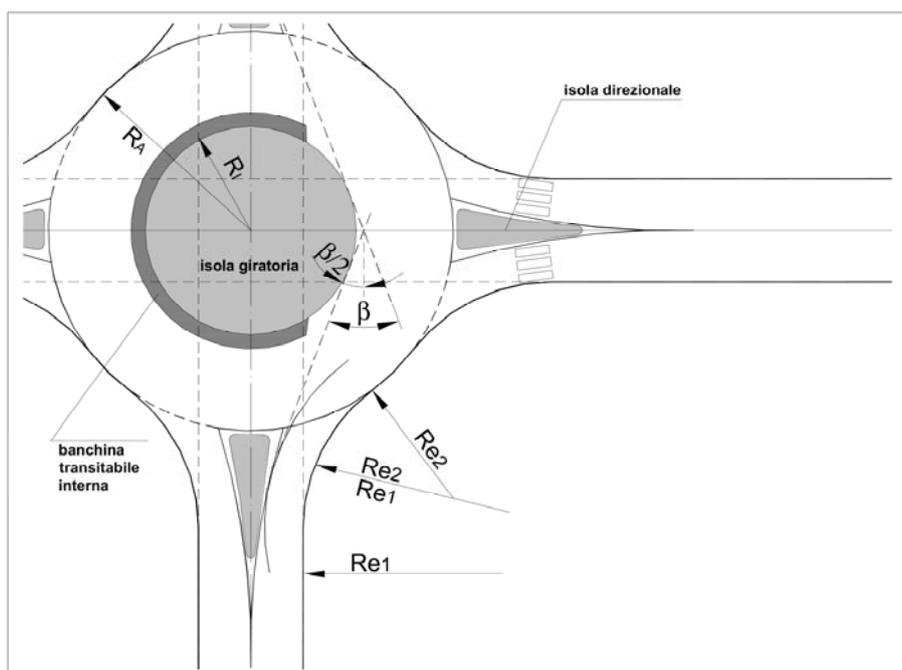
Le dimensioni degli elementi modulari sono indicate nell'elaborato "Rotatoria Via Armenise: Elementi modulari, angoli di deviazione e campi di visibilità", a cui si rimanda.

3.10.1 Analisi degli angoli di deviazione delle traiettorie

Come riportato nel par. 4.5.3 del D.M. 19/04/2006, il criterio principale per definire la geometria delle rotatorie riguarda il controllo della deviazione delle traiettorie in attraversamento del nodo. Infatti, per impedire l'attraversamento di un'intersezione a rotatoria ad una velocità non adeguata, è necessario che i veicoli siano deviati per mezzo dell'isola centrale.

La valutazione del valore della deviazione viene effettuata per mezzo dell'angolo di deviazione β di cui alla figura seguente (fig. 11 del D.M. 19/04/2006).

Per determinare la tangente al ciglio dell'isola centrale corrispondente all'angolo di deviazione β , bisogna aggiungere al raggio di entrata $R_{e,2}$ un incremento b pari a 3,50 m. Per ciascun braccio di immissione si raccomanda un valore dell'angolo di deviazione β di almeno 45° .



Costruzione geometrica per la determinazione dell'angolo di deviazione β secondo D.M. 19/04/2006 (fig. 11 D.M. 19/04/2006)

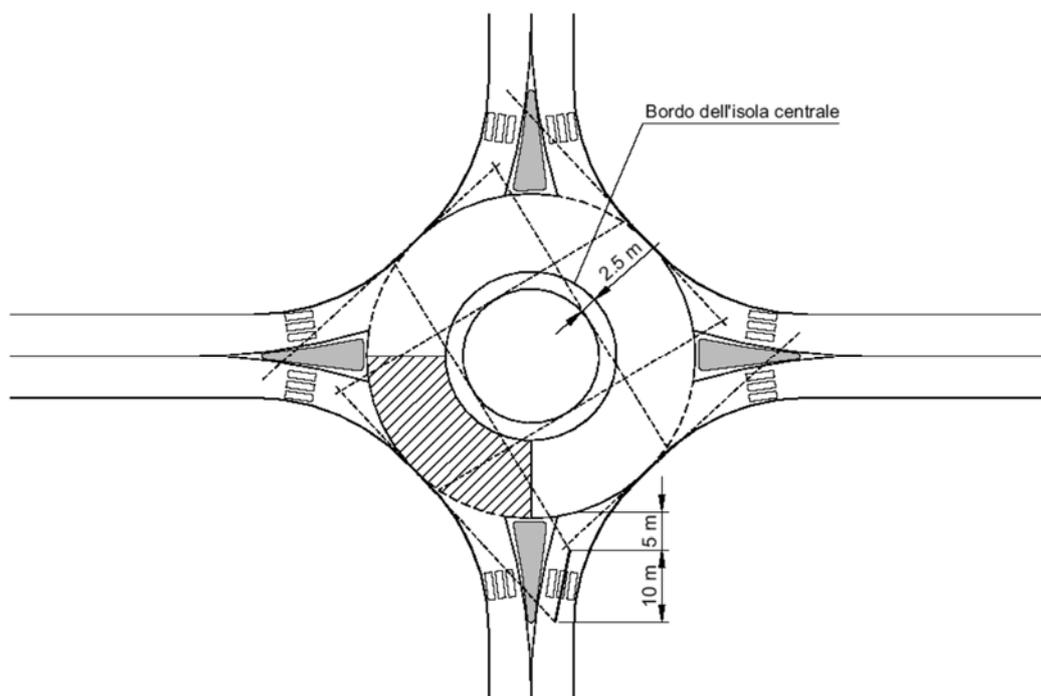
La costruzione geometrica per la valutazione della deviazione delle traiettorie è illustrata nell'elaborato "Rotatoria Via Armenise: Elementi modulari, angoli di deviazione e campi di visibilità" (V02PS00TRADG04), a cui si rimanda. I valori dell'angolo β sono riportati nella tabella seguente.

Rotatoria	Numero rami	Rami convergenti		β [°]
Rotatoria Via Armenise	3	1	Collegamento Via Acuto	-
		2	Innesto con viabilità esistente Via Armenise	107
		3	Rampa 21	-

3.10.2 Verifiche di visibilità

Per le rotatorie sono state svolte le verifiche di visibilità prendendo come riferimento le prescrizioni contenute nel par. 4.6 del D.M. 19/04/2006 che di seguito si richiamano.

Negli incroci a rotatoria, i conducenti che si approssimano alla rotatoria devono vedere i veicoli che percorrono l'anello centrale al fine di cedere ad essi la precedenza o eventualmente arrestarsi; sarà sufficiente una visione completamente libera sulla sinistra per un quarto dello sviluppo dell'intero anello, secondo la costruzione geometrica riportata nella figura successiva, posizionando l'osservatore a 15 m dalla linea che delimita il bordo esterno dell'anello giratorio.



Schema visibilità in rotatoria secondo D.M. 19/04/2006

Come si evince dalla figura precedente, il campo di visibilità si determina convenzionalmente conducendo le tangenti al limite della corona rotatoria e ad un contorno circolare posto 2,5 m all'interno del limite dell'isola centrale a partire dagli estremi di un segmento lungo 10 m posto in asse alla corsia di entrata e distante 5 m dal limite della corona giratoria.

La verifica delle condizioni di visibilità è stata condotta graficamente determinando, per ciascuno dei rami di ingresso, il campo di visibilità sulla base delle prescrizioni di cui al par. 4.6 del D.M. 19/04/2006.

La determinazione grafica dei campi di visibilità è illustrata nell'elaborato "Rotatoria Via Armenise: Elementi modulari, angoli di deviazione e campi di visibilità" (V02PS00TRADG04) a cui si rimanda.

Nell'ambito dei campi di visibilità individuati, la sistemazione della rotatoria non prevede, con riferimento alle aree al di fuori della corona giratoria, elementi tali da ostacolare le visuali libere richieste. La rotatoria garantisce, pertanto, le richieste condizioni di visibilità.

3.10.3 Verifica fasce di ingombro per inscrivibilità dei veicoli

Nel Nuovo codice della strada oltre alla definizione di sagoma limite (art. 61), ossia le dimensioni massime che tutti i veicoli devono rispettare per poter circolare, vi è quella di fascia d'ingombro per l'inscrivibilità in curva dei veicoli; in particolare l'art. 217 del Regolamento di Attuazione definisce che: "ogni veicolo a motore, o complesso di veicoli, compreso il relativo carico, deve potersi inscrivere in una corona circolare (fascia d'ingombro) di raggio esterno 12,50 m e raggio interno 5,30 m".

Tale articolo determina le condizioni di massimo ingombro dei veicoli che percorrono una curva, e di conseguenza le dimensioni geometriche di riferimento per il calcolo del raggio minimo della rotatoria e della larghezza dell'anello.

Le verifiche di ingombro dinamico sono state condotte graficamente tramite l'ausilio del software freeware "Cad Tools" prendendo in considerazione le tipologie di veicolo "autobus" ed "autoarticolato" le cui caratteristiche geometriche sono riportate nelle figure seguenti. Per la tipologia "autoarticolato", sono state considerate caratteristiche geometriche congruenti con la lunghezza massima prescritta dal Codice della Strada per tale tipologia di veicolo (art. 61, comma 2 D.Lgs 285/92).

Total Length: 12 meter

Width #1		Lock to lock time (seconds)	7
Wheel	2,5	Max wheel turning angle (seg #1)	42,5
Vehicle	2,5	Max angle between Segments	70
F=	2,7		
WB=	5,9		
B=	3,4		

Vehicle data

Name	AASHTO WB-50	AASHTO Semitrailer
Type	Semi-Trailer	
Units	Meter	

Vehicle Details | Turning Report | Lock to lock Report

Total Length: 16,76 meter

Width #1	#2		Lock to lock time (seconds)	7	
Wheel	2,55	2,55	Max wheel turning angle (seg #1)	17,7	
Vehicle	2,6	2,6	Max angle between Segments	70	
F=	0,91	H=	0	F2=	0,91
WB=	3,81	WB2=	10,82		
B=	1	B2=	1,22		

Independent Active Rear Steering

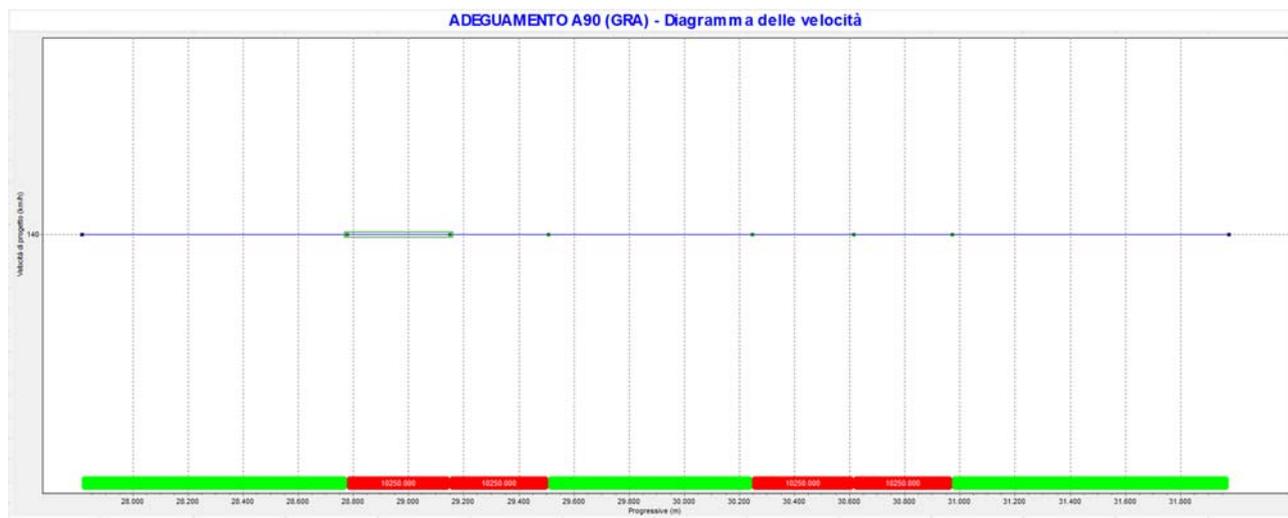
Le verifiche di ingombro dinamico sono riportate negli elaborati “*Verifiche grafiche ingombro dinamico veicoli pesanti Tav.1 di 2*” (V02PS00TRADG05) e “*Verifiche grafiche ingombro dinamico veicoli pesanti Tav.2 di 2*” (V02PS00TRADG06) a cui si rimanda.

A seguito delle verifiche si evince che l'ampiezza delle fasce di ingombro dinamico dei veicoli considerati risulta essere sempre compresa nella piattaforma pavimentata.

4 ADEGUAMENTO AUTOSTRADA A90 (GRA)

4.1 DIAGRAMMA DELLE VELOCITA'

Il diagramma delle velocità è riportato nella figura seguente.



4.2 VERIFICA ANDAMENTO PLANIMETRICO

La verifica dell'andamento planimetrico è riportata nella tabella seguente.

ADEGUAMENTO A90 (GRA) - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo			
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia Asse: Deviazione GRA Tipo di strada: A - Autostrada Extraurbana 3+3 Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	11.25 90	140			
Rettifilo n°1 - Lunghezza (m):962.16	Lung. Min	Lung. Max			Parametri
Progressiva Lunghezza minima (m) Lunghezza massima (m) Valori minimi/massimi da normativa	360.00 360.00	 3080.00 3080.00			27815.34
Rettifilo in normativa	962.16				
Raccordo n°1 - Raggio (m):10250.00 - Lunghezza (m):372.94	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min		Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo in funzione della velocità Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione Valori minimi/massimi da normativa	335.68 335.68		 97.22 97.22		28777.50 140
Raccordo in normativa	10250.00		372.94		
Raccordo n°2 - Raggio (m):10250.00 - Lunghezza (m):356.66	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min		Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo in funzione della velocità Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione Valori minimi/massimi da normativa	335.68 335.68		 97.22 97.22		29150.44 140
Raccordo in normativa	10250.00		356.66		
Rettifilo n°2 - Lunghezza (m):740.04	Lung. Min	Lung. Max			Parametri
Progressiva Lunghezza minima (m) Lunghezza massima (m) Valori minimi/massimi da normativa	360.00 360.00	 3080.00 3080.00			29507.10
Rettifilo in normativa	740.04				
Raccordo n°3 - Raggio (m):10250.00 - Lunghezza (m):367.24	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min		Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h)					30247.13 140

ADEGUAMENTO A90 (GRA) - Verifica andamento planimetrico

Raggio minimo in funzione della velocità Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione Valori minimi/massimi da normativa	335.68 335.68		97.22 97.22		
Raccordo in normativa	10250.00		367.24		
Raccordo n°4 - Raggio (m):10250.00 - Lunghezza (m):357.47	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min		Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo in funzione della velocità Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione Valori minimi/massimi da normativa	335.68 335.68		97.22 97.22		30614.38 140
Raccordo in normativa	10250.00		357.47		
Rettifilo n°3 - Lunghezza (m):1003.86	Lung. Min	Lung. Max			Parametri
Progressiva Lunghezza minima (m) Lunghezza massima (m) Valori minimi/massimi da normativa	360.00 360.00	3080.00 3080.00			30971.85
Rettifilo in normativa	1003.86				

4.3 VERIFICA ANDAMENTO ALTIMETRICO

La verifica dell'andamento altimetrico è riportata nella tabella seguente.

ADEGUAMENTO A90 (GRA) - Verifica andamento altimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo	
Tipo di strada:A - Autostrada Extraurbana 3+3 Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	11.25 90	140	
Livelletta n°1 - Pendenza (h/b):-1.705%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% -1.705%		28777.25
Parabola n°1 - Raggio (m):22000.00 - Lunghezza (m):358.010 - K:220.000 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	5916.44 2520.58 22000.00		28785.89 232.01 140
Livelletta n°2 - Pendenza (h/b):-0.078%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% -0.078%		29143.90
Parabola n°2 - Raggio (m):8500.00 - Lunghezza (m):180.186 - K:85.000 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	1649.00 2520.58 8500.00		29415.28 232.39 140
Livelletta n°3 - Pendenza (h/b):2.042%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% 2.042%		29595.46
Parabola n°3 - Raggio (m):15000.00 - Lunghezza (m):269.235 - K:150.000 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	14576.28 2520.58 15000.00		29633.14 233.07 140
Livelletta n°4 - Pendenza (h/b):0.247%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% 0.247%		29902.37
Parabola n°4 - Raggio (m):50000.00 - Lunghezza (m):66.972 - K:500.000 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da visibilità	0.00		29988.91 229.64 140

ADEGUAMENTO A90 (GRA) - Verifica andamento altimetrico

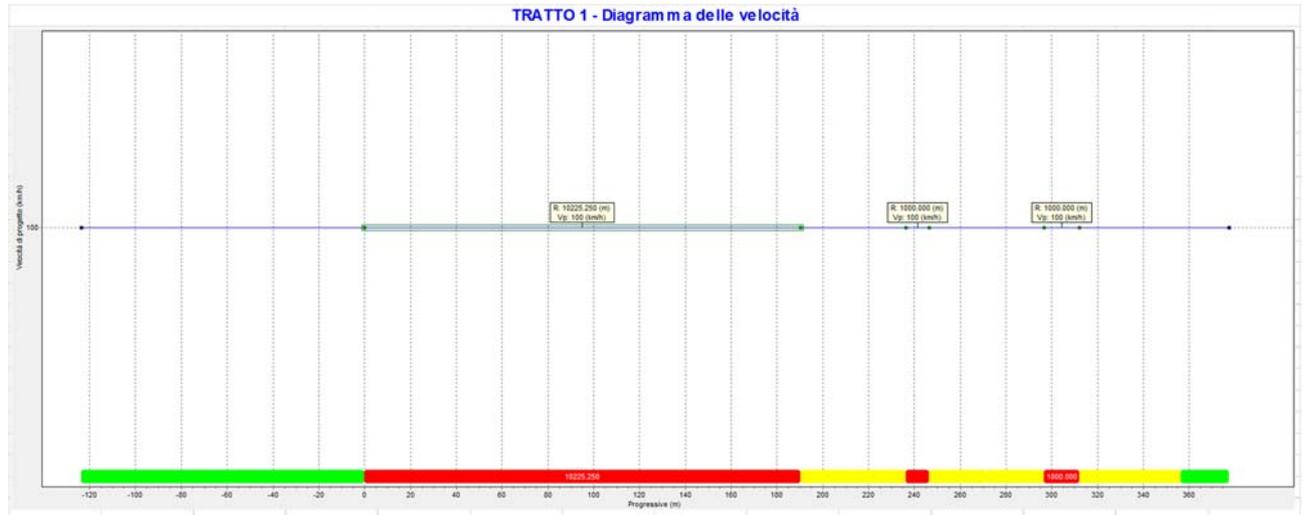
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	2520.58		
Parabola in normativa	50000.00		
Livellotta n°5 - Pendenza (h/b):0.381%	Pend. Max		Parametri
Progressiva			30055.89
Pendenza massima (+/- h/b):	5.000%		
Livellotta in normativa	0.381%		
Parabola n°5 - Raggio (m):14200.00 - Lunghezza (m):222.918 - K:142.000 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva			30272.70
Distanza utilizzata			230.01
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			140
Raggio minimo da visibilità	14181.72		
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	2520.58		
Parabola in normativa	14200.00		
Livellotta n°6 - Pendenza (h/b):-1.189%	Pend. Max		Parametri
Progressiva			30495.61
Pendenza massima (+/- h/b):	5.000%		
Livellotta in normativa	-1.189%		
Parabola n°6 - Raggio (m):20000.00 - Lunghezza (m):236.951 - K:200.000 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva			30563.68
Distanza utilizzata			230.80
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			140
Raggio minimo da visibilità	5881.99		
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	2520.58		
Parabola in normativa	20000.00		
Livellotta n°7 - Pendenza (h/b):-0.004%	Pend. Max		Parametri
Progressiva			30800.63
Pendenza massima (+/- h/b):	5.000%		
Livellotta in normativa	-0.004%		
Parabola n°7 - Raggio (m):8000.00 - Lunghezza (m):85.016 - K:80.000 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva			31054.79
Distanza utilizzata			230.51
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			140
Raggio minimo da visibilità	0.00		
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	2520.58		
Parabola in normativa	8000.00		
Livellotta n°8 - Pendenza (h/b):1.058%	Pend. Max		Parametri
Progressiva			31139.81
Pendenza massima (+/- h/b):	5.000%		
Livellotta in normativa	1.058%		

5 VIABILITA' COMPLANARE INTERNA

5.1 TRATTO 1

5.1.1 Diagramma delle velocità

Il diagramma delle velocità è riportato nella figura seguente.



5.1.2 Verifica andamento planimetrico

La verifica dell'andamento planimetrico è riportata nella tabella seguente.

TRATTO 1 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia Asse: Tratto 1 Tipo di strada: A - Autostrada Extraurbana 2+2+1/2 serv. Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	7.50 40	100				
Rettifilo n°1 - Lunghezza (m):123.60	Lung. Min	Lung. Max				Parametri
Progressiva Lunghezza minima (m) Lunghezza massima (m) Valori minimi/massimi da normativa Rettifilo in normativa (*)	150.00 150.00 123.60	2200.00 2200.00				-123.60
Raccordo n°1 - Raggio (m):10225.25 - Lunghezza (m):190.23	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo in funzione della velocità Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione Valori minimi/massimi da normativa Raccordo in normativa	44.99 44.99 10225.25		69.44 69.44 190.23			0.00 100
Clotoide n°1 - Parametro A:226.125 - Lunghezza (m):46.13	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico Clotoide di continuità (R2<R1). A>=R1/3 Criterio ottico Clotoide di continuità (R2<R1). A<=R2 Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa (*)	181.082 100.020 3.408.417 3.408.417 3.408.417 226.125	10.225.250 1.000.000 1.000.000	46.13	1.000	1.000	190.24 100
Raccordo n°2 - Raggio (m):1000.00 - Lunghezza (m):10.04	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva						236.37

TRATTO 1 - Verifica andamento planimetrico

Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo in funzione della velocità <i>Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione</i> Valori minimi/massimi da normativa Raccordo in normativa (*)	44.99 44.99 1000.00		69.44 69.44 10.04			100
Clotoide n°2 - Parametro A:158.389 - Lunghezza (m):25.09	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli <i>Criterio ottico</i> Criterio ottico Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa (*)	142.218 151.375 333.333 333.333 158.389	1.000.000 1.000.000	25.09		1.000 1.000	246.41 100
Clotoide n°3 - Parametro A:158.389 - Lunghezza (m):25.09	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli <i>Criterio ottico</i> Criterio ottico Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa (*)	142.218 151.375 333.333 333.333 158.389	1.000.000 1.000.000	25.09		1.000 1.000	271.50 100
Raccordo n°3 - Raggio (m):1000.00 - Lunghezza (m):15.33	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo in funzione della velocità <i>Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione</i> Valori minimi/massimi da normativa Raccordo in normativa (*)	44.99 44.99 1000.00		69.44 69.44 15.33			296.59 100
Clotoide n°4 - Parametro A:210.620 - Lunghezza (m):44.36	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli <i>Criterio ottico</i> Criterio ottico Clotoide rettilineo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa (*)	183.692 191.842 333.333 333.333 210.620	1.000.000 1.000.000	44.36	1.330	1.000 1.000	311.92 100
Rettilineo n°2 - Lunghezza (m):21.12	Lung. Min	Lung. Max				Parametri
Progressiva <i>Lunghezza minima (m)</i> Lunghezza massima (m) Valori minimi/massimi da normativa Rettilineo in normativa (*)	150.00 150.00 21.12	2200.00 2200.00				356.28

(*) Elemento in normativa secondo i criteri di flessibilità ammessi

5.1.3 Verifica andamento altimetrico

La verifica dell'andamento altimetrico è riportata nella tabella seguente.

TRATTO 1 - Verifica andamento altimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo	
Tipo di strada:A - Autostrada Extraurbana 2+2+1/2 serv. Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	7.50 40	100	
Livellina n°1 - Pendenza (h/b):-1.629%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livellina in normativa	5.000% -1.629%		-123.60
Parabola n°1 - Raggio (m):21327.76 - Lunghezza (m):323.367 - K:213.278 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri

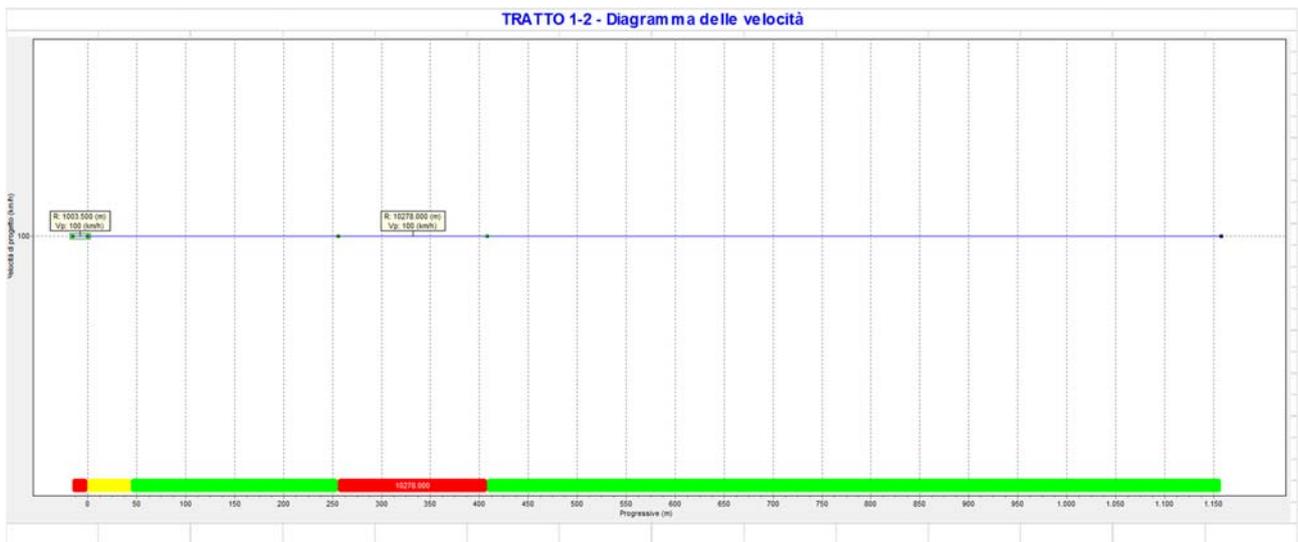
TRATTO 1 - Verifica andamento altimetrico

Progressiva			31.77
Distanza utilizzata			131.55
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			100
Raggio minimo da visibilità	3094.74		
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	1286.01		
Parabola in normativa	21327.76		
Livelletta n°2 - Pendenza (h/b):-0.113%	Pend. Max		Parametri
Progressiva			355.13
Pendenza massima (+/- h/b):	5.000%		
Livelletta in normativa	-0.113%		

5.2 TRATTO 1-2

5.2.1 Diagramma delle velocità

Il diagramma delle velocità è riportato nella figura seguente.



5.2.2 Verifica andamento planimetrico

La verifica dell'andamento planimetrico è riportata nella tabella seguente.

TRATTO 1-2 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia						
Asse: Tratto 1-2						
Tipo di strada: A - Autostrada Extraurbana 2+2+1/2 serv.						
Larghezza semicarreggiata (m)	7.50					
Velocità progetto (Km/h)	40	100				
Raccordo n°1 - Raggio (m):1003.50 - Lunghezza (m):15.42	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva						-15.42
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						100
Raggio minimo in funzione della velocità	44.99					
Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione			69.44			
Valori minimi/massimi da normativa	44.99		69.44			
Raccordo in normativa (*)	1003.50		15.42			
Clotoide n°1 - Parametro A:211.182 - Lunghezza (m):44.44	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva						0.00
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						100
Fattore di forma					1.000	
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	183.744					
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	192.044					
Criterio ottico	334.500					
Criterio ottico		1.003.500				
Valori minimi/massimi da normativa	334.500	1.003.500				
Clotoide in normativa (*)	211.182		44.44		1.000	
Rettifilo n°1 - Lunghezza (m):211.12	Lung. Min	Lung. Max				Parametri

TRATTO 1-2 - Verifica andamento planimetrico

Progressiva Lunghezza minima (m) Lunghezza massima (m) Valori minimi/massimi da normativa Rettifilo in normativa	150.00 150.00 211.12	2200.00 2200.00				44.44
Raccordo n°2 - Raggio (m):10278.00 - Lunghezza (m):152.83	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo in funzione della velocità Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione Valori minimi/massimi da normativa Raccordo in normativa	44.99 44.99 10278.00		69.44 69.44 152.83			255.56 100
Rettifilo n°2 - Lunghezza (m):749.42	Lung. Min	Lung. Max				Parametri
Progressiva Lunghezza minima (m) Lunghezza massima (m) Valori minimi/massimi da normativa Rettifilo in normativa	150.00 150.00 749.42	2200.00 2200.00				408.40

(*) Elemento in normativa secondo i criteri di flessibilità ammessi

5.2.3 Verifica andamento altimetrico

La verifica dell'andamento altimetrico è riportata nella tabella seguente.

TRATTO 1-2 - Verifica andamento altimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo	
Tipo di strada:A - Autostrada Extraurbana 2+2+1/2 serv. Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	7.50 40	100	
Livelletta n°1 - Pendenza (h/b):-0.273%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% -0.273%		-17.93
Livelletta n°2 - Pendenza (h/b):-0.411%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% -0.411%		133.02
Parabola n°1 - Raggio (m):1500.00 - Lunghezza (m):15.682 - K:15.000 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	0.00 1286.01 1500.00		228.03 130.27 100
Livelletta n°3 - Pendenza (h/b):0.634%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% 0.634%		243.71
Parabola n°2 - Raggio (m):1300.00 - Lunghezza (m):16.519 - K:13.000 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	0.00 1286.01 1300.00		300.52 130.09 100
Livelletta n°4 - Pendenza (h/b):-0.637%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% -0.637%		317.04
Parabola n°3 - Raggio (m):1300.00 - Lunghezza (m):11.189 - K:13.000 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	0.00 1286.01 1300.00		331.08 130.43 100
Livelletta n°5 - Pendenza (h/b):0.224%	Pend. Max		Parametri

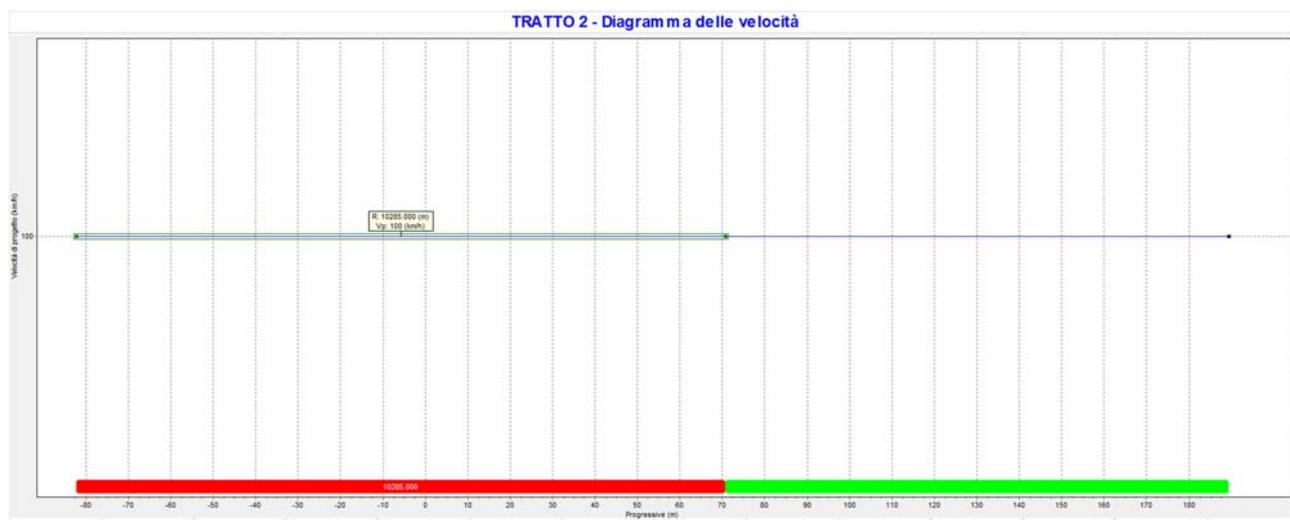
TRATTO 1-2 - Verifica andamento altimetrico

Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livellotta in normativa	5.000% 0.224%	342.27
---	------------------	--------

5.3 TRATTO 2

5.3.1 Diagramma delle velocità

Il diagramma delle velocità è riportato nella figura seguente.



5.3.2 Verifica andamento planimetrico

La verifica dell'andamento planimetrico è riportata nella tabella seguente.

TRATTO 2 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia Asse: Tratto 2 Tipo di strada: A - Autostrada Extraurbana 2+2+1/2 serv. Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	10.50	100				
Raccordo n°1 - Raggio (m):10285.00 - Lunghezza (m):152.94	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo in funzione della velocità Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione Valori minimi/massimi da normativa	44.99		69.44			-82.22 100
Raccordo in normativa	10285.00		152.94			
Rettifilo n°1 - Lunghezza (m):118.70	Lung. Min	Lung. Max				Parametri
Progressiva Lunghezza minima (m) Lunghezza massima (m) Valori minimi/massimi da normativa	150.00	2200.00				70.72
Rettifilo in normativa (*)	118.70					

(*) Elemento in normativa secondo i criteri di flessibilità ammessi

5.3.3 Verifica andamento altimetrico

La verifica dell'andamento altimetrico è riportata nella tabella seguente.

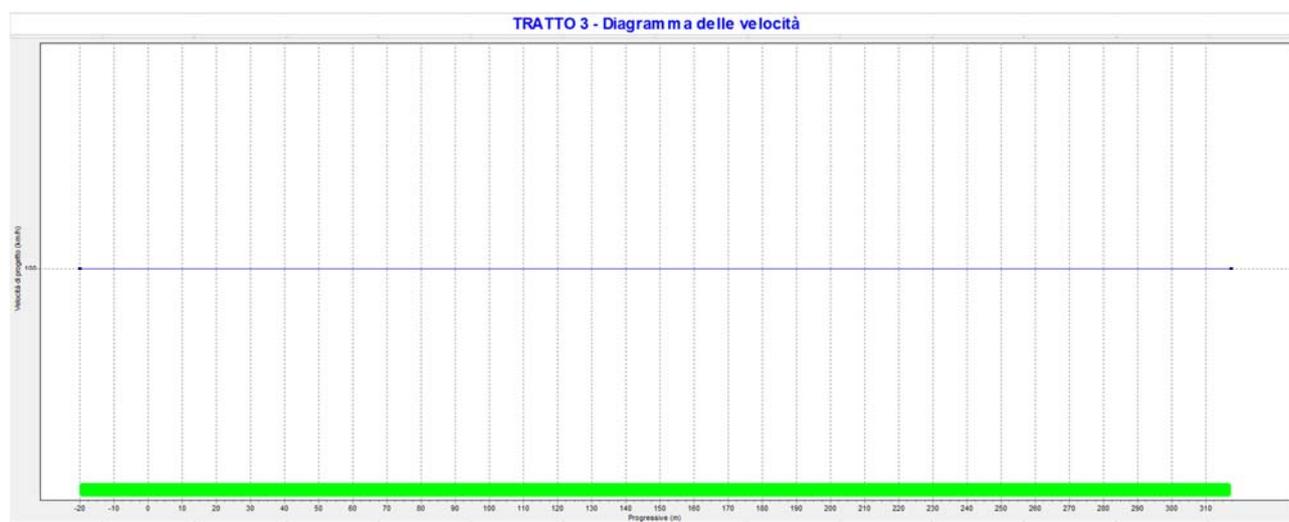
TRATTO 2 - Verifica andamento altimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo	
Tipo di strada: A - Autostrada Extraurbana 2+2+1/2 serv. Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	10.50 40	100	
Livelletta n°1 - Pendenza (h/b): 0.224%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% 0.224%		0.00
Parabola n°1 - Raggio (m): 3000.00 - Lunghezza (m): 19.351 - K: 30.000 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	0.00 1286.01 3000.00		1.14 131.00 100
Livelletta n°2 - Pendenza (h/b): 0.869%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% 0.869%		20.49
Parabola n°2 - Raggio (m): 8500.00 - Lunghezza (m): 99.677 - K: 85.000 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	0.00 1286.01 8500.00		68.86 132.56 100
Livelletta n°3 - Pendenza (h/b): 2.042%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% 2.042%		168.54

5.4 TRATTO 3

5.4.1 Diagramma delle velocità

Il diagramma delle velocità è riportato nella figura seguente.



5.4.2 Verifica andamento planimetrico

La verifica dell'andamento planimetrico è riportata nella tabella seguente.

TRATTO 3 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo			
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia Asse: Tratto 3 Tipo di strada: A - Autostrada Extraurbana 2+2+1/2 serv. Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	7.00 40	100			
Rettifilo n°1 - Lunghezza (m):337.47	Lung. Min	Lung. Max			Parametri
Progressiva Lunghezza minima (m) Lunghezza massima (m) Valori minimi/massimi da normativa Rettifilo in normativa	150.00 150.00 337.47	 2200.00 2200.00			-20.00

5.4.3 Verifica andamento altimetrico

La verifica dell'andamento altimetrico è riportata nella tabella seguente.

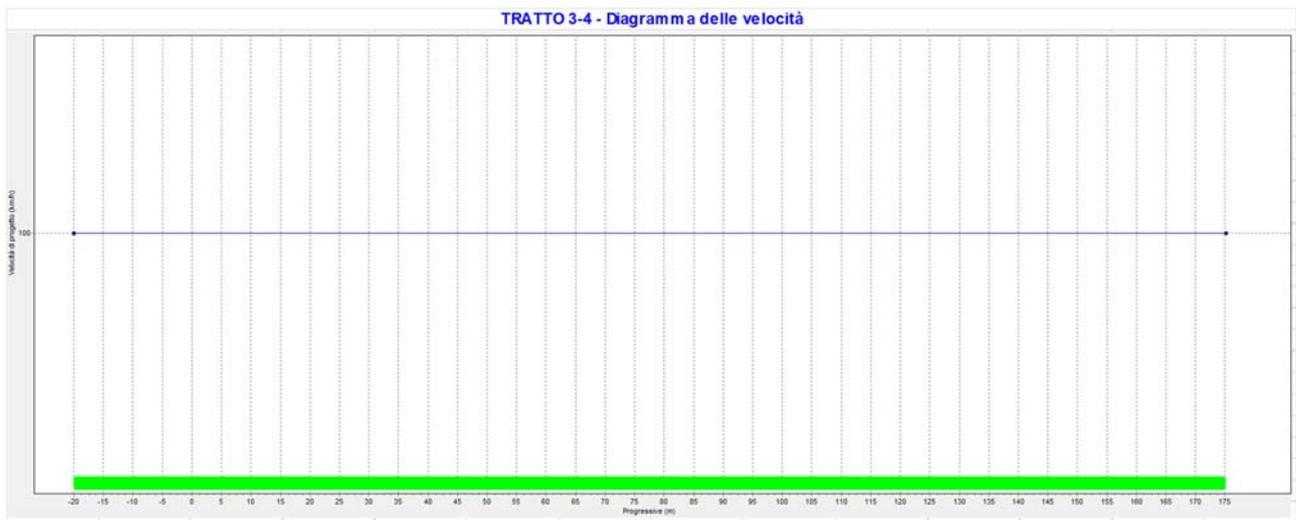
TRATTO 3 - Verifica andamento altimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo	
Tipo di strada:A - Autostrada Extraurbana 2+2+1/2 serv. Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	7.00 40	100	
Livelletta n°1 - Pendenza (h/b):2.042%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% 2.042%		-20.00
Parabola n°1 - Raggio (m):2000.00 - Lunghezza (m):27.106 - K:20.000 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	0.00 1286.01 2000.00		0.69 132.40 100
Livelletta n°2 - Pendenza (h/b):0.686%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% 0.686%		27.80
Parabola n°2 - Raggio (m):5000.00 - Lunghezza (m):66.632 - K:50.000 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	0.00 1286.01 5000.00		43.00 132.38 100
Livelletta n°3 - Pendenza (h/b):2.019%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% 2.019%		109.63
Parabola n°3 - Raggio (m):9000.00 - Lunghezza (m):159.504 - K:90.000 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	4675.37 1286.01 9000.00		115.08 132.00 100
Livelletta n°4 - Pendenza (h/b):0.247%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% 0.247%		274.59

5.5 TRATTO 3-4

5.5.1 Diagramma delle velocità

Il diagramma delle velocità è riportato nella figura seguente.



5.5.2 Verifica andamento planimetrico

La verifica dell'andamento planimetrico è riportata nella tabella seguente.

TRATTO 3-4 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo			
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia Asse: Tratto 3-4 Tipo di strada: A - Autostrada Extraurbana 2+2+1/2 serv. Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	7.50 40	100			
Rettifilo n°1 - Lunghezza (m):195.18	Lung. Min	Lung. Max			Parametri
Progressiva Lunghezza minima (m) Lunghezza massima (m) Valori minimi/massimi da normativa Rettifilo in normativa	150.00 150.00 195.18	2200.00 2200.00			-20.00

5.5.3 Verifica andamento altimetrico

La verifica dell'andamento altimetrico è riportata nella tabella seguente.

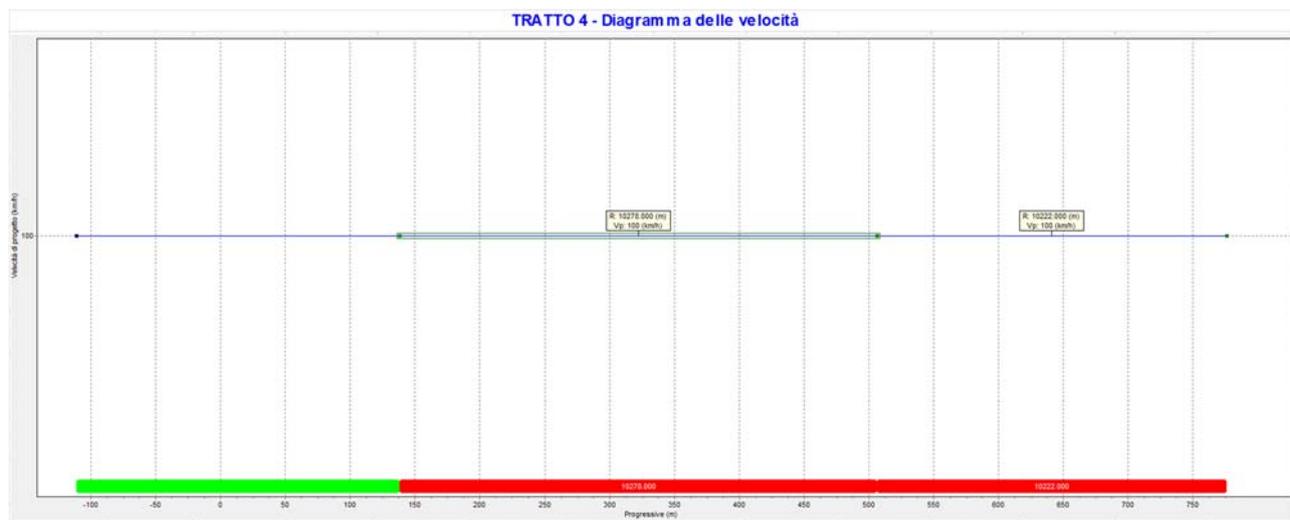
TRATTO 3-4 - Verifica andamento altimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo	
Tipo di strada:A - Autostrada Extraurbana 2+2+1/2 serv. Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	7.50 40	100	
Livelletta n°1 - Pendenza (h/b):0.247%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% 0.247%		-20.00
Parabola n°1 - Raggio (m):30000.00 - Lunghezza (m):28.339 - K:300.000 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	0.00 1286.01 30000.00		77.79 130.57 100
Livelletta n°2 - Pendenza (h/b):0.341%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% 0.341%		106.13

5.6 TRATTO 4

5.6.1 Diagramma delle velocità

Il diagramma delle velocità è riportato nella figura seguente.



5.6.2 Verifica andamento planimetrico

La verifica dell'andamento planimetrico è riportata nella tabella seguente.

TRATTO 4 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo			
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia Asse: Tratto 4 Tipo di strada: A - Autostrada Extraurbana 2+2+1/2 serv. Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	7.00 40	100			
Rettifilo n°1 - Lunghezza (m):249.21	Lung. Min	Lung. Max			Parametri
Progressiva Lunghezza minima (m) Lunghezza massima (m) Valori minimi/massimi da normativa Rettifilo in normativa	150.00 150.00 249.21	 2200.00 2200.00			-111.14
Raccordo n°1 - Raggio (m):10278.00 - Lunghezza (m):368.25	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min		Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo in funzione della velocità Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione Valori minimi/massimi da normativa Raccordo in normativa	44.99 44.99 10278.00	 69.44 69.44	 69.44 368.25		138.08 100
Raccordo n°2 - Raggio (m):10222.00 - Lunghezza (m):269.94	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min		Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo in funzione della velocità Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione Valori minimi/massimi da normativa Raccordo in normativa	44.99 44.99 10222.00	 69.44 69.44	 69.44 269.94		506.32 100

5.6.3 Verifica andamento altimetrico

La verifica dell'andamento altimetrico è riportata nella tabella seguente.

TRATTO 4 - Verifica andamento altimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo	
Tipo di strada: A - Autostrada Extraurbana 2+2+1/2 serv.			
Larghezza semicarreggiata (m)	7.00		
Velocità progetto (Km/h)	40	100	
Livelletta n°1 - Pendenza (h/b):0.341%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b):	10.000%		-111.14
Livelletta in normativa	0.341%		
Parabola n°1 - Raggio (m):13500.00 - Lunghezza (m):115.816 - K:135.000 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata			174.22
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			165.08
Raggio minimo da visibilità	0.00		100
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	1286.01		
Parabola in normativa	13500.00		
Livelletta n°2 - Pendenza (h/b):-0.517%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b):	10.000%		290.04
Livelletta in normativa	-0.517%		
Parabola n°2 - Raggio (m):11000.00 - Lunghezza (m):74.076 - K:110.000 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata			290.27
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			167.78
Raggio minimo da visibilità	0.00		100
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	1286.01		
Parabola in normativa	11000.00		
Livelletta n°3 - Pendenza (h/b):-1.190%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b):	10.000%		364.34
Livelletta in normativa	-1.190%		
Parabola n°3 - Raggio (m):20000.00 - Lunghezza (m):179.767 - K:200.000 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata			454.22
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			167.37
Raggio minimo da visibilità	4094.25		100
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	1286.01		
Parabola in normativa	20000.00		
Livelletta n°4 - Pendenza (h/b):-0.291%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b):	10.000%		633.99
Livelletta in normativa	-0.291%		
Parabola n°4 - Raggio (m):18000.00 - Lunghezza (m):51.655 - K:180.000 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata			641.43
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			165.28
Raggio minimo da visibilità	0.00		100
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	1286.01		
Parabola in normativa	18000.00		
Livelletta n°5 - Pendenza (h/b):-0.004%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b):	10.000%		693.08
Livelletta in normativa	-0.004%		

5.7 TRATTI DI COLLEGAMENTO CON AUTOSTRADA A90 (GRA)

Le caratteristiche dei tratti di collegamento tra Viabilità Complanare Interna e GRA, definiti tramite raccordi di flesso sulla base dei criteri progettuali di cui al par. 3.5.5, sono riportati di seguito.

5.7.1 Rampa 2

Gli elementi del raccordo di flesso relativo alla Rampa 2 sono riportati nella tabella seguente.

Rampa 2											
Diversione da GRA Carreggiata Interna e collegamento con Tratto 1											
Elementi del raccordo parabolico di flesso											
a [m]	V [km/h]	Lr min [m]	Tr	R [m]	τ [°]	at [m/s ²]	Lr [m]	R1 [m]	at1 [m/s ²]	R2 [m]	at2 [m/s ²]
7,26	100	244,02	61,00	2050,44	3	0,38	251,64	2052,72	0,38	2052,72	0,38
a = disassamento trasversale V = velocità di riferimento Lr = lunghezza minima del raccordo di flesso parabolico = $V * (a)^{0,5}$ Tr = tangente al raggio del cerchio equivalente alla parabola = $Lr/4$ R = raggio minimo del cerchio equivalente alla parabola = $Lr^2/(4*a)$ τ = deviazione angolare della parabola = $\text{artctg} [(2 * a) / Lr]$ at = accelerazione trasversale corrispondente al raggio minimo del cerchio equivalente alla parabola = V^2 / R Lr = lunghezza adottata del raccordo di flesso parabolico R1 = raggio impiegato del cerchio in ingresso equivalente alla parabola at1 = accelerazione trasversale corrispondente al raggio minimo del cerchio in ingresso equivalente alla parabola = $V^2 / R1$ R2 = raggio impiegato del cerchio in ingresso equivalente alla parabola at2 = accelerazione trasversale corrispondente al raggio minimo del cerchio in ingresso equivalente alla parabola = $V^2 / R2$											

5.7.2 Rampa 3

Gli elementi del raccordo di flesso relativo alla Rampa 3 sono riportati nella tabella seguente.

Rampa 3											
Collegamento Tratto 1 con GRA Carreggiata Interna											
Elementi del raccordo parabolico di flesso											
a [m]	V [km/h]	Lr min [m]	Tr	R [m]	τ [°]	at [m/s ²]	Lr [m]	R1 [m]	at1 [m/s ²]	R2 [m]	at2 [m/s ²]
10,39	100	286,73	71,68	1978,24	4	0,39	289,67	2400,00	0,32	2400,00	0,32
a = disassamento trasversale V = velocità di riferimento Lr = lunghezza minima del raccordo di flesso parabolico = $V * (a)^{0,5}$ Tr = tangente al raggio del cerchio equivalente alla parabola = $Lr/4$ R = raggio minimo del cerchio equivalente alla parabola = $Lr^2/(4*a)$ τ = deviazione angolare della parabola = $\text{artctg} [(2 * a) / Lr]$ at = accelerazione trasversale corrispondente al raggio minimo del cerchio equivalente alla parabola = V^2 / R Lr = lunghezza adottata del raccordo di flesso parabolico R1 = raggio impiegato del cerchio in ingresso equivalente alla parabola at1 = accelerazione trasversale corrispondente al raggio minimo del cerchio in ingresso equivalente alla parabola = $V^2 / R1$ R2 = raggio impiegato del cerchio in ingresso equivalente alla parabola at2 = accelerazione trasversale corrispondente al raggio minimo del cerchio in ingresso equivalente alla parabola = $V^2 / R2$											

5.7.3 Rampa 8

Gli elementi del raccordo di flesso relativo alla Rampa 8 sono riportati nella tabella seguente.

Rampa 8											
Collegamento GRA Carreggiata Interna con Tratto 4											
Elementi del raccordo parabolico di flesso											
a [m]	V [km/h]	Lr min [m]	Tr	R [m]	τ [°]	at [m/s ²]	Lr [m]	R1 [m]	at1 [m/s ²]	R2 [m]	at2 [m/s ²]
7,50	100	247,62	61,90	2043,78	3	0,38	247,70	2050,00	0,38	2050,00	0,38
a = disassamento trasversale V = velocità di riferimento Lr = lunghezza minima del raccordo di flesso parabolico = $V * (a)^{0,5}$ Tr = tangente al raggio del cerchio equivalente alla parabola = $Lr/4$ R = raggio minimo del cerchio equivalente alla parabola = $Lr^2/(4*a)$ τ = deviazione angolare della parabola = $\text{artctg} [(2 * a) / Lr]$ at = accelerazione trasversale corrispondente al raggio minimo del cerchio equivalente alla parabola = V^2 / R Lr = lunghezza adottata del raccordo di flesso parabolico R1 = raggio impiegato del cerchio in ingresso equivalente alla parabola at1 = accelerazione trasversale corrispondente al raggio minimo del cerchio in ingresso equivalente alla parabola = $V^2 / R1$ R2 = raggio impiegato del cerchio in ingresso equivalente alla parabola at2 = accelerazione trasversale corrispondente al raggio minimo del cerchio in ingresso equivalente alla parabola = $V^2 / R2$											

5.7.4 Rampa 11

Gli elementi del raccordo di flesso relativo alla Rampa 11 sono riportati nella tabella seguente.

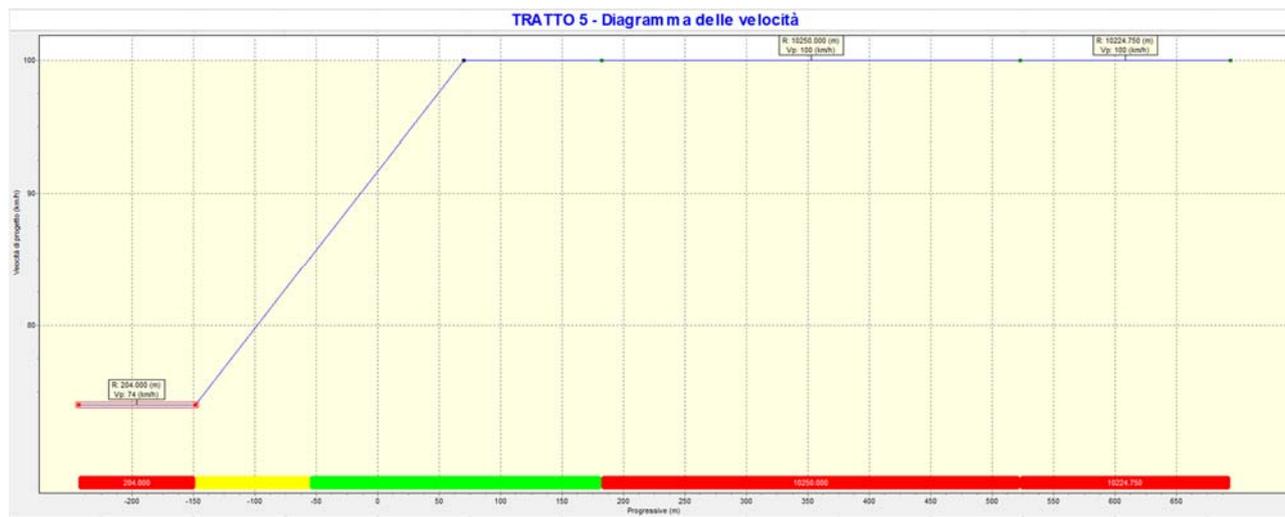
Rampa 11											
Collegamento Tratto 4 ed immissione in GRA Carreggiata Interna											
Elementi del raccordo parabolico di flesso											
a [m]	V [km/h]	Lr min [m]	Tr	R [m]	τ [°]	at [m/s ²]	Lr [m]	R1 [m]	at1 [m/s ²]	R2 [m]	at2 [m/s ²]
7,00	100	240,05	60,01	2057,93	3	0,37	242,80	1900,00	0,41	2304,71	0,33
a = disassamento trasversale V = velocità di riferimento Lr = lunghezza minima del raccordo di flesso parabolico = $V * (a)^{0,5}$ Tr = tangente al raggio del cerchio equivalente alla parabola = $Lr/4$ R = raggio minimo del cerchio equivalente alla parabola = $Lr^2/(4*a)$ τ = deviazione angolare della parabola = $\text{artctg} [(2 * a) / Lr]$ at = accelerazione trasversale corrispondente al raggio minimo del cerchio equivalente alla parabola = V^2 / R Lr = lunghezza adottata del raccordo di flesso parabolico R1 = raggio impiegato del cerchio in ingresso equivalente alla parabola at1 = accelerazione trasversale corrispondente al raggio minimo del cerchio in ingresso equivalente alla parabola = $V^2 / R1$ R2 = raggio impiegato del cerchio in ingresso equivalente alla parabola at2 = accelerazione trasversale corrispondente al raggio minimo del cerchio in ingresso equivalente alla parabola = $V^2 / R2$											

6 VIABILITA' COMPLANARE ESTERNA

6.1 TRATTO 5

6.1.1 Diagramma delle velocità

Il diagramma delle velocità è riportato nella figura seguente.



6.1.2 Verifica andamento planimetrico

La verifica dell'andamento planimetrico è riportata nella tabella seguente.

TRATTO 5 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo			
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia Asse: Tratto 5 Tipo di strada: A - Autostrada Extraurbana 2+2+1/2 serv. Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	7.50 40	100			
Rettifilo n°1 - Lunghezza (m):237.41	Lung. Min	Lung. Max			Parametri
Progressiva Lunghezza minima (m) Lunghezza massima (m) Valori minimi/massimi da normativa	150.00 150.00	 2200.00 2200.00			 -54.78
Rettifilo in normativa	237.41				
Raccordo n°2 - Raggio (m):10250.00 - Lunghezza (m):340.65	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min		Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo in funzione della velocità Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione Valori minimi/massimi da normativa	44.99 44.99		 69.44 69.44		 182.62 100
Raccordo in normativa	10250.00		340.65		
Raccordo n°3 - Raggio (m):10224.75 - Lunghezza (m):170.87	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min		Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo in funzione della velocità Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione Valori minimi/massimi da normativa	44.99 44.99		 69.44 69.44		 523.27 100
Raccordo in normativa	10224.75		170.87		

6.1.3 Verifica andamento altimetrico

La verifica dell'andamento altimetrico è riportata nella tabella seguente.

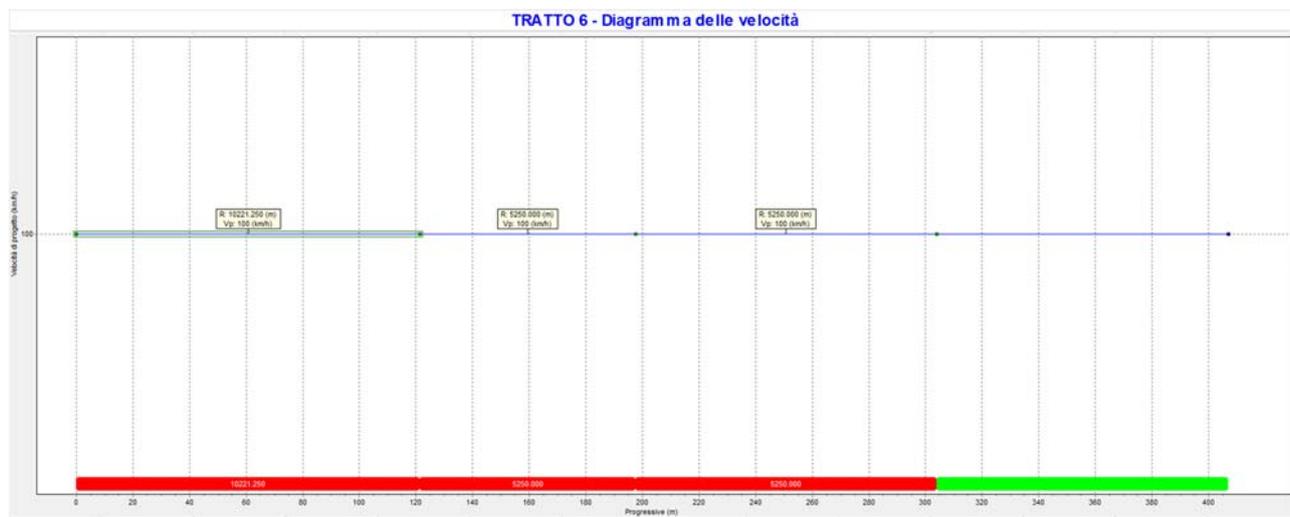
TRATTO 5 - Verifica andamento altimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo	
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia Tipo di strada: A - Autostrada Extraurbana 2+2+1/2 serv. Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	7.50 40	100	
Livelletta n°2 - Pendenza (h/b):3.084%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	6.000% 3.084%		0.00
Parabola n°2 - Raggio (m):4670.00 - Lunghezza (m):187.768 - K:46.700 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	4420.55 1286.01 4670.00		2.24 128.35 100
Livelletta n°3 - Pendenza (h/b):-0.937%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	6.000% -0.937%		190.01
Parabola n°3 - Raggio (m):4000.00 - Lunghezza (m):56.329 - K:40.000 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	80.92 1286.01 4000.00		222.07 132.89 100
Livelletta n°4 - Pendenza (h/b):-2.345%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	6.000% -2.345%		278.40
Parabola n°4 - Raggio (m):2000.00 - Lunghezza (m):53.189 - K:20.000 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	1993.29 1286.01 2000.00		315.37 131.80 100
Livelletta n°5 - Pendenza (h/b):0.314%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	6.000% 0.314%		368.56
Parabola n°5 - Raggio (m):19200.00 - Lunghezza (m):168.544 - K:192.000 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	3020.24 1286.01 19200.00		389.16 128.86 100
Livelletta n°6 - Pendenza (h/b):1.192%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	6.000% 1.192%		557.71
Parabola n°6 - Raggio (m):15000.00 - Lunghezza (m):69.279 - K:150.000 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	0.00 1286.01 15000.00		623.13 128.53 100
Livelletta n°7 - Pendenza (h/b):0.730%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	6.000% 0.730%		692.40

6.2 TRATTO 6

6.2.1 Diagramma delle velocità

Il diagramma delle velocità è riportato nella figura seguente.



6.2.2 Verifica andamento planimetrico

La verifica dell'andamento planimetrico è riportata nella tabella seguente.

TRATTO 6 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo			
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia Asse: Tratto 6 Tipo di strada: A - Autostrada Extraurbana 2+2+1/2 serv. Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	3.50 40	100			
Raccordo n°1 - Raggio (m):10221.25 - Lunghezza (m):121.37	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min		Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo in funzione della velocità Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione Valori minimi/massimi da normativa	44.99 44.99		69.44 69.44		0.00 100
Raccordo in normativa	10221.25		121.37		
Raccordo n°2 - Raggio (m):5250.00 - Lunghezza (m):76.15	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min		Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo in funzione della velocità Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione Valori minimi/massimi da normativa	44.99 44.99		69.44 69.44		121.37 100
Raccordo in normativa	5250.00		76.15		
Raccordo n°3 - Raggio (m):5250.00 - Lunghezza (m):106.42	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min		Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo in funzione della velocità Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione Valori minimi/massimi da normativa	44.99 44.99		69.44 69.44		197.52 100
Raccordo in normativa	5250.00		106.42		
Rettifilo n°1 - Lunghezza (m):103.07	Lung. Min	Lung. Max			Parametri
Progressiva Lunghezza minima (m) Lunghezza massima (m) Valori minimi/massimi da normativa	150.00 150.00	2200.00 2200.00			303.94
Rettifilo in normativa (*)	103.07				

(*) Elemento in normativa secondo i criteri di flessibilità ammessi

6.2.3 Verifica andamento altimetrico

La verifica dell'andamento altimetrico è riportata nella tabella seguente.

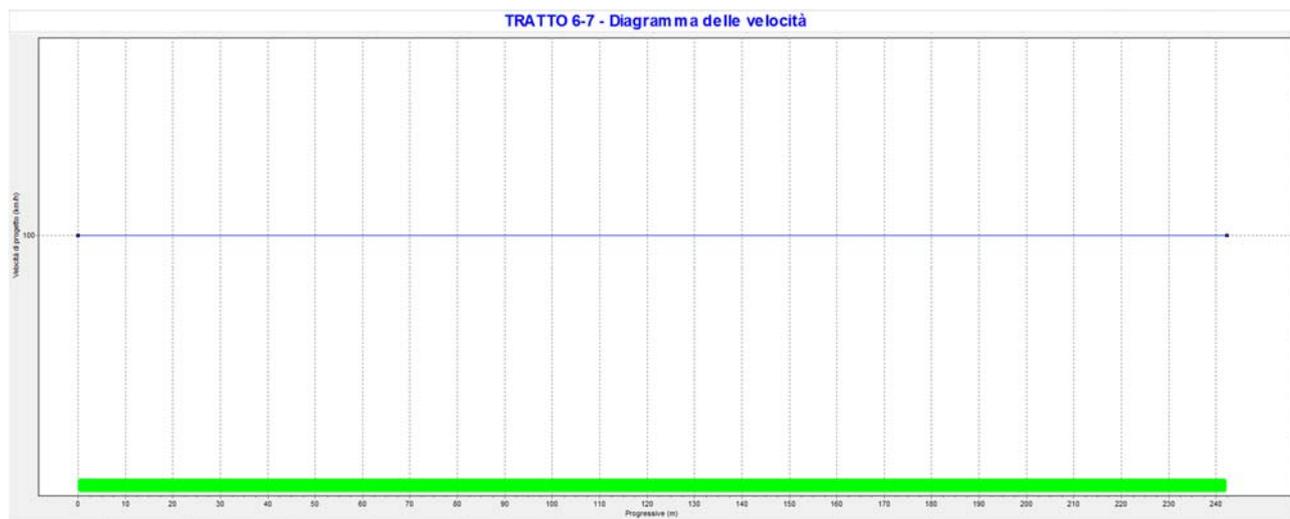
TRATTO 6 - Verifica andamento altimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo	
Tipo di strada: A - Autostrada Extraurbana 2+2+1/2 serv. Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	3.50 40	100	
Livelletta n°1 - Pendenza (h/b): 0.730%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% 0.730%		0.00
Parabola n°1 - Raggio (m):12600.00 - Lunghezza (m):140.059 - K:126.000 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	4560.86 1286.01 12600.00		17.05 130.37 100
Livelletta n°2 - Pendenza (h/b): -0.382%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% -0.382%		157.11

6.3 TRATTO 6-7

6.3.1 Diagramma delle velocità

Il diagramma delle velocità è riportato nella figura seguente.



6.3.2 Verifica andamento planimetrico

La verifica dell'andamento planimetrico è riportata nella tabella seguente.

TRATTO 6-7 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia Asse: Tratto 6-7 Tipo di strada: A - Autostrada Extraurbana 2+2+1/2 serv. Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	3.50 40	100				
Rettifilo n°1 - Lunghezza (m):242.26	Lung. Min	Lung. Max				Parametri
Progressiva Lunghezza minima (m) Lunghezza massima (m) Valori minimi/massimi da normativa Rettifilo in normativa	150.00 150.00 242.26	 2200.00 2200.00				0.00

6.3.3 Verifica andamento altimetrico

La verifica dell'andamento altimetrico è riportata nella tabella seguente.

TRATTO 6-7 - Verifica andamento altimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo		
Tipo di strada:A - Autostrada Extraurbana 2+2+1/2 serv. Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	3.50 40	100		
Livelletta n°1 - Pendenza (h/b):-0.382%	Pend. Max			Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% -0.382%			0.00
Parabola n°1 - Raggio (m):1300.00 - Lunghezza (m):12.365 - K:13.000 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min		Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	0.00 1286.01 1300.00			4.09 130.24 100
Livelletta n°2 - Pendenza (h/b):0.569%	Pend. Max			Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% 0.569%			16.45
Parabola n°2 - Raggio (m):1300.00 - Lunghezza (m):13.602 - K:13.000 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min		Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	0.00 1286.01 1300.00			20.61 130.16 100
Livelletta n°3 - Pendenza (h/b):-0.477%	Pend. Max			Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% -0.477%			27.41
Parabola n°3 - Raggio (m):3000.00 - Lunghezza (m):5.761 - K:30.000 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min		Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	0.00 1286.01 3000.00			52.10 130.72 100
Livelletta n°4 - Pendenza (h/b):-0.285%	Pend. Max			Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% -0.285%			57.86
Parabola n°4 - Raggio (m):5000.00 - Lunghezza (m):5.699 - K:50.000 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min		Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	0.00 1286.01 5000.00			73.02 130.65 100
Livelletta n°5 - Pendenza (h/b):-0.399%	Pend. Max			Parametri

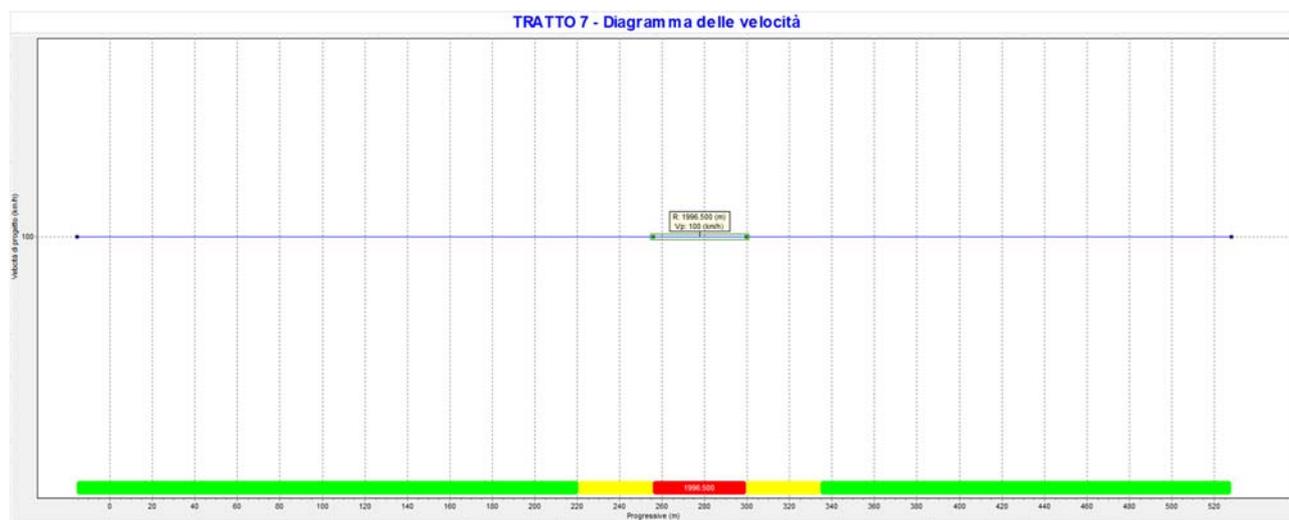
TRATTO 6-7 - Verifica andamento altimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo	
Tipo di strada: A - Autostrada Extraurbana 2+2+1/2 serv. Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	3.50 40	100	
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% -0.399%		78.72
Parabola n°5 - Raggio (m):5000.00 - Lunghezza (m):6.694 - K:50.000 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	0.00 1286.01 5000.00		106.11 130.64 100
Livelletta n°6 - Pendenza (h/b):-0.265%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% -0.265%		112.80
Parabola n°6 - Raggio (m):4000.00 - Lunghezza (m):29.489 - K:40.000 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	0.00 1286.01 4000.00		164.31 131.14 100
Livelletta n°7 - Pendenza (h/b):-1.002%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% -1.002%		193.80

6.4 TRATTO 7

6.4.1 Diagramma delle velocità

Il diagramma delle velocità è riportato nella figura seguente.



6.4.2 Verifica andamento planimetrico

La verifica dell'andamento planimetrico è riportata nella tabella seguente.

TRATTO 7 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia Asse: Tratto 7 Tipo di strada: A - Autostrada Extraurbana 2+2+1/2 serv. Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	7.00 40	100				
Rettifilo n°1 - Lunghezza (m):236.24	Lung. Min	Lung. Max				Parametri
Progressiva Lunghezza minima (m) Lunghezza massima (m) Valori minimi/massimi da normativa Rettifilo in normativa	150.00 150.00 236.24	 2200.00 2200.00				-15.52
Clotoide n°1 - Parametro A:264.941 - Lunghezza (m):35.16	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli <i>Criterio ottico</i> Criterio ottico Clotoide rettifilo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa (*)	 202.249 239.008 <i>665.500</i> 665.500 264.941	 1.996.500 1.996.500	 35.16	 1.000 1.000	1.000	220.72 100
Raccordo n°1 - Raggio (m):1996.50 - Lunghezza (m):43.83	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo in funzione della velocità <i>Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione</i> Valori minimi/massimi da normativa Raccordo in normativa (*)	 44.99 44.99 1996.50		 43.83	 69.44 69.44		255.88 100
Clotoide n°2 - Parametro A:264.844 - Lunghezza (m):35.13	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli <i>Criterio ottico</i> Criterio ottico Clotoide rettifilo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa (*)	 202.249 239.008 <i>665.500</i> 665.500 264.844	 1.996.500 1.996.500	 35.13	 1.000 1.000	1.000	299.71 100
Rettifilo n°2 - Lunghezza (m):193.22	Lung. Min	Lung. Max				Parametri
Progressiva Lunghezza minima (m) Lunghezza massima (m) Valori minimi/massimi da normativa Rettifilo in normativa	150.00 150.00 193.22	 2200.00 2200.00				334.84

(*) Elemento in normativa secondo i criteri di flessibilità ammessi

6.4.3 Verifica andamento altimetrico

La verifica dell'andamento altimetrico è riportata nella tabella seguente.

TRATTO 7 - Verifica andamento altimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo	
Tipo di strada:A - Autostrada Extraurbana 2+2+1/2 serv. Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	7.00 40	100	
Livelletta n°1 - Pendenza (h/b):-0.978%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% -0.978%		-5.43
Parabola n°1 - Raggio (m):10250.00 - Lunghezza (m):115.118 - K:102.500 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	 0.00 1286.01 10250.00		9.60 132.71 100

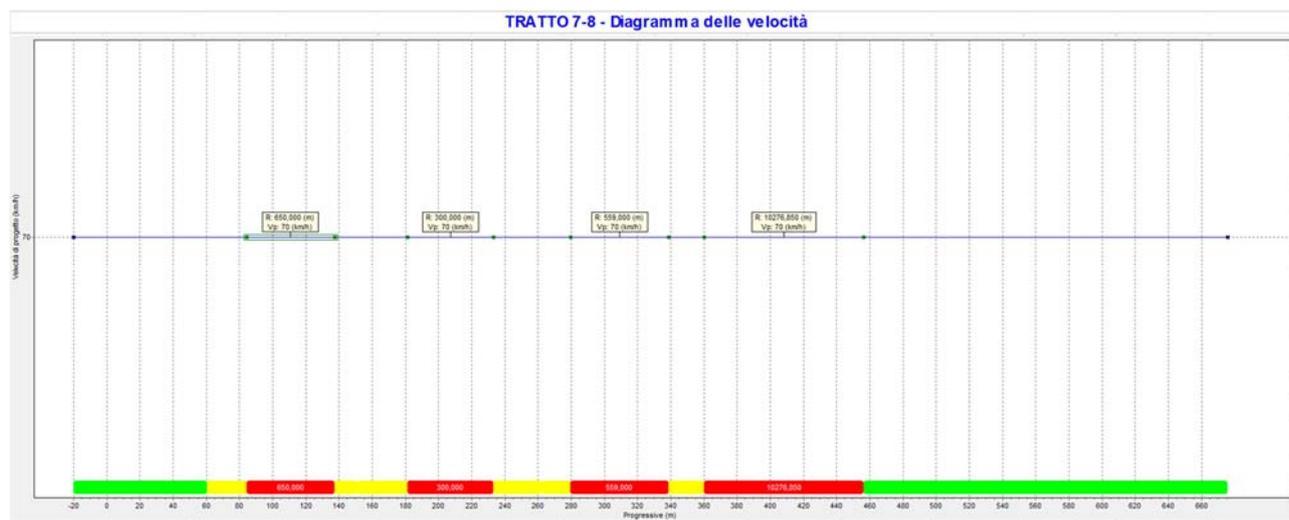
TRATTO 7 - Verifica andamento altimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo	
Tipo di strada: A - Autostrada Extraurbana 2+2+1/2 serv. Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	7.00 40	100	
Livelletta n°2 - Pendenza (h/b): -2.101%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% -2.101%		124.72
Parabola n°2 - Raggio (m): 10750.00 - Lunghezza (m): 187.966 - K: 107.500 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	3111.75 1286.01 10750.00		160.47 132.16 100
Livelletta n°3 - Pendenza (h/b): -0.352%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% -0.352%		348.44
Parabola n°3 - Raggio (m): 8500.00 - Lunghezza (m): 48.315 - K: 85.000 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	0.00 1286.01 8500.00		350.34 130.20 100
Livelletta n°4 - Pendenza (h/b): 0.216%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% 0.216%		398.65

6.5 TRATTO 7-8

6.5.1 Diagramma delle velocità

Il diagramma delle velocità è riportato nella figura seguente.



Il diagramma delle velocità di cui sopra è da intendersi valido per il Tratto 7-8 da progr. 0,00 a progr. 181,30.

6.5.2 Verifica andamento planimetrico

La verifica dell'andamento planimetrico è riportata nella tabella seguente.

TRATTO 7-8 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia Asse: Tratto 7-8 Tipo di strada: A - Autostrada Extraurbana 2+2+1/2 serv. Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	7.00 40	70				
Rettifilo n°1 - Lunghezza (m):80.62	Lung. Min	Lung. Max				Parametri
Progressiva Lunghezza minima (m) Lunghezza massima (m) Valori minimi/massimi da normativa Rettifilo in normativa	65.00 65.00 80.62	 1540.00 1540.00				-20.00
Clotoide n°1 - Parametro A:124.023 - Lunghezza (m):23.66	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli <i>Criterio ottico</i> Criterio ottico Clotoide rettifilo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa (*)	 96.446 118.207 216.667 216.667 124.023	 650.000 650.000	 23.66	 1.306	 1.000	60.62 70
Raccordo n°1 - Raggio (m):650.00 - Lunghezza (m):53.05	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo in funzione della velocità Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione Valori minimi/massimi da normativa Raccordo in normativa	 44.99 44.99 650.00		 48.61 48.61 53.05			84.28 70
Clotoide n°2 - Parametro A:95.000 - Lunghezza (m):13.88	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli <i>Criterio ottico</i> <i>Clotoide di flesso simmetrica (R2<R1). A>=R1/3</i> Criterio ottico Clotoide di flesso simmetrica (R2<R1). A<=R2 Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa (*)	 70.687 87.484 216.667 216.667 216.667 95.000	 650.000 300.000 300.000	 13.88	 1.000	 1.000	137.34 70

(*) Elemento in normativa secondo i criteri di flessibilità ammessi

6.5.3 Verifica andamento altimetrico

La verifica dell'andamento altimetrico è riportata nella tabella seguente.

TRATTO 7-8 - Verifica andamento altimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo	
Tipo di strada:A - Autostrada Extraurbana 2+2+1/2 serv. Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	7.00 40	70	
Livelletta n°1 - Pendenza (h/b):0.216%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% 0.216%		-0.02
Parabola n°1 - Raggio (m):10000.00 - Lunghezza (m):30.930 - K:100.000 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	 0.00 630.14 10000.00		60.95 76.25 70
Livelletta n°2 - Pendenza (h/b):-0.093%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% -0.093%		91.88
Parabola n°2 - Raggio (m):10000.00 - Lunghezza (m):31.918 - K:100.000 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri

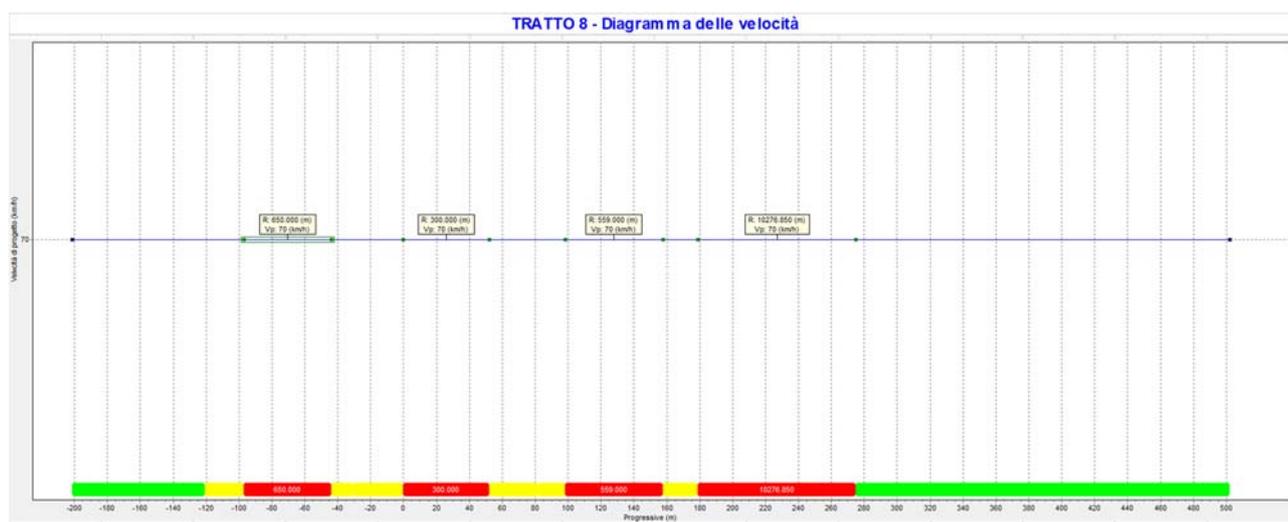
TRATTO 7-8 - Verifica andamento altimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo	
Tipo di strada: A - Autostrada Extraurbana 2+2+1/2 serv.			
Larghezza semicarreggiata (m)	7.00		
Velocità progetto (Km/h)	40	70	
Progressiva			142.90
Distanza utilizzata			76.25
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			70
Raggio minimo da visibilità	0.00		
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	630.14		
Parabola in normativa	10000.00		
Livelletta n°3 - Pendenza (h/b):0.226%	Pend. Max		Parametri
Progressiva			174.82
Pendenza massima (+/- h/b):	5.000%		
Livelletta in normativa	0.226%		

6.6 TRATTO 8

6.6.1 Diagramma delle velocità

Il diagramma delle velocità è riportato nella figura seguente.



Il diagramma delle velocità di cui sopra è da intendersi valido per il Tratto 8 da progr. 0,00 a progr. 504,14.

6.6.2 Verifica andamento planimetrico

La verifica dell'andamento planimetrico è riportata nella tabella seguente.

TRATTO 8 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia						
Asse: Tratto 8						
Tipo di strada: A - Autostrada Extraurbana 2+2						
Larghezza semicarreggiata (m)	7.00					
Velocità progetto (Km/h)	40	70				
Raccordo n°2 - Raggio (m):300.00 - Lunghezza (m):51.96	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva						0.00
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						70
Raggio minimo in funzione della velocità	44.99					
Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione			48.61			
Valori minimi/massimi da normativa	44.99		48.61			
Raccordo in normativa	300.00		51.96			
Clotoide n°4 - Parametro A:95.000 - Lunghezza (m):30.08	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva						51.96
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						70
Fattore di forma					1.000	

TRATTO 8 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia Asse: Tratto 8 Tipo di strada: A - Autostrada Extraurbana 2+2 Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	7.00 40	70				
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico Clotoide di flesso simmetrica (R2<R1). A>=R1/3 Criterio ottico Clotoide di flesso simmetrica (R2<R1). A<=R2 Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa (*)	79.147 76.110 100.000 186.333 186.333 95.000	300.000 300.000 300.000			1000	
Clotoide n°5 - Parametro A:95.000 - Lunghezza (m):16.14	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico Clotoide di flesso simmetrica (R2<R1). A>=R1/3 Criterio ottico Clotoide di flesso simmetrica (R2<R1). A<=R2 Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa (*)	72.611 85.140 186.333 186.333 186.333 95.000	559.000 300.000 300.000	16.14		1.000	82.04 70
Raccordo n°3 - Raggio (m):559.00 - Lunghezza (m):59.38	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo in funzione della velocità Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione Valori minimi/massimi da normativa Raccordo in normativa	44.99 44.99 559.00		48.61 48.61 59.38			98.19 70
Clotoide n°6 - Parametro A:106.500 - Lunghezza (m):20.29	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico Clotoide di flesso simmetrica (R2<R1). A>=R1/3 Criterio ottico Clotoide di flesso simmetrica (R2<R1). A<=R2 Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa (*)	72.611 85.140 186.333 3.425.617 3.425.617 106.500	559.000 559.000 559.000	20.29		1.000	157.57 70
Clotoide n°7 - Parametro A:106.500 - Lunghezza (m):1.10	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Clotoide di flesso simmetrica (R2<R1). A>=R1/3 Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico Criterio ottico Clotoide di flesso simmetrica (R2<R1). A<=R2 Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa (*)	3.425.617 316.091 3.425.617 3.425.617 106.500	10.276.850 559.000 559.000	1.10		1.000	177.86 70
Raccordo n°4 - Raggio (m):10276.85 - Lunghezza (m):96.03	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo in funzione della velocità Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione Valori minimi/massimi da normativa Raccordo in normativa	44.99 44.99 10276.85		48.61 48.61 96.03			178.96 70
Rettifilo n°2 - Lunghezza (m):227.15	Lung. Min	Lung. Max				Parametri
Progressiva Lunghezza minima (m) Lunghezza massima (m) Valori minimi/massimi da normativa Rettifilo in normativa	65.00 65.00 227.15	1540.00 1540.00				274.99

(*) Elemento in normativa secondo i criteri di flessibilità ammessi

6.6.3 Verifica andamento altimetrico

La verifica dell'andamento altimetrico è riportata nella tabella seguente.

TRATTO 8 - Verifica andamento altimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo	
Tipo di strada: A - Autostrada Extraurbana 2+2 Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	7.00 40	70	
Livelletta n°1 - Pendenza (h/b): 0.216%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% 0.216%		-181.32
Parabola n°1 - Raggio (m): 10000.00 - Lunghezza (m): 30.930 - K: 100.000 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	0.00 630.14 10000.00		-120.35 76.25 70
Livelletta n°2 - Pendenza (h/b): -0.093%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% -0.093%		-89.42
Parabola n°2 - Raggio (m): 10000.00 - Lunghezza (m): 31.918 - K: 100.000 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	0.00 630.14 10000.00		-38.40 76.25 70
Livelletta n°3 - Pendenza (h/b): 0.226%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% 0.226%		-6.48
Parabola n°3 - Raggio (m): 16500.00 - Lunghezza (m): 243.080 - K: 165.000 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	1603.75 630.14 16500.00		62.48 76.85 70
Livelletta n°4 - Pendenza (h/b): 1.699%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% 1.699%		305.56

6.7 TRATTI DI COLLEGAMENTO CON AUTOSTRADA A90 (GRA)

Le caratteristiche dei tratti di collegamento tra Viabilità Complanare Esterna e GRA, definiti tramite raccordi di flesso sulla base dei criteri progettuali di cui al par. 3.2.3, sono riportati di seguito.

6.7.1 Rampa 23

Gli elementi del raccordo di flesso relativo alla Rampa 23 sono riportati nella tabella seguente.

Rampa 23

Collegamento Tratto 8 ed immissione in GRA Carreggiata Esterna

Elementi del raccordo parabolico di flesso

a [m]	V [km/h]	Lr min [m]	Tr	R [m]	τ [°]	at [m/s ²]	Lr [m]	R1 [m]	at1 [m/s ²]	R2 [m]	at2 [m/s ²]
5,42	100	213,94	53,49	2111,25	3	0,37	217,54	2888,11	0,27	2054,00	0,38

a = disassamento trasversale

V = velocità di riferimento

Lr = lunghezza minima del raccordo di flesso parabolico = $V * (a)^{0,5}$

Tr = tangente al raggio del cerchio equivalente alla parabola = $Lr/4$

R = raggio minimo del cerchio equivalente alla parabola = $Lr^2/(4*a)$

τ = deviazione angolare della parabola = $\text{artctg} [(2 * a) / Lr]$

at = accelerazione trasversale corrispondente al raggio minimo del cerchio equivalente alla parabola = V^2 / R

R1 = raggio impiegato del cerchio in ingresso equivalente alla parabola

Lr = lunghezza adottata del raccordo di flesso parabolico

at1 = accelerazione trasversale corrispondente al raggio minimo del cerchio in ingresso equivalente alla parabola = $V^2 / R1$

R2 = raggio impiegato del cerchio in ingresso equivalente alla parabola

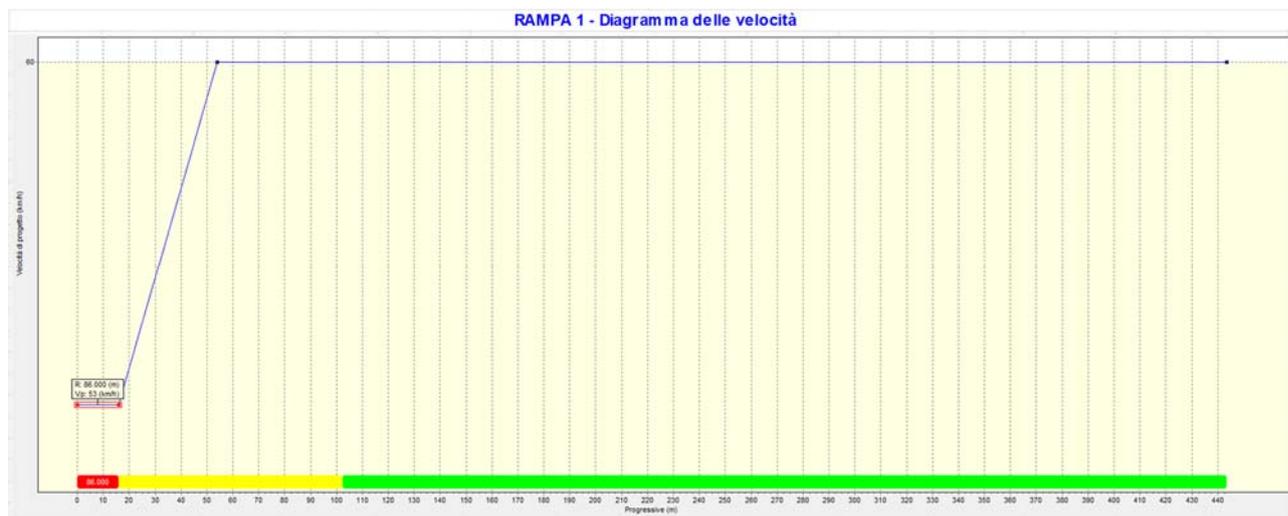
at2 = accelerazione trasversale corrispondente al raggio minimo del cerchio in ingresso equivalente alla parabola = $V^2 / R2$

7 RAMPE DI SVINCOLO COMPLANARE INTERNA

7.1 RAMPA 1

7.1.1 Diagramma delle velocità

Il diagramma delle velocità è riportato nella figura seguente.



7.1.2 Verifica andamento planimetrico

La verifica dell'andamento planimetrico è riportata nella tabella seguente.

RAMPA 1 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia						
Asse: Rampa 1						
Tipo di strada: Rampa - Curvilinea diretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro)						
Larghezza semicarreggiata (m)	4.00					
Velocità progetto (Km/h)	40	60				
Raccordo n°1 - Raggio (m):86.00 - Lunghezza (m):15.89	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva						0.00
Velocità corrispondente al raggio (km/h)						53
Raggio minimo	45.00					
Valori minimi/massimi da normativa	45.00					
Raccordo in normativa	86.00					
Clotoide n°1 - Parametro A:86.325 - Lunghezza (m):86.65	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva						15.89
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						60
Fattore di forma					1.000	
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	62.620					
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	52.186					
Criterio ottico	28.667					
<i>Criterio ottico</i>		86.000				
Valori minimi/massimi da normativa	62.620	86.000				
Clotoide in normativa (*)	86325		86.65		1.000	

(*) Elemento in normativa secondo i criteri di flessibilità ammessi

7.1.3 Verifica andamento altimetrico

La verifica dell'andamento altimetrico è riportata nella tabella seguente.

RAMPA 1 - Verifica andamento altimetrico

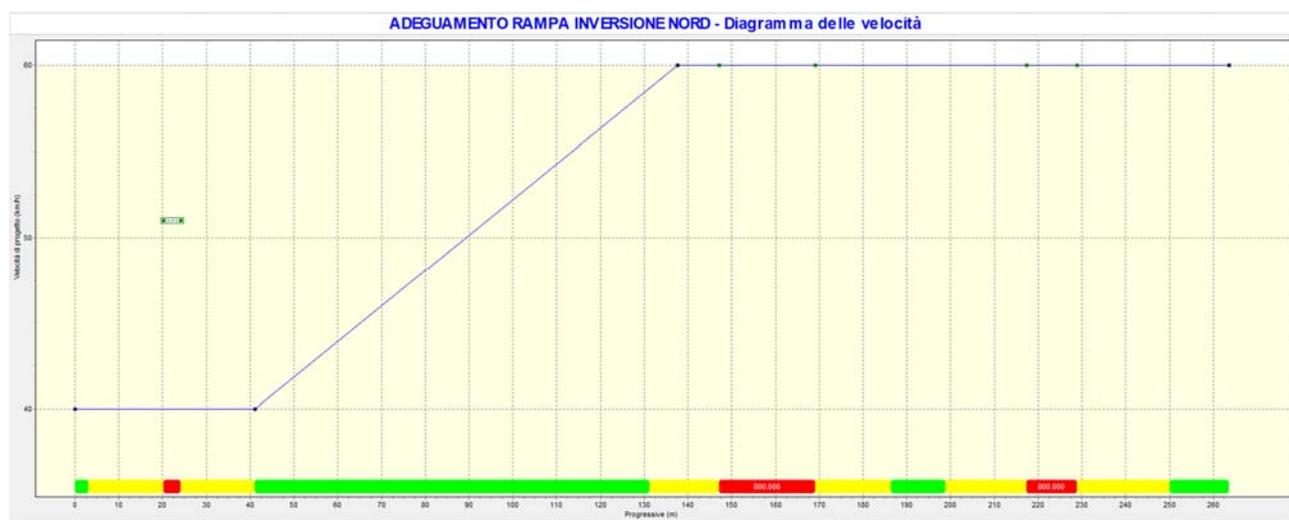
Dati generali	Minimo	Massimo	
Tipo di strada: Rampa - Curvilinea diretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro)			
Larghezza semicarreggiata (m)	4,00		
Velocità progetto (Km/h)	40	60	
Livelletta n°1 - Pendenza (h/b): -6,593%	Pend. Max		Parametri
Progressiva			0,00
Pendenza massima (+/- h/b):	6,000%		
Livelletta in normativa (*)	-6,593%		
Parabola n°1 - Raggio (m): 1260,00 - Lunghezza (m): 62,549 - K: 12,600 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva			54,13
Distanza utilizzata			63,69
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			60
Raggio minimo da normativa	1000,00		
Raggio minimo da visibilità	1258,13		
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	462,96		
Parabola in normativa	1260,00		
Livelletta n°2 - Pendenza (h/b): -1,629%	Pend. Max		Parametri
Progressiva			116,68
Pendenza massima (+/- h/b):	6,000%		
Livelletta in normativa	-1,629%		

(*) Elemento in normativa secondo i criteri di flessibilità ammessi

7.2 ADEGUAMENTO RAMPA INVERSIONE NORD

7.2.1 Diagramma delle velocità

Il diagramma delle velocità è riportato nella figura seguente.



In considerazione del raccordo alla “Rampa inversione Nord del 1° Stralcio funzionale” ($V_{pmax}=40$ km/h) e dei vincoli imposti dall'opera di scavalco del GRA, derivanti dal mantenimento della spalla realizzata nell'ambito delle opere del 1° Stralcio funzionale, il diagramma di velocità dell’ “Adeguamento Rampa inversione Nord” è stato impostato con $V_p=40$ km/h nel tratto compreso tra progr. 0,000 e progr. 41,18 (tratto di raccordo con la “Rampa inversione Nord del 1° Stralcio funzionale”).

7.2.2 Verifica andamento planimetrico

La verifica dell'andamento planimetrico è riportata nella tabella seguente.

ADEGUAMENTO RAMPA INVERSIONE NORD - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia Asse: Adeguamento Rampa Inversione Nord Tipo di strada: Rampa - Curvilinea semidiretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro) Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	4.00 40	60				
Clotoide n°1 - Parametro A:37.000 - Lunghezza (m):17.11	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico Criterio ottico Clotoide rettilo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa	30.438 20.414 26.667	80.000	17.11	1.000	1000	3.19 40
Raccordo n°1 - Raggio (m):80.00 - Lunghezza (m):3.76	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva Velocità corrispondente al raggio (km/h) Raggio minimo Valori minimi/massimi da normativa Raccordo in normativa	45.00 45.00 80.00					20.30 40
Clotoide n°2 - Parametro A:37.000 - Lunghezza (m):17.11	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico Criterio ottico Clotoide rettilo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa	31.403 21.089 26.667	80.000	17.11	1.000	1000	24.06 41
Clotoide n°3 - Parametro A:113.000 - Lunghezza (m):15.96	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico Criterio ottico Clotoide rettilo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa	115.470 266.667	800.000	15.96	0.958	1.000	131.24 60
Raccordo n°2 - Raggio (m):800.00 - Lunghezza (m):21.83	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo Valori minimi/massimi da normativa Raccordo in normativa	45.00 45.00 800.00		21.83			147.20 60
Clotoide n°4 - Parametro A:118.000 - Lunghezza (m):17.41	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico Criterio ottico Clotoide rettilo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa	115.470 266.667	800.000	17.41	1.044	1.000	169.03 60
Clotoide n°5 - Parametro A:122.000 - Lunghezza (m):18.61	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma					1.000	198.78 60

ADEGUAMENTO RAMPA INVERSIONE NORD - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia Asse: Adeguamento Rampa Inversione Nord Tipo di strada: Rampa - Curvilinea semidiretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro) Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h) Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio ottico Clotoide rettifilo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa (*)	4.00 40	60				
	74.239 266.667	800.000			0.938	
	266.667 122.000	800.000		18.61		1.000
Raccordo n°3 - Raggio (m):800.00 - Lunghezza (m):11.55	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo Valori minimi/massimi da normativa Raccordo in normativa	45.00 45.00 800.00					217.39 60
Clotoide n°6 - Parametro A:130.000 - Lunghezza (m):21.13	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto		FF Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio ottico Clotoide rettifilo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa (*)	74.239 266.667	800.000			1.000	228.93 60
	266.667 130.000	800.000	21.13	1.066		1.000

(*) Elemento in normativa secondo i criteri di flessibilità ammessi

7.2.3 Verifica andamento altimetrico

La verifica dell'andamento altimetrico è riportata nella tabella seguente.

ADEGUAMENTO RAMPA INVERSIONE NORD - Verifica andamento altimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo		
Tipo di strada:Rampa - Curvilinea semidiretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro) Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	4.00 40	60		
Livelletta n°1 - Pendenza (h/b):-6.256%	Pend. Max			Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	8.000% -6.256%			0.00
Parabola n°1 - Raggio (m):1050.00 - Lunghezza (m):18.316 - K:10.500 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min		Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da normativa Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	1050.00 0.00 221.10 1050.00			26.70 40.22 41
Livelletta n°2 - Pendenza (h/b):-8.000%	Pend. Max			Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	8.000% -8.000%			45.01
Parabola n°2 - Raggio (m):1035.00 - Lunghezza (m):81.731 - K:10.350 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min		Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da normativa Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa per V=52 km/h (*)	975.00 1224.22 448.97 1035.00			48.23 62.36 59
Livelletta n°3 - Pendenza (h/b):-0.103%	Pend. Max			Parametri

ADEGUAMENTO RAMPA INVERSIONE NORD - Verifica andamento altimetrico

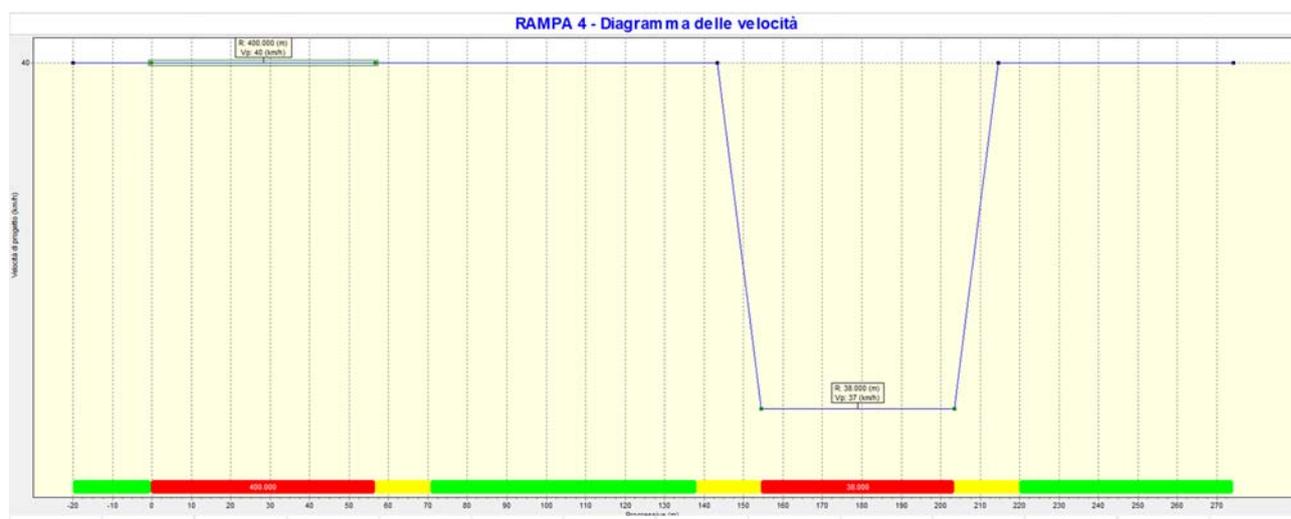
Dati generali	Minimo	Massimo	
Tipo di strada: Rampa - Curvilinea semidiretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro)			
Larghezza semicarreggiata (m)	4.00		
Velocità progetto (Km/h)	40	60	
Progressiva			129.96
Pendenza massima (+/- h/b):	6.000%		
Livelletta in normativa	-0.103%		
Parabola n°3 - Raggio (m):9000.00 - Lunghezza (m):34.989 - K:90.000 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva			228.23
Distanza utilizzata			61.68
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			60
Raggio minimo da normativa	1000.00		
Raggio minimo da visibilità	0.00		
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	462.96		
Parabola in normativa	9000.00		
Livelletta n°4 - Pendenza (h/b):0.286%	Pend. Max		Parametri
Progressiva			263.22
Pendenza massima (+/- h/b):	5.000%		
Livelletta in normativa	0.286%		

(*) Elemento in normativa secondo i criteri di flessibilità ammessi

7.3 RAMPA 4

7.3.1 Diagramma delle velocità

Il diagramma delle velocità è riportato nella figura seguente.



Il diagramma delle velocità di cui sopra è da intendersi valido per la Rampa 4 da progr. 0,00 a progr. 203,51.

7.3.2 Verifica andamento planimetrico

La verifica dell'andamento planimetrico è riportata nella tabella seguente.

RAMPA 4 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo			
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia					
Asse: Rampa 4					
Tipo di strada: Rampa - Curvilinea diretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro)					
Larghezza semicarreggiata (m)	4.00				
Velocità progetto (Km/h)	30	40			
Raccordo n°1 - Raggio (m):400.00 - Lunghezza (m):56.75	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min		Parametri
Progressiva					-0.13
Velocità corrispondente al raggio (km/h)					40
Raggio minimo	25.00				

RAMPA 4 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia Asse: Rampa 4 Tipo di strada: Rampa - Curvilinea diretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro) Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	4.00 30	40				
Valori minimi/massimi da normativa	25.00					
Raccordo in normativa	400.00					
Clotoide n°1 - Parametro A:75.000 - Lunghezza (m):14.06	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico Criterio ottico Valori minimi/massimi da normativa	66.667 133.333 133.333	400.000 400.000	14.06	1.000	1.000	56.62 40
Clotoide in normativa	75.000					
Clotoide n°2 - Parametro A:25.000 - Lunghezza (m):16.45	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma <i>Criterio dinamico: limitazione del contraccollo</i> <i>Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli</i> Criterio ottico Criterio ottico Clotoide rettilino-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza Valori minimi/massimi da normativa	27.864 28.324 12.667 28.324	38.000 38.000	16.45	1.000	1.000	138.06 40
Clotoide in normativa per V=38 km/h (*)	25.000					
Raccordo n°2 - Raggio (m):38.00 - Lunghezza (m):49.00	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva Velocità corrispondente al raggio (km/h) Raggio minimo Valori minimi/massimi da normativa	25.00 25.00		49.00			154.51 37
Raccordo in normativa	38.00					

(*) Elemento in normativa secondo i criteri di flessibilità ammessi

7.3.3 Verifica andamento altimetrico

La verifica dell'andamento altimetrico è riportata nella tabella seguente.

RAMPA 4 - Verifica andamento altimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo	
Tipo di strada: Rampa - Curvilinea diretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro) Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	4.00 30	40	
Livelletta n°1 - Pendenza (h/b):2.041%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% 2.041%		-4.38
Parabola n°1 - Raggio (m):2100.00 - Lunghezza (m):27.575 - K:21.000 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da normativa Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	1000.00 0.00 205.76 2100.00		0.10 36.81 40
Livelletta n°2 - Pendenza (h/b):0.728%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% 0.728%		27.67
Parabola n°2 - Raggio (m):1500.00 - Lunghezza (m):76.474 - K:15.000 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da normativa Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale	1000.00 374.53 205.76		48.50 37.36 40

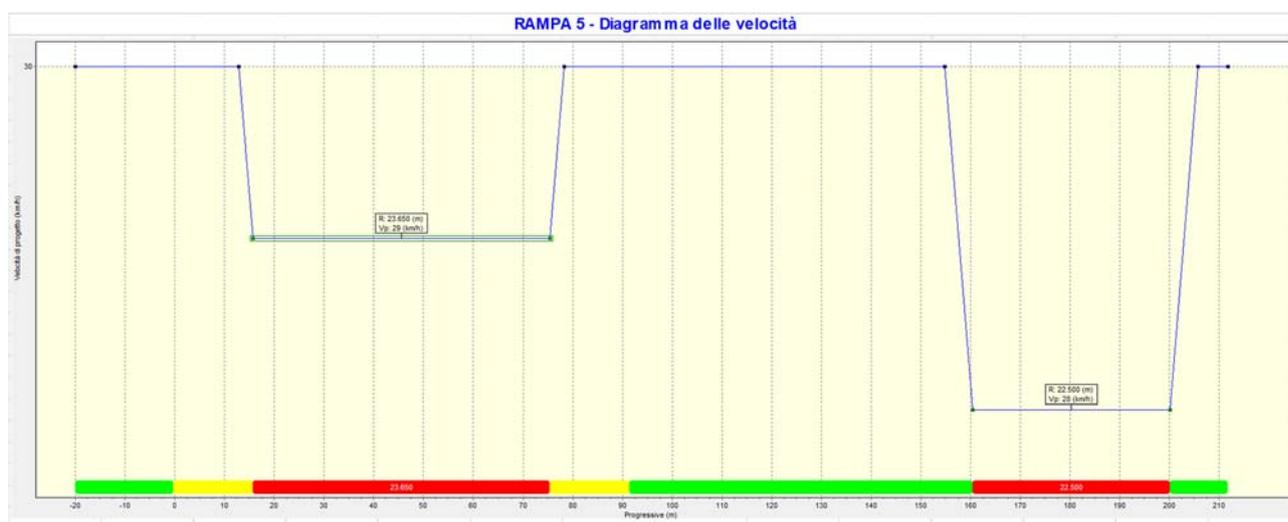
RAMPA 4 - Verifica andamento altimetrico

Parabola in normativa	1500.00		
Livelletta n°3 - Pendenza (h/b):-4.370%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b):	6.000%		124.98
Livelletta in normativa	-4.370%		
Parabola n°3 - Raggio (m):550.00 - Lunghezza (m):31.596 - K:5.500 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da normativa Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale	425.00 520.58 176.05		168.01 33.98 37
Parabola in normativa	550.00		
Livelletta n°4 - Pendenza (h/b):1.375%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b):	5.000%		199.60
Livelletta in normativa	1.375%		

7.4 RAMPA 5

7.4.1 Diagramma delle velocità

Il diagramma delle velocità è riportato nella figura seguente.



Il diagramma delle velocità di cui sopra è da intendersi valido per la Rampa 5 nel tratto da progr. 0,00 a progr. 75,44.

7.4.2 Verifica andamento planimetrico

La verifica dell'andamento planimetrico è riportata nella tabella seguente.

RAMPA 5 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia Asse: Rampa 5 Tipo di strada: Rampa - Curvilinea indiretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro)						
Larghezza semicarreggiata (m)	4.00					
Velocità progetto (Km/h)	25	30				
Clotoide n°1 - Parametro A:19.461 - Lunghezza (m):16.01	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico Criterio ottico Clotoide rettililo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza	17.108 13.318 7.883	23.650		1.000 1.000	1.000	-0.28 30

RAMPA 5 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia Asse: Rampa 5 Tipo di strada: Rampa - Curvilinea indiretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro) Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	4.00 25	30				
Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa	17.108 19.461	23.650	16.01		1.000	
Raccordo n°1 - Raggio (m):23.65 - Lunghezza (m):59.71	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva Velocità corrispondente al raggio (km/h) Raggio minimo Valori minimi/massimi da normativa Raccordo in normativa	18.00 18.00 23.65					15.73 29
Clotoide n°2 - Parametro A:19.461 - Lunghezza (m):16.01	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico Criterio ottico Clotoide rettilino-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa	17.108 13.318 7.883 17.108 19.461	23.650 23.650	16.01	1.000 1.000	1.000	75.44 30

7.4.3 Verifica andamento altimetrico

La verifica dell'andamento altimetrico è riportata nella tabella seguente.

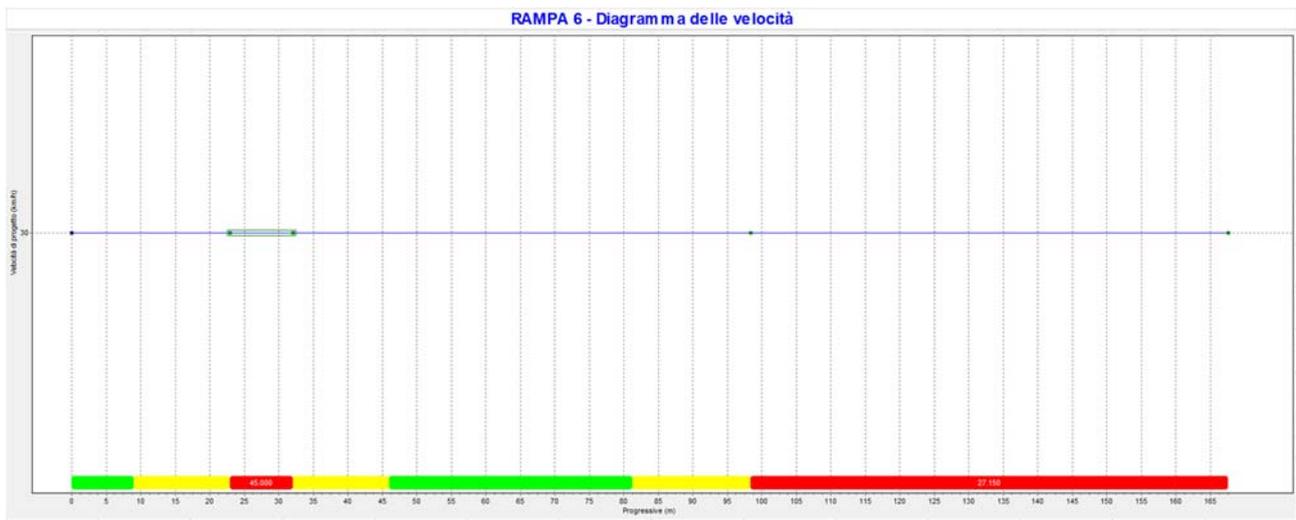
RAMPA 5 - Verifica andamento altimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo		
Tipo di strada: Rampa - Curvilinea indiretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro) Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	4.00 25	30		
Livelletta n°1 - Pendenza (h/b):0.247%	Pend. Max			Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	10.000% 0.247%			-20.00
Parabola n°1 - Raggio (m):1100.00 - Lunghezza (m):49.374 - K:11.000 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min		Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da normativa Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	500.00 183.53 111.88 1100.00			27.47 26.15 29
Livelletta n°2 - Pendenza (h/b):-4.242%	Pend. Max			Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	10.000% -4.242%			76.84

7.5 RAMPA 6

7.5.1 Diagramma delle velocità

Il diagramma delle velocità è riportato nella figura seguente.



7.5.2 Verifica andamento planimetrico

La verifica dell'andamento planimetrico è riportata nella tabella seguente.

RAMPA 6 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia Asse: Rampa 6 Tipo di strada: Rampa - Curvilinea indiretta (A/A, A/B, B/A) Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	7.00 30	30				
Clotoide n°1 - Parametro A:25.000 - Lunghezza (m):13.89	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico Criterio ottico Clotoide rettilineo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza Valori minimi/massimi da normativa	17.121 13.259 15.000	45.000		1.000 1.000	1.000	9.05 30
Clotoide in normativa	25.000	45.000	13.89		1.000	
Raccordo n°1 - Raggio (m):45.00 - Lunghezza (m):9.17	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva Velocità corrispondente al raggio (km/h) Raggio minimo Valori minimi/massimi da normativa	25.00 25.00					22.94 30
Raccordo in normativa	45.00		9.17			
Clotoide n°2 - Parametro A:25.000 - Lunghezza (m):13.89	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico Criterio ottico Clotoide rettilineo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza Valori minimi/massimi da normativa	17.121 13.259 15.000	45.000		1.000 1.000	1.000	32.12 30
Clotoide in normativa	25.000	45.000	13.89		1.000	
Clotoide n°3 - Parametro A:21.581 - Lunghezza (m):17.15	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico Criterio ottico Valori minimi/massimi da normativa	14.934 20.395 9.050	27.150 27.150			1.000	81.26 30
Clotoide in normativa	21.581		17.15		1.000	

RAMPA 6 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia						
Asse: Rampa 6						
Tipo di strada: Rampa - Curvilinea indiretta (A/A, A/B, B/A)						
Larghezza semicarreggiata (m)	7.00					
Velocità progetto (Km/h)	30	30				
Raccordo n°2 - Raggio (m):27.15 - Lunghezza (m):69.17	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva						98.42
Velocità corrispondente al raggio (km/h)						30
Raggio minimo	25.00					
Valori minimi/massimi da normativa	25.00					
Raccordo in normativa	27.15		69.17			

7.5.3 Verifica andamento altimetrico

La verifica dell'andamento altimetrico è riportata nella tabella seguente.

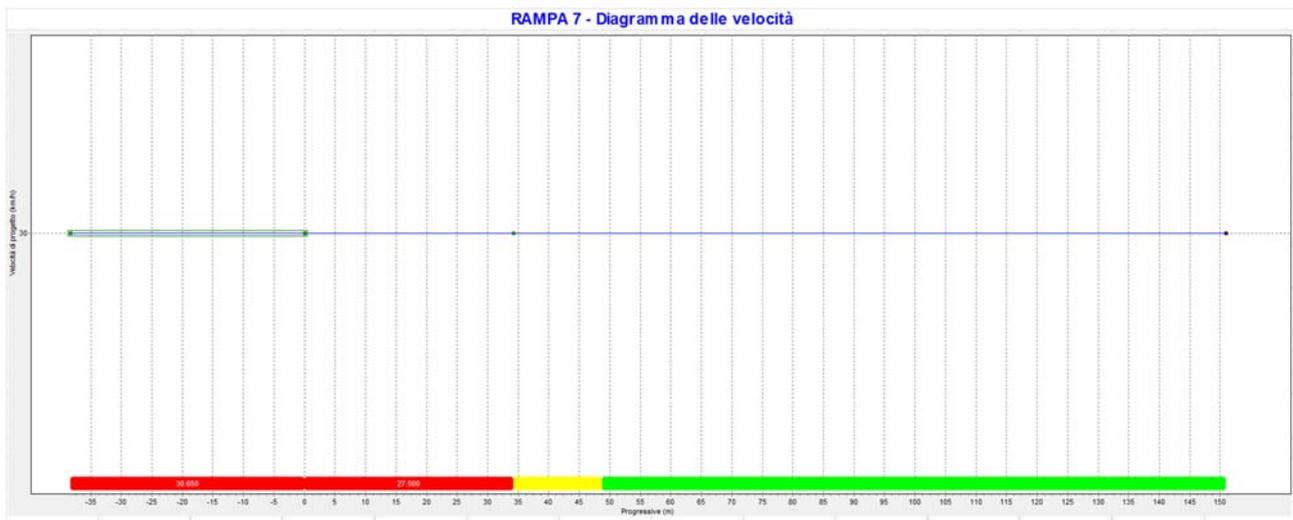
RAMPA 6 - Verifica andamento altimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo		
Tipo di strada: Rampa - Curvilinea indiretta (A/A, A/B, B/A)				
Larghezza semicarreggiata (m)	7.00			
Velocità progetto (Km/h)	30	30		
Livelletta n°1 - Pendenza (h/b):4.065%	Pend. Max			Parametri
Progressiva				0.00
Pendenza massima (+/- h/b):	10.000%			
Livelletta in normativa	4.065%			
Parabola n°1 - Raggio (m):1000.00 - Lunghezza (m):19.347 - K:10.000 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min		Parametri
Progressiva				8.49
Distanza utilizzata				26.06
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)				30
Raggio minimo da normativa	250.00			
Raggio minimo da visibilità	0.00			
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	115.74			
Parabola in normativa	1000.00			
Livelletta n°2 - Pendenza (h/b):6.000%	Pend. Max			Parametri
Progressiva				27.83
Pendenza massima (+/- h/b):	10.000%			
Livelletta in normativa	6.000%			
Parabola n°2 - Raggio (m):1500.00 - Lunghezza (m):93.007 - K:15.000 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min		Parametri
Progressiva				62.13
Distanza utilizzata				26.23
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)				30
Raggio minimo da normativa	500.00			
Raggio minimo da visibilità	184.58			
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	115.74			
Parabola in normativa	1500.00			
Livelletta n°3 - Pendenza (h/b):-0.200%	Pend. Max			Parametri
Progressiva				155.13
Pendenza massima (+/- h/b):	10.000%			
Livelletta in normativa	-0.200%			

7.6 RAMPA 7

7.6.1 Diagramma delle velocità

Il diagramma delle velocità è riportato nella figura seguente.



Il diagramma delle velocità di cui sopra è da intendersi valido per la Rampa 7 nel tratto da progr. 0,00 a progr. 34,21.

7.6.2 Verifica andamento planimetrico

La verifica dell'andamento planimetrico è riportata nella tabella seguente.

RAMPA 7 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia Asse: Rampa 7 Tipo di strada: Rampa - Curvilinea diretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro) Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	4.00 30	30				
Raccordo n°2 - Raggio (m):27.50 - Lunghezza (m):34.20	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva Velocità corrispondente al raggio (km/h) Raggio minimo Valori minimi/massimi da normativa Raccordo in normativa	25.00 25.00 27.50					0.00 30

7.6.3 Verifica andamento altimetrico

La verifica dell'andamento altimetrico è riportata nella tabella seguente.

RAMPA 7 - Verifica andamento altimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo		
Tipo di strada:Rampa - Curvilinea diretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro) Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	4.00 30	30		
Livelletta n°1 - Pendenza (h/b):0.567%	Pend. Max			Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	10.000% 0.567%			-1.24
Parabola n°1 - Raggio (m):2400.00 - Lunghezza (m):23.581 - K:24.000 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min		Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da normativa Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	500.00 0.00 115.74 2400.00			0.38 26.47 30
Livelletta n°2 - Pendenza (h/b):-0.415%	Pend. Max			Parametri
Progressiva				23.97

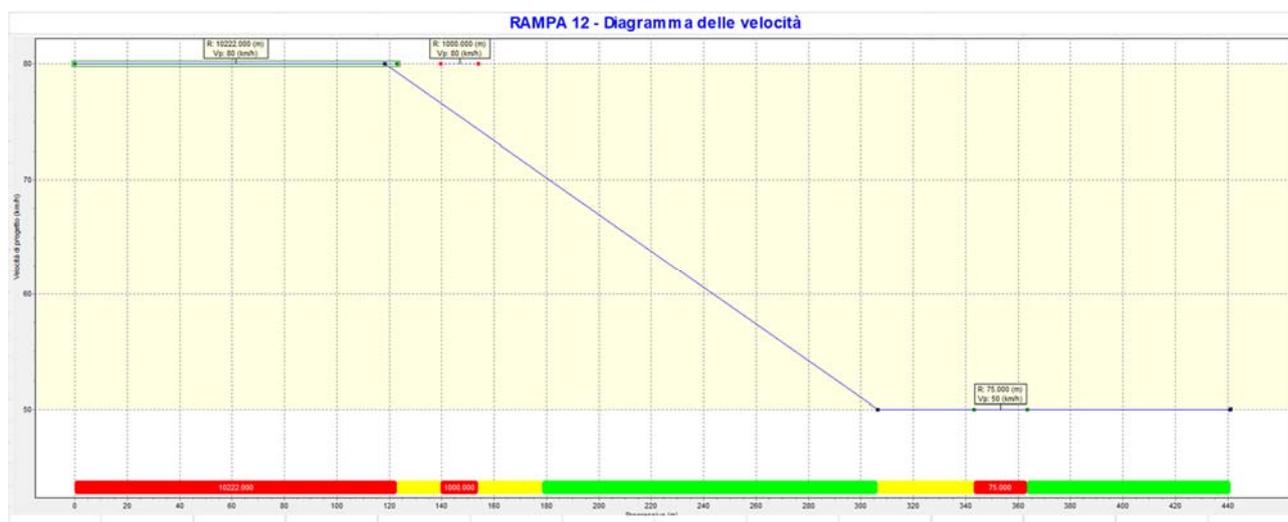
RAMPA 7 - Verifica andamento altimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo	
Tipo di strada: Rampa - Curvilinea diretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro)			
Larghezza semicarreggiata (m)	4.00		
Velocità progetto (Km/h)	30	30	
Pendenza massima (+/- h/b):	10.000%		
Livellotta in normativa	-0.415%		
Parabola n°2 - Raggio (m):1000.00 - Lunghezza (m):6.684 - K:10.000 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva			33.18
Distanza utilizzata			26.48
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			30
Raggio minimo da normativa	250.00		
Raggio minimo da visibilità	0.00		
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	115.74		
Parabola in normativa	1000.00		

7.7 RAMPA 12

7.7.1 Diagramma delle velocità

Il diagramma delle velocità è riportato nella figura seguente.



Il diagramma delle velocità di cui sopra è da intendersi valido per la Rampa 12 nel tratto da progr. 0,00 a progr. 363,36. Il diagramma di velocità di cui sopra è stato impostato con $V_p=50$ km/h nel tratto, compreso tra progr. 306,41 e progr. 363,36, di raccordo con rampa esistente.

7.7.2 Verifica andamento planimetrico

La verifica dell'andamento planimetrico è riportata nella tabella seguente.

RAMPA 12 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo			
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia					
Asse: Rampa 12					
Tipo di strada: Rampa - Curvilinea diretta (A/A, A/B, B/A)					
Larghezza semicarreggiata (m)	4.00				
Velocità progetto (Km/h)	50	80			
Raccordo n°1 - Raggio (m):10222.00 - Lunghezza (m):122.89	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min		Parametri
Progressiva					0.00
Velocità corrispondente al raggio (km/h)					80
Raggio minimo	75.00				
Valori minimi/massimi da normativa	75.00				

RAMPA 12 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia Asse: Rampa 12 Tipo di strada: Rampa - Curvilinea diretta (A/A, A/B, B/A) Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	4.00 50	80				
Raccordo in normativa	10222.00					
Clotoide n°1 - Parametro A:136.125 - Lunghezza (m):16.72	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico Clotoide di continuità (R2<R1). A>=R1/3 Criterio ottico Clotoide di continuità (R2<R1). A<=R2 Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa (*)	124.360 41.363 3.407.333 3.407.333 10.222.000 1.000.000 3.407.333 136.125	10.222.000 1.000.000 1.000.000	16.72		1.000	122.89 79
Raccordo n°2 - Raggio (m):1000.00 - Lunghezza (m):14.48	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva Velocità corrispondente al raggio (km/h) Raggio minimo Valori minimi/massimi da normativa Raccordo in normativa	75.00 75.00 1000.00					139.60 77
Clotoide n°2 - Parametro A:156.494 - Lunghezza (m):24.49	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico Criterio ottico Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa	144.277 333.333 333.333 156.494	1.000.000 1.000.000	24.49		1.000	154.09 74
Clotoide n°3 - Parametro A:52.500 - Lunghezza (m):36.75	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico Criterio ottico Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa	41.168 44.488 25.000 44.488 52.500	75.000 75.000	36.75		1.000	306.41 50
Raccordo n°3 - Raggio (m):75.00 - Lunghezza (m):20.20	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva Velocità corrispondente al raggio (km/h) Raggio minimo Valori minimi/massimi da normativa Raccordo in normativa	75.00 75.00 75.00					343.16 50

(*) Elemento in normativa secondo i criteri di flessibilità ammessi

7.7.3 Verifica andamento altimetrico

La verifica dell'andamento altimetrico è riportata nella tabella seguente.

RAMPA 12 - Verifica andamento altimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo	
Tipo di strada: Rampa - Curvilinea diretta (A/A, A/B, B/A) Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	4.00 50	80	
Livelletta n°1 - Pendenza (h/b):-0.004%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b):	6.000%		0.00

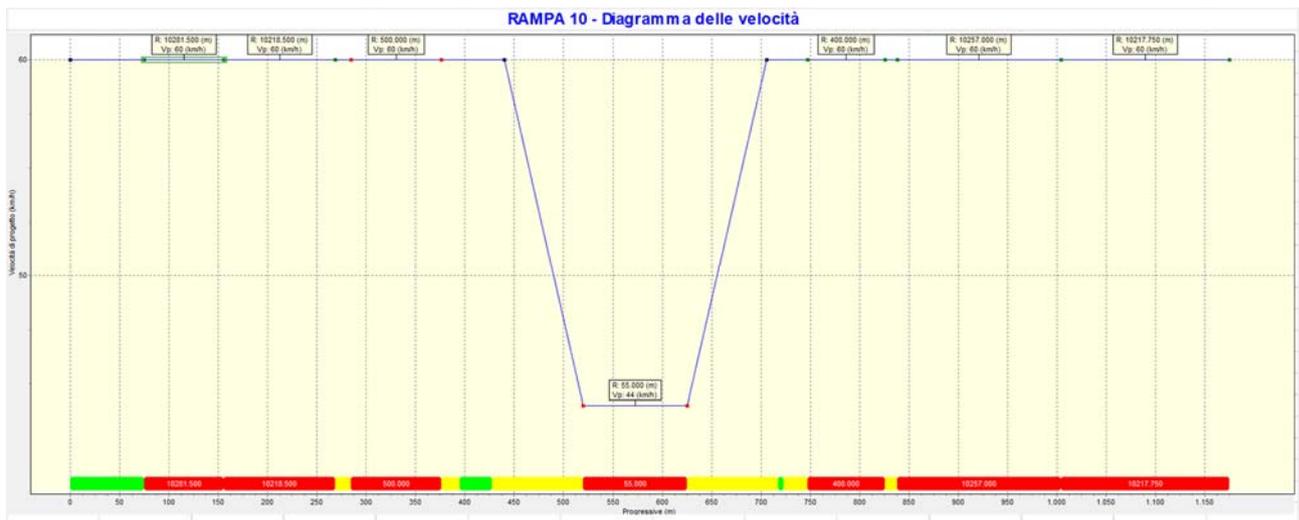
RAMPA 12 - Verifica andamento altimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo	
Tipo di strada: Rampa - Curvilinea diretta (A/A, A/B, B/A)			
Larghezza semicarreggiata (m)	4.00		
Velocità progetto (Km/h)	50	80	
Livellotta in normativa	-0.004%		
Parabola n°1 - Raggio (m):2000.00 - Lunghezza (m):34.225 - K:20.000 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva			55.70
Distanza utilizzata			91.62
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			80
Raggio minimo da normativa	2000.00		
Raggio minimo da visibilità	0.00		
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	823.05		
Parabola in normativa	2000.00		
Livellotta n°2 - Pendenza (h/b):1.707%	Pend. Max		Parametri
Progressiva			89.92
Pendenza massima (+/- h/b):	5.000%		
Livellotta in normativa	1.707%		
Parabola n°2 - Raggio (m):3600.00 - Lunghezza (m):137.299 - K:36.000 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva			145.58
Distanza utilizzata			85.21
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			76
Raggio minimo da normativa	3520.00		
Raggio minimo da visibilità	1948.18		
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	735.83		
Parabola in normativa	3600.00		
Livellotta n°3 - Pendenza (h/b):-2.107%	Pend. Max		Parametri
Progressiva			282.88
Pendenza massima (+/- h/b):	6.000%		
Livellotta in normativa	-2.107%		
Parabola n°3 - Raggio (m):3000.00 - Lunghezza (m):32.474 - K:30.000 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva			283.51
Distanza utilizzata			53.79
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			54
Raggio minimo da normativa	850.00		
Raggio minimo da visibilità	0.00		
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	370.03		
Parabola in normativa	3000.00		
Livellotta n°4 - Pendenza (h/b):-1.025%	Pend. Max		Parametri
Progressiva			315.99
Pendenza massima (+/- h/b):	6.000%		
Livellotta in normativa	-1.025%		

7.8 RAMPA 10

7.8.1 Diagramma delle velocità

Il diagramma delle velocità è riportato nella figura seguente.



Il diagramma delle velocità di cui sopra è da intendersi valido per la Rampa 10 nel tratto da progr. 268,06 a progr. 837,77.

7.8.2 Verifica andamento planimetrico

La verifica dell'andamento planimetrico è riportata nella tabella seguente.

RAMPA 10 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia Asse: Rampa 10 Tipo di strada: Rampa - Curvilinea semidiretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro) Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	4.00	60				
Clotoide n°1 - Parametro A:91.375 - Lunghezza (m):15.88	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli <i>Criterio ottico</i> <i>Clotoide di continuità (R2<R1). A>=R1/3</i> Criterio ottico Clotoide di continuità (R2<R1). A<=R2 Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa (*)	72.277 22.187 3.406.167 3.406.167	10.218.500 500.000 500.000	15.88	1.000		268.64 60
Raccordo n°3 - Raggio (m):500.00 - Lunghezza (m):91.55	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva Velocità corrispondente al raggio (km/h) Raggio minimo Valori minimi/massimi da normativa Raccordo in normativa	45.00 45.00					284.52 60
Clotoide n°2 - Parametro A:97.400 - Lunghezza (m):18.97	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli <i>Criterio ottico</i> Criterio ottico Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa (*)	19.288 93.816 166.667	500.000 500.000	18.97	1.000		376.08 60
Clotoide n°3 - Parametro A:71.369 - Lunghezza (m):92.61	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico	70.920 28.723 18.333				1.000	427.51 60

RAMPA 10 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia Asse: Rampa 10 Tipo di strada: Rampa - Curvilinea semidiretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro) Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	4.00 40	60				
Criterio ottico Clotoide rettilino-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa	70.920 71.369	55.000 55.000		1.000		1.000
Raccordo n°4 - Raggio (m):55.00 - Lunghezza (m):105.13	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva Velocità corrispondente al raggio (km/h) Raggio minimo Valori minimi/massimi da normativa Raccordo in normativa	45.00 45.00 55.00					520.12 44
Clotoide n°4 - Parametro A:71.369 - Lunghezza (m):92.61	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccollo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico Criterio ottico Clotoide rettilino-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa	70.920 28.723 18.333	55.000		1.000		625.25 60
Clotoide n°5 - Parametro A:97.400 - Lunghezza (m):23.72	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccollo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico Criterio ottico Clotoide rettilino-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa (*)	32.675 87.236 133.333	400.000		1.424		723.42 60
Raccordo n°5 - Raggio (m):400.00 - Lunghezza (m):78.93	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva Velocità corrispondente al raggio (km/h) Raggio minimo Valori minimi/massimi da normativa Raccordo in normativa	45.00 45.00 400.00					747.14 60
Clotoide n°6 - Parametro A:68.384 - Lunghezza (m):11.69	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccollo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico Clotoide di flesso simmetrica ($R2 < R1$). $A \geq R1/3$ Criterio ottico Clotoide di flesso simmetrica ($R2 < R1$). $A \leq R2$ Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa (*)	54.901 65.397 133.333 3.419.000	400.000 400.000 400.000				826.07 60

(*) Elemento in normativa secondo i criteri di flessibilità ammessi

7.8.3 Verifica andamento altimetrico

La verifica dell'andamento planimetrico è riportata nella tabella seguente.

RAMPA 10 - Verifica andamento altimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo	
Tipo di strada: Rampa - Curvilinea semidiretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro)			
Larghezza semicarreggiata (m)	4.00		
Velocità progetto (Km/h)	40	60	
Livelletta n°3 - Pendenza (h/b):-0.364%	Pend. Max		Parametri
Progressiva			268.54
Pendenza massima (+/- h/b):	6.000%		
Livelletta in normativa	-0.364%		
Parabola n°2 - Raggio (m):1240.00 - Lunghezza (m):66.125 - K:12.400 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva			319.87
Distanza utilizzata			60.73
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			60
Raggio minimo da normativa	1000.00		
Raggio minimo da visibilità	1182.30		
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	462.96		
Parabola in normativa	1240.00		
Livelletta n°4 - Pendenza (h/b):4.969%	Pend. Max		Parametri
Progressiva			385.99
Pendenza massima (+/- h/b):	5.000%		
Livelletta in normativa	4.969%		
Parabola n°3 - Raggio (m):1100.00 - Lunghezza (m):103.887 - K:11.000 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva			532.01
Distanza utilizzata			43.96
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			46
Raggio minimo da normativa	1300.00		
Raggio minimo da visibilità	518.65		
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	273.67		
Parabola in normativa (*)	1100.00		
Livelletta n°5 - Pendenza (h/b):-4.476%	Pend. Max		Parametri
Progressiva			635.90
Pendenza massima (+/- h/b):	6.000%		
Livelletta in normativa	-4.476%		
Parabola n°4 - Raggio (m):2000.00 - Lunghezza (m):30.488 - K:20.000 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva			654.78
Distanza utilizzata			58.52
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			56
Raggio minimo da normativa	1800.00		
Raggio minimo da visibilità	0.00		
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	402.95		
Parabola in normativa	2000.00		
Livelletta n°6 - Pendenza (h/b):-6.000%	Pend. Max		Parametri
Progressiva			685.27
Pendenza massima (+/- h/b):	6.000%		
Livelletta in normativa	-6.000%		
Parabola n°5 - Raggio (m):1245.20 - Lunghezza (m):75.884 - K:12.452 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva			756.78
Distanza utilizzata			63.11
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			60
Raggio minimo da normativa	1000.00		
Raggio minimo da visibilità	1243.42		
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	462.96		
Parabola in normativa	1245.20		
Livelletta n°7 - Pendenza (h/b):0.094%	Pend. Max		Parametri
Progressiva			832.66
Pendenza massima (+/- h/b):	5.000%		
Livelletta in normativa	0.094%		

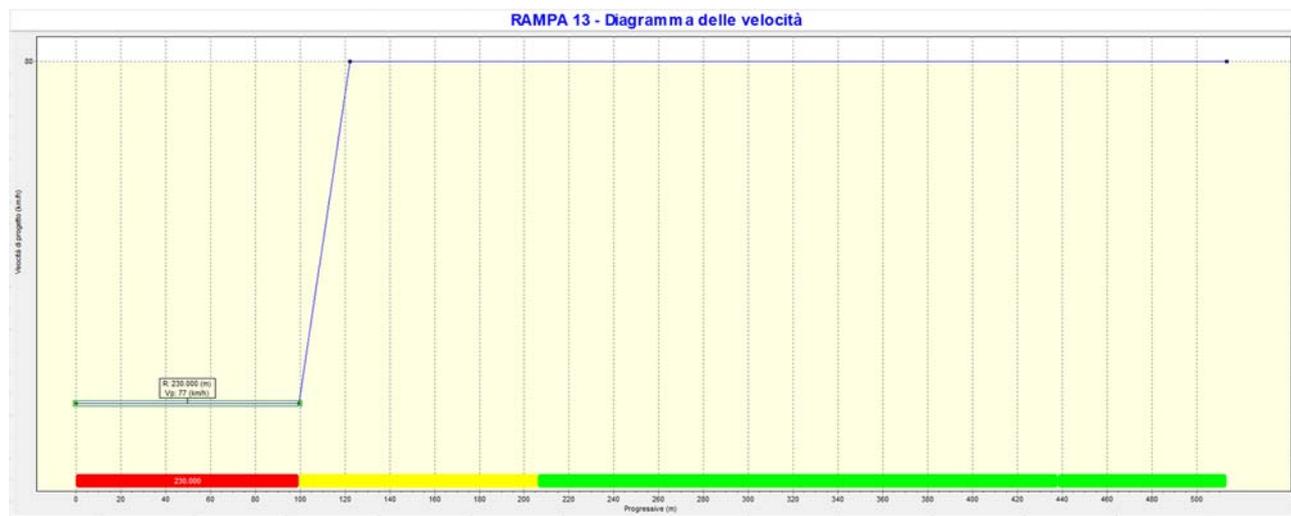
(*) Elemento in normativa secondo i criteri di flessibilità ammessi

8 RAMPE DI SVINCOLO COMPLANARE ESTERNA

8.1 RAMPA 13

8.1.1 Diagramma delle velocità

Il diagramma delle velocità è riportato nella figura seguente.



Il diagramma delle velocità di cui sopra è da intendersi valido per la Rampa 13 nel tratto da progr. 0,00 a progr. 94,45.

8.1.2 Verifica andamento planimetrico

La verifica dell'andamento planimetrico è riportata nella tabella seguente.

RAMPA 13 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia						
Asse: Rampa 13						
Tipo di strada: Rampa - Curvilinea diretta (A/A, A/B, B/A)						
Larghezza semicarreggiata (m)	4.00					
Velocità progetto (Km/h)	50	80				
Raccordo n°1 - Raggio (m):230.00 - Lunghezza (m):99.45	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva						0.00
Velocità corrispondente al raggio (km/h)						77
Raggio minimo	75.00					
Valori minimi/massimi da normativa	75.00					
Raccordo in normativa	230.00					

8.1.3 Verifica andamento altimetrico

La verifica dell'andamento altimetrico è riportata nella tabella seguente.

RAMPA 13 - Verifica andamento altimetrico

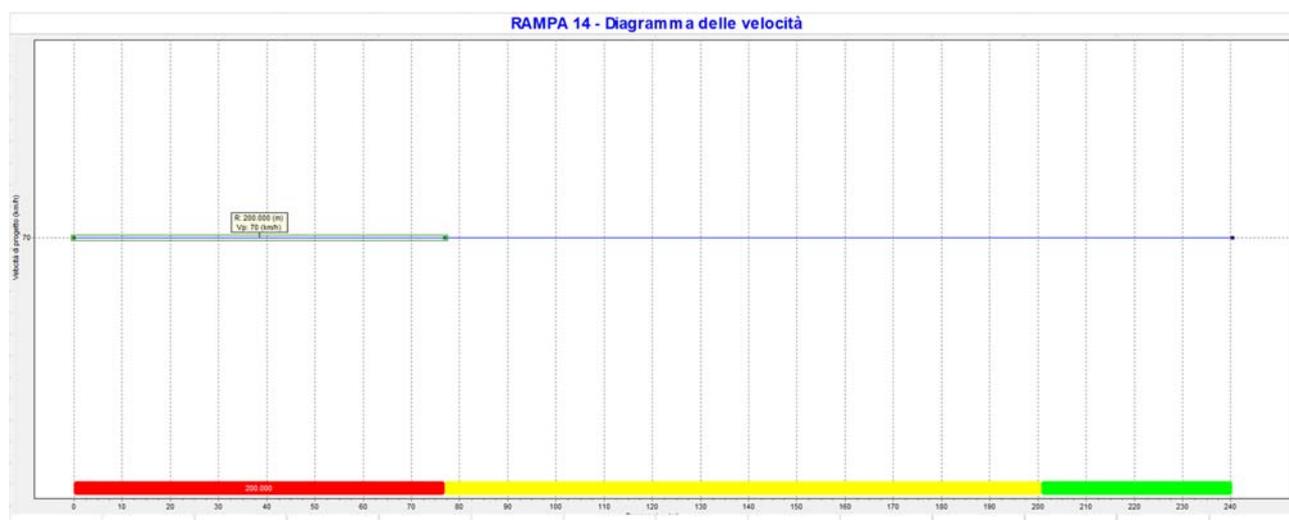
Dati generali	Minimo	Massimo	
Tipo di strada: Rampa - Curvilinea diretta (A/A, A/B, B/A)			
Larghezza semicarreggiata (m)	4.00		
Velocità progetto (Km/h)	50	80	
Livelletta n°1 - Pendenza (h/b):-7.075%	Pend. Max		Parametri
Progressiva			0.00
Pendenza massima (+/- h/b):	6.000%		
Livelletta in normativa (*)	-7.075%		
Parabola n°1 - Raggio (m):2100.00 - Lunghezza (m):209.785 - K:21.000 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva			36.63
Distanza utilizzata			94.39
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			80
Raggio minimo da normativa	2000.00		
Raggio minimo da visibilità	2074.52		
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	823.05		
Parabola in normativa	2100.00		
Livelletta n°2 - Pendenza (h/b):2.915%	Pend. Max		Parametri
Progressiva			246.42
Pendenza massima (+/- h/b):	5.000%		
Livelletta in normativa	2.915%		

(*) Elemento in normativa secondo i criteri di flessibilità ammessi

8.2 RAMPA 14

8.2.1 Diagramma delle velocità

Il diagramma delle velocità è riportato nella figura seguente.



8.2.2 Verifica andamento planimetrico

La verifica dell'andamento planimetrico è riportata nella tabella seguente.

RAMPA 14 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo			
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia					
Asse: Rampa 14					
Tipo di strada: Rampa - Curvilinea semidiretta (A/A, A/B, B/A)					
Larghezza semicarreggiata (m)	4.00				
Velocità progetto (Km/h)	50	70			
Raccordo n°1 - Raggio (m):200.00 - Lunghezza (m):76.99	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min		Parametri
Progressiva					0.00
Velocità corrispondente al raggio (km/h)					70
Raggio minimo	75.00				
Valori minimi/massimi da normativa	75.00				
Raccordo in normativa	200.00		76.99		

RAMPA 14 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia Asse: Rampa 14 Tipo di strada: Rampa - Curvilinea semidiretta (A/A, A/B, B/A) Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	4.00 50	70				
Clotoide n°1 - Parametro A:157.300 - Lunghezza (m):123.72	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico Criterio ottico Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa	74.000 83.366 66.667 83.366 157.300	200.000 200.000	123.72		1.000 1.000	76.99 70

8.2.3 Verifica andamento altimetrico

La verifica dell'andamento altimetrico è riportata nella tabella seguente.

RAMPA 14 - Verifica andamento altimetrico

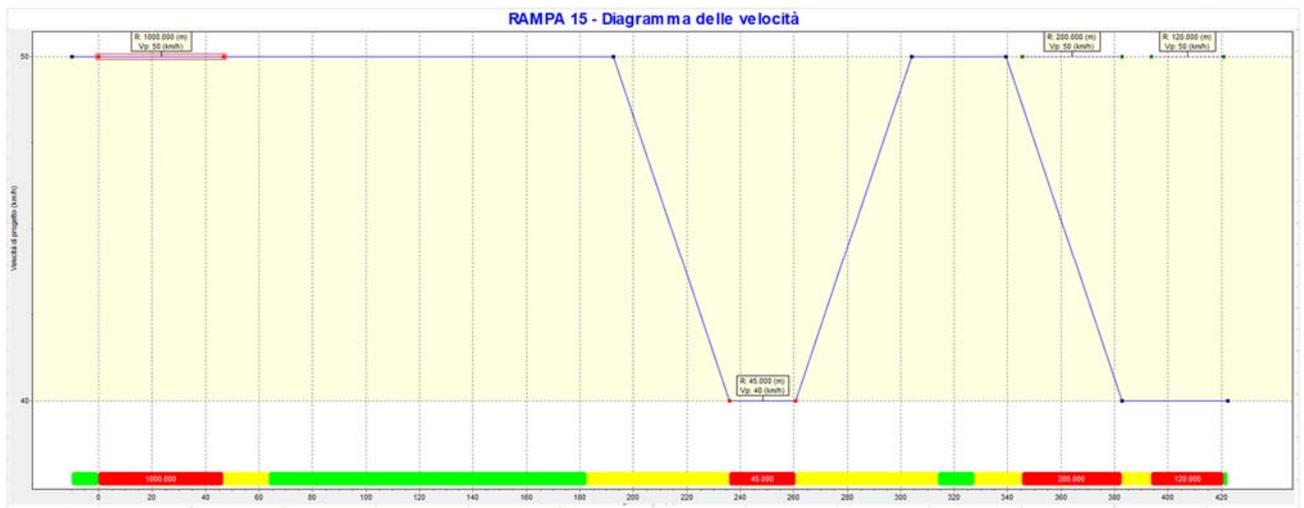
Dati generali	Minimo	Massimo	
Tipo di strada: Rampa - Curvilinea semidiretta (A/A, A/B, B/A) Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	4.00 50	70	
Livelletta n°1 - Pendenza (h/b):-6.655%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa (*)	6.000% -6.655%		0.00
Parabola n°1 - Raggio (m):1796.91 - Lunghezza (m):174.998 - K:17.969 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da normativa Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	1400.00 1618.78 630.14 1796.91		64.96 77.41 70
Livelletta n°2 - Pendenza (h/b):3.084%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% 3.084%		239.96

(*) Elemento in normativa secondo i criteri di flessibilità ammessi

8.3 RAMPA 15

8.3.1 Diagramma delle velocità

Il diagramma delle velocità è riportato nella figura seguente.



Il diagramma di velocità di cui sopra è stato impostato con $V_p=40$ km/h nel tratto, compreso tra progr. 382,82 e progr. 422,36, di raccordo con il Ramo Est 2 del 1° Stralcio funzionale.

8.3.2 Verifica andamento planimetrico

La verifica dell'andamento planimetrico è riportata nella tabella seguente.

RAMPA 15 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia Asse: Rampa 15 Tipo di strada: Rampa - Curvilinea diretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro) Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	4.00 40	50				
Raccordo n°1 - Raggio (m):1000.00 - Lunghezza (m):46.78	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva Velocità corrispondente al raggio (km/h) Raggio minimo Valori minimi/massimi da normativa	45.00 45.00 1000.00					0.00 50
Raccordo in normativa						
Clotoide n°1 - Parametro A:130.000 - Lunghezza (m):16.90	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico Criterio ottico Valori minimi/massimi da normativa	117.851 333.333 333.333 130.000	1.000.000 1.000.000	16.90	1.000		46.78 50
Clotoide in normativa						
Clotoide n°2 - Parametro A:49.000 - Lunghezza (m):53.36	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico Criterio ottico Clotoide rettilino-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza Valori minimi/massimi da normativa	45.608 34.460 15.000 45.608 49.000	45.000 45.000	53.36	1.000 1.000		182.66 50
Clotoide in normativa (*)						
Raccordo n°2 - Raggio (m):45.00 - Lunghezza (m):24.69	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva Velocità corrispondente al raggio (km/h) Raggio minimo Valori minimi/massimi da normativa	45.00 45.00 45.00					236.01 40
Raccordo in normativa						
Clotoide n°3 - Parametro A:49.000 - Lunghezza (m):53.36	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	45.608				1.000	260.70 50

RAMPA 15 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia Asse: Rampa 15 Tipo di strada: Rampa - Curvilinea diretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro) Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	4.00 40	50				
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico <i>Criterio ottico</i> Clotoide rettifilo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa (*)	34.460 15.000	45.000		1.000		
Clotoide n°4 - Parametro A:60.000 - Lunghezza (m):18.00	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli <i>Criterio ottico</i> Criterio ottico Clotoide rettifilo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 non in tolleranza Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa (*)	48.138 26.460 66.667	200.000	18.00	2.105	1.000	327.57 50
Raccordo n°3 - Raggio (m):200.00 - Lunghezza (m):37.25	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva Velocità corrispondente al raggio (km/h) Raggio minimo Valori minimi/massimi da normativa Raccordo in normativa	45.00 45.00 200.00					345.57 50
Clotoide n°5 - Parametro A:28.503 - Lunghezza (m):4.06	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli <i>Criterio ottico</i> Clotoide di flesso simmetrica ($R2 < R1$). $A \geq R1/3$ Criterio ottico Clotoide di flesso simmetrica ($R2 < R1$). $A \leq R2$ Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa per $V=30$ km/h (*)	24.947 34.612 66.667	200.000 120.000	4.06		1.000	382.82 40
Clotoide n°6 - Parametro A:28.503 - Lunghezza (m):6.77	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli <i>Criterio ottico</i> Clotoide di flesso simmetrica ($R2 < R1$). $A \geq R1/3$ Criterio ottico Clotoide di flesso simmetrica ($R2 < R1$). $A \leq R2$ Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa per $V=30$ km/h (*)	26.471 31.596 40.000 66.667	120.000 120.000	6.77		1.000	386.88 40
Raccordo n°4 - Raggio (m):120.00 - Lunghezza (m):27.30	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva Velocità corrispondente al raggio (km/h) Raggio minimo Valori minimi/massimi da normativa Raccordo in normativa	45.00 45.00 120.00		27.30			393.65 40

(*) Elemento in normativa secondo i criteri di flessibilità ammessi

8.3.3 Verifica andamento altimetrico

La verifica dell'andamento altimetrico è riportata nella tabella seguente.

RAMPA 15 - Verifica andamento altimetrico

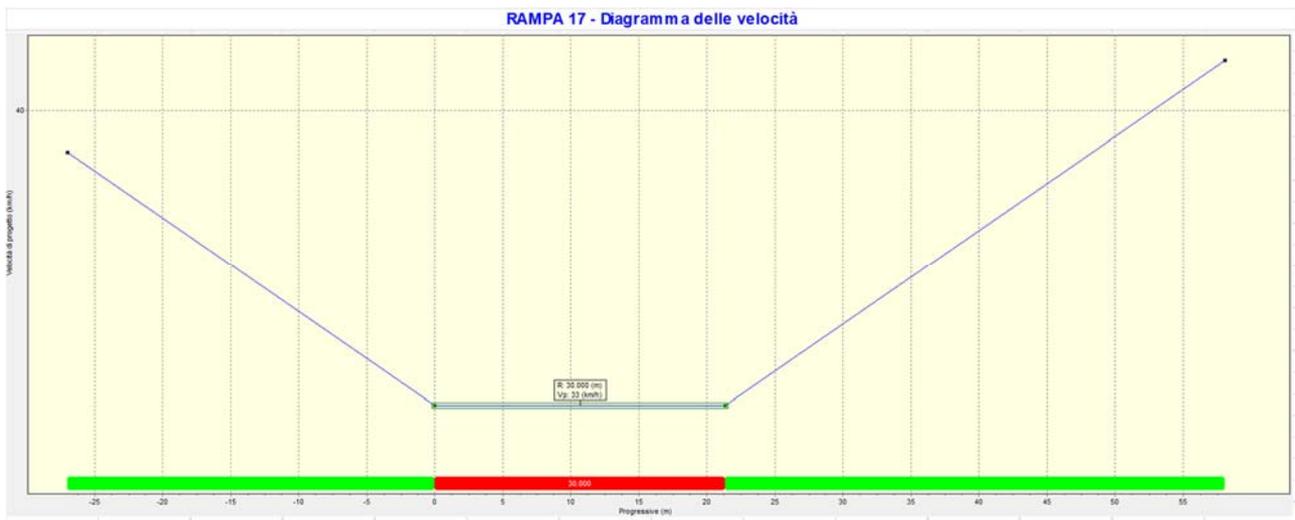
Dati generali	Minimo	Massimo	
Tipo di strada: Rampa - Curvilinea diretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro)			
Larghezza semicarreggiata (m)	4.00		
Velocità progetto (Km/h)	40	50	
Livelletta n°1 - Pendenza (h/b):0.931%	Pend. Max		Parametri
Progressiva			0.01
Pendenza massima (+/- h/b):	7.000%		
Livelletta in normativa	0.931%		
Parabola n°1 - Raggio (m):1500.00 - Lunghezza (m):88.199 - K:15.000 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva			100.49
Distanza utilizzata			47.68
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			50
Raggio minimo da normativa	750.00		
Raggio minimo da visibilità	853.37		
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	321.50		
Parabola in normativa	1500.00		
Livelletta n°2 - Pendenza (h/b):6.811%	Pend. Max		Parametri
Progressiva			188.69
Pendenza massima (+/- h/b):	7.000%		
Livelletta in normativa	6.811%		
Parabola n°2 - Raggio (m):800.00 - Lunghezza (m):89.490 - K:8.000 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva			220.70
Distanza utilizzata			48.38
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			50
Raggio minimo da normativa	1500.00		
Raggio minimo da visibilità	628.14		
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	321.50		
Parabola in normativa (*)	800.00		
Livelletta n°3 - Pendenza (h/b):-4.375%	Pend. Max		Parametri
Progressiva			310.19
Pendenza massima (+/- h/b):	8.000%		
Livelletta in normativa	-4.375%		
Parabola n°3 - Raggio (m):1000.00 - Lunghezza (m):43.753 - K:10.000 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva			350.74
Distanza utilizzata			49.38
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			50
Raggio minimo da normativa	750.00		
Raggio minimo da visibilità	834.37		
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	321.50		
Parabola in normativa	1000.00		
Livelletta n°4 - Pendenza (h/b):0.000%	Pend. Max		Parametri
Progressiva			394.49
Pendenza massima (+/- h/b):	8.000%		
Livelletta in normativa	0.000%		

(*) Elemento in normativa secondo i criteri di flessibilità ammessi

8.4 RAMPA 17

8.4.1 Diagramma delle velocità

Il diagramma delle velocità è riportato nella figura seguente.



Il diagramma delle velocità di cui sopra è da intendersi valido per la Rampa 17 nel tratto da progr. 0,00 a progr. 31,03.

8.4.2 Verifica andamento planimetrico

La verifica dell'andamento planimetrico è riportata nella tabella seguente.

RAMPA 17 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia Asse: Rampa 17 Tipo di strada: Rampa - Curvilinea diretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro) Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	4.00 30	60				
Raccordo n°1 - Raggio (m):30.00 - Lunghezza (m):21.34	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva Velocità corrispondente al raggio (km/h) Raggio minimo Valori minimi/massimi da normativa Raccordo in normativa	25.00 25.00 30.00					0.00 33

8.4.3 Verifica andamento altimetrico

La verifica dell'andamento altimetrico è riportata nella tabella seguente.

RAMPA 17 - Verifica andamento altimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo		
Tipo di strada: Rampa - Curvilinea diretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro) Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	4.00 30	60		
Livelletta n°1 - Pendenza (h/b):-0.382%	Pend. Max			Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	6.000% -0.382%			-27.01
Parabola n°1 - Raggio (m):2700.00 - Lunghezza (m):12.428 - K:27.000 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min		Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da normativa Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	700.00 0.00 146.88 2700.00			12.48 30.44 34
Livelletta n°2 - Pendenza (h/b):-0.842%	Pend. Max			Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b):	6.000%			24.91

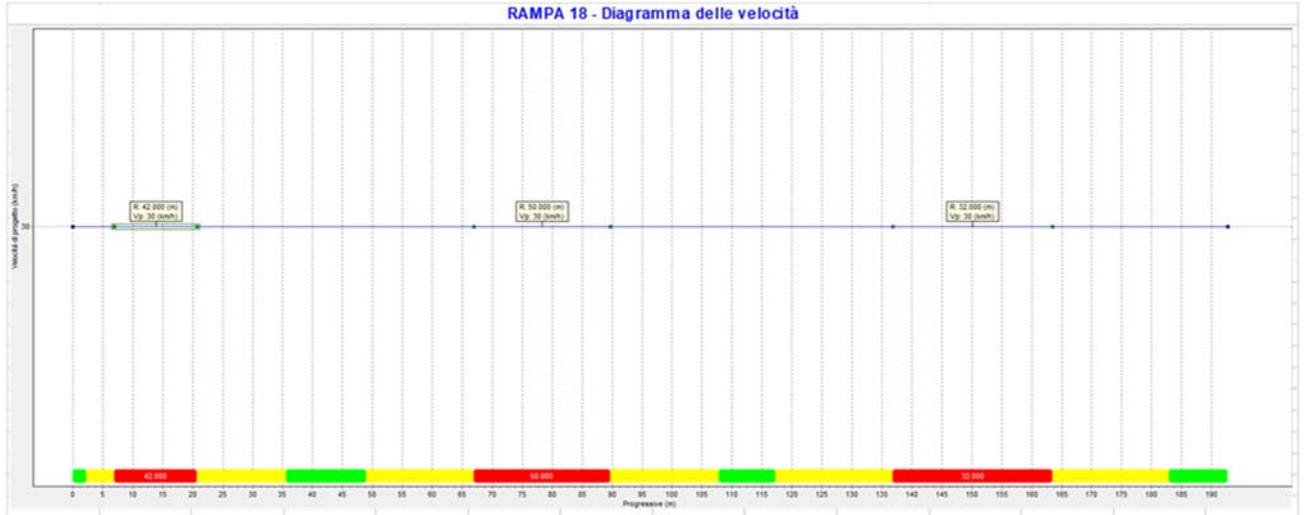
RAMPA 17 - Verifica andamento altimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo	
Tipo di strada: Rampa - Curvilinea diretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro)			
Larghezza semicarreggiata (m)	4.00		
Velocità progetto (Km/h)	30	60	
Livellata in normativa	-0.842%		

8.5 RAMPA 18

8.5.1 Diagramma delle velocità

Il diagramma delle velocità è riportato nella figura seguente.



Il diagramma delle velocità di cui sopra è da intendersi valido per la Rampa 18 nel tratto da progr. 6,92 a progr. 192,72.

8.5.2 Verifica andamento planimetrico

La verifica dell'andamento planimetrico è riportata nella tabella seguente.

RAMPA 18 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia						
Asse: Rampa 18						
Tipo di strada: Rampa - Curvilinea diretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro)						
Larghezza semicarreggiata (m)	4.00					
Velocità progetto (Km/h)	30	30				
Raccordo n°1 - Raggio (m):42.00 - Lunghezza (m):13.85	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva						6.92
Velocità corrispondente al raggio (km/h)						30
Raggio minimo	25.00					
Valori minimi/massimi da normativa	25.00					
Raccordo in normativa	42.00					
Clotoide n°2 - Parametro A:25.000 - Lunghezza (m):14.88	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva						20.77
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						30
Fattore di forma					1.000	
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	13.781					
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	23.008					
Criterio ottico	14.000					
Criterio ottico		42.000				
Clotoide rettifilo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 non in tolleranza				1.786		
Valori minimi/massimi da normativa	23.008	42.000				
Clotoide in normativa (*)	25.000		14.88		1.000	

RAMPA 18 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia Asse: Rampa 18 Tipo di strada: Rampa - Curvilinea diretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro) Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	4.00 30	30				
Clotoide n°3 - Parametro A:30.000 - Lunghezza (m):18.00	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico Criterio ottico Clotoide rettilino-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza Valori minimi/massimi da normativa	17.179 13.001 16.667	50.000		1.000		48.97 30
Clotoide in normativa	17.179 30.000	50.000	18.00	1.000	1.000	
Raccordo n°2 - Raggio (m):50.00 - Lunghezza (m):22.78	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva Velocità corrispondente al raggio (km/h) Raggio minimo Valori minimi/massimi da normativa	25.00 25.00					66.97 30
Raccordo in normativa	50.00					
Clotoide n°4 - Parametro A:30.000 - Lunghezza (m):18.00	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico Criterio ottico Clotoide rettilino-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza Valori minimi/massimi da normativa	17.179 13.001 16.667	50.000		1.000		89.75 30
Clotoide in normativa	17.179 30.000	50.000	18.00	1.000	1.000	
Clotoide n°5 - Parametro A:25.000 - Lunghezza (m):19.53	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico Criterio ottico Clotoide rettilino-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza Valori minimi/massimi da normativa	14.551 21.322 10.667	32.000		1.000		117.24 30
Clotoide in normativa	21.322 25.000	32.000	19.53	1.000	1.000	
Raccordo n°3 - Raggio (m):32.00 - Lunghezza (m):26.66	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva Velocità corrispondente al raggio (km/h) Raggio minimo Valori minimi/massimi da normativa	25.00 25.00					136.77 30
Raccordo in normativa	32.00					
Clotoide n°6 - Parametro A:25.000 - Lunghezza (m):19.53	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico Criterio ottico Clotoide rettilino-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza Valori minimi/massimi da normativa	14.551 21.322 10.667	32.000		1.000		163.43 30
Clotoide in normativa	21.322 25.000	32.000	19.53	1.000	1.000	

(*) Elemento in normativa secondo i criteri di flessibilità ammessi

8.5.3 Verifica andamento altimetrico

La verifica dell'andamento altimetrico è riportata nella tabella seguente.

RAMPA 18 - Verifica andamento altimetrico

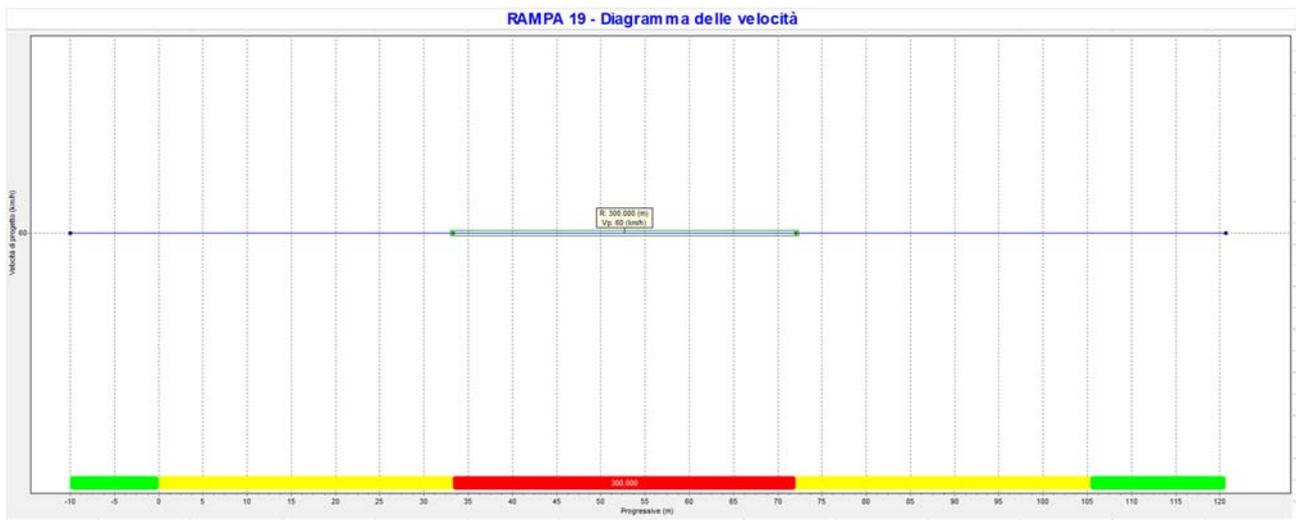
Dati generali	Minimo	Massimo	
Tipo di strada: Rampa - Curvilinea diretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro) Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	4.00 30	30	
Livelletta n°1 - Pendenza (h/b):-1.780%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	8.000% -1.780%		0.00
Parabola n°1 - Raggio (m):1000.00 - Lunghezza (m):6.945 - K:10.000 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da normativa Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	500.00 0.00 115.74 1000.00		13.04 26.67 30
Livelletta n°2 - Pendenza (h/b):-2.475%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	8.000% -2.475%		19.99
Parabola n°2 - Raggio (m):250.00 - Lunghezza (m):21.187 - K:2.500 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da normativa <i>Raggio minimo da visibilità</i> Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa per V=24 km/h (*)	250.00 <i>354.03</i> 115.74 250.00		26.25 26.32 30
Livelletta n°3 - Pendenza (h/b):6.000%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	7.000% 6.000%		47.44
Parabola n°3 - Raggio (m):2000.00 - Lunghezza (m):43.477 - K:20.000 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da normativa Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	500.00 182.33 115.74 2000.00		58.26 26.07 30
Livelletta n°4 - Pendenza (h/b):3.826%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% 3.826%		101.74
Parabola n°4 - Raggio (m):1530.00 - Lunghezza (m):73.829 - K:15.300 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da normativa Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	500.00 186.34 115.74 1530.00		109.05 26.35 30
Livelletta n°5 - Pendenza (h/b):-0.999%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	6.000% -0.999%		182.88

(*) Elemento in normativa secondo i criteri di flessibilità ammessi

8.6 RAMPA 19

8.6.1 Diagramma delle velocità

Il diagramma delle velocità è riportato nella figura seguente.



8.6.2 Verifica andamento planimetrico

La verifica dell'andamento planimetrico è riportata nella tabella seguente.

RAMPA 19 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia Asse: Rampa 19 Tipo di strada: Rampa - Curvilinea semidiretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro) Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	4.00 40	60				
Clotoide n°1 - Parametro A:100.000 - Lunghezza (m):33.33	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico Criterio ottico Clotoide rettilino-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa	68.701 36.821 100.000 100.000 100.000	300.000 300.000	33.33	1.000 1.000	1.000	0.00 60
Raccordo n°1 - Raggio (m):300.00 - Lunghezza (m):38.74	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva Velocità corrispondente al raggio (km/h) Raggio minimo Valori minimi/massimi da normativa Raccordo in normativa	45.00 45.00 300.00					33.33 60
Clotoide n°2 - Parametro A:100.000 - Lunghezza (m):33.33	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico Criterio ottico Clotoide rettilino-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa	68.701 36.821 100.000 100.000 100.000	300.000 300.000	33.33	1.000 1.000	1.000	72.07 60

8.6.3 Verifica andamento altimetrico

La verifica dell'andamento altimetrico è riportata nella tabella seguente.

RAMPA 19 - Verifica andamento altimetrico

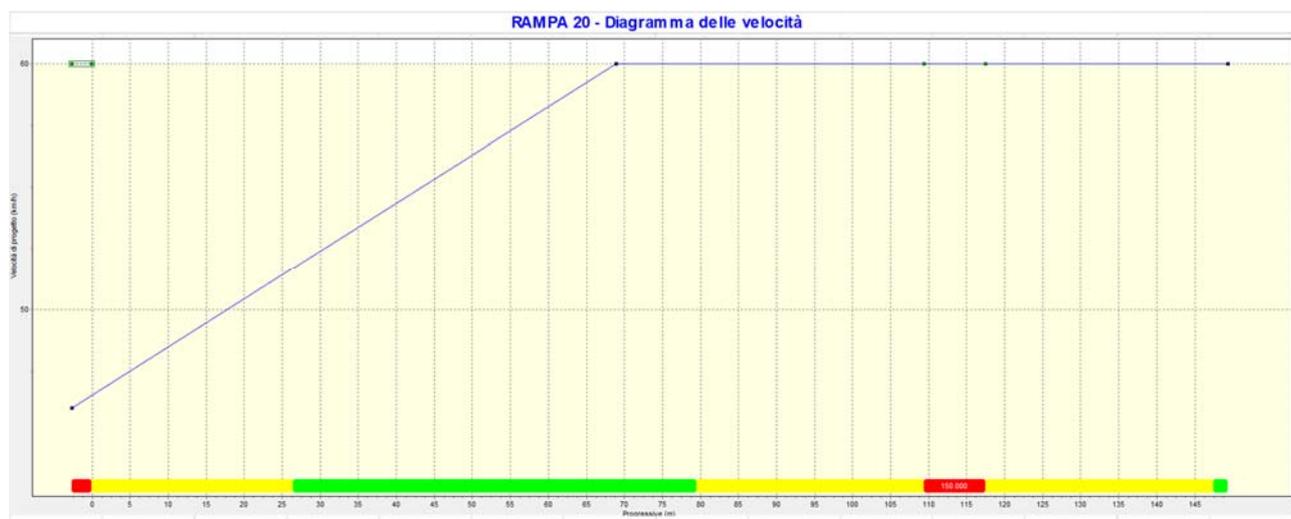
Dati generali	Minimo	Massimo	
Tipo di strada: Rampa - Curvilinea semidiretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro)			
Larghezza semicarreggiata (m)	4.00		
Velocità progetto (Km/h)	40	60	
Livelletta n°1 - Pendenza (h/b):0.216%	Pend. Max		Parametri
Progressiva			-10.00
Pendenza massima (+/- h/b):	5.000%		
Livelletta in normativa	0.216%		
Parabola n°1 - Raggio (m):1260.00 - Lunghezza (m):97.477 - K:12.600 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva			16.84
Distanza utilizzata			60.02
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			60
Raggio minimo da normativa	1000.00		
Raggio minimo da visibilità	1164.07		
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	462.96		
Parabola in normativa	1260.00		
Livelletta n°2 - Pendenza (h/b):7.952%	Pend. Max		Parametri
Progressiva			114.32
Pendenza massima (+/- h/b):	5.000%		
Livelletta in normativa (*)	7.952%		

(*) Elemento in normativa secondo i criteri di flessibilità ammessi

8.7 RAMPA 20

8.7.1 Diagramma delle velocità

Il diagramma delle velocità è riportato nella figura seguente.



Il diagramma di velocità di cui sopra è stato impostato con $V_p=46$ km/h a progr. 0,00 in congruenza con il diagramma di velocità della Rampa 21.

8.7.2 Verifica andamento planimetrico

La verifica dell'andamento planimetrico è riportata nella tabella seguente.

RAMPA 20 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo			
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia					
Asse: Rampa 20					
Tipo di strada: Rampa - Curvilinea semidiretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro)					
Larghezza semicarreggiata (m)	3.25				
Velocità progetto (Km/h)	40	60			
Raccordo n°1 - Raggio (m):123.50 - Lunghezza (m):2.65	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min		Parametri
Progressiva					-2.65
Velocità corrispondente al raggio (km/h)					47

RAMPA 20 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia Asse: Rampa 20 Tipo di strada: Rampa - Curvilinea semidiretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro)						
Larghezza semicarreggiata (m)	3.25					
Velocità progetto (Km/h)	40	60				
Raggio minimo	45.00					
Valori minimi/massimi da normativa	45.00					
Raccordo in normativa	123.50					
Clotoide n°1 - Parametro A:57.127 - Lunghezza (m):26.43	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva						0.00
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						52
Fattore di forma					1.000	
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	40.356					
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	52.881					
Criterio ottico	41.167					
Criterio ottico		123.500				
Valori minimi/massimi da normativa	52.881	123.500				
Clotoide in normativa	57.127		26.43		1.000	
Clotoide n°2 - Parametro A:67.000 - Lunghezza (m):29.93	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva						79.49
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						60
Fattore di forma					1.000	
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	55.023					
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	65.221					
Criterio ottico	50.000					
Criterio ottico		150.000				
Clotoide rettilfo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza				1.000		
Valori minimi/massimi da normativa	65.221	150.000				
Clotoide in normativa	67.000		29.93		1.000	
Raccordo n°2 - Raggio (m):150.00 - Lunghezza (m):8.07	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva						109.42
Velocità corrispondente al raggio (km/h)						60
Raggio minimo	45.00					
Valori minimi/massimi da normativa	45.00					
Raccordo in normativa	150.00					
Clotoide n°3 - Parametro A:67.000 - Lunghezza (m):29.93	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva						117.49
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						60
Fattore di forma					1.000	
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	55.023					
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	65.221					
Criterio ottico	50.000					
Criterio ottico		150.000				
Clotoide rettilfo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza				1.000		
Valori minimi/massimi da normativa	65.221	150.000				
Clotoide in normativa	67.000		29.93		1.000	

8.7.3 Verifica andamento altimetrico

La verifica dell'andamento altimetrico è riportata nella tabella seguente.

RAMPA 20 - Verifica andamento altimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo	
Tipo di strada: Rampa - Curvilinea semidiretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro)			
Larghezza semicarreggiata (m)	3.25		
Velocità progetto (Km/h)	40	60	
Livellotta n°1 - Pendenza (h/b):-0.146%	Pend. Max		Parametri
Progressiva			0.00
Pendenza massima (+/- h/b):	6.000%		
Livellotta in normativa	-0.146%		
Parabola n°1 - Raggio (m):3000.00 - Lunghezza (m):17.115 - K:30.000 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri

RAMPA 20 - Verifica andamento altimetrico

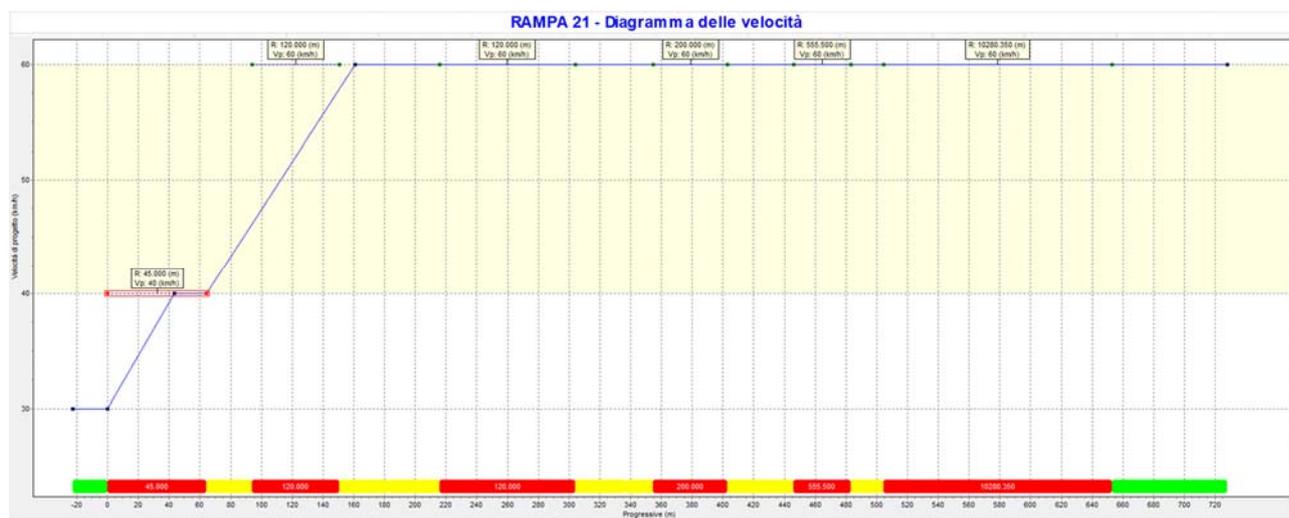
Dati generali	Minimo	Massimo	
Tipo di strada: Rampa - Curvilinea semidiretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro)			
Larghezza semicarreggiata (m)	3.25		
Velocità progetto (Km/h)	40	60	
Progressiva			9.49
Distanza utilizzata			50.79
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			52
Raggio minimo da normativa	800.00		
Raggio minimo da visibilità	0.00		
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	344.03		
Parabola in normativa	3000.00		
Livelletta n°2 - Pendenza (h/b):0.424%	Pend. Max		Parametri
Progressiva			26.60
Pendenza massima (+/- h/b):	5.000%		
Livelletta in normativa	0.424%		
Parabola n°2 - Raggio (m):1260.00 - Lunghezza (m):94.854 - K:12.600 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva			40.28
Distanza utilizzata			59.98
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			60
Raggio minimo da normativa	1000.00		
Raggio minimo da visibilità	1163.04		
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	462.96		
Parabola in normativa	1260.00		
Livelletta n°3 - Pendenza (h/b):7.952%	Pend. Max		Parametri
Progressiva			135.13
Pendenza massima (+/- h/b):	5.000%		
Livelletta in normativa (*)	7.952%		

(*) Elemento in normativa secondo i criteri di flessibilità ammessi

8.8 RAMPA 21

8.8.1 Diagramma delle velocità

Il diagramma delle velocità è riportato nella figura seguente.



Il diagramma delle velocità di cui sopra è da intendersi valido per la Rampa 21 nel tratto da progr. 0,00 a progr. 402,84.

Il diagramma di velocità di cui sopra è stato impostato con $V_p=30$ km/h in corrispondenza della connessione con Rotatoria Via Armenise.

8.8.2 Verifica andamento planimetrico

La verifica dell'andamento planimetrico è riportata nella tabella seguente.

RAMPA 21 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia Asse: Rampa 21 Tipo di strada: Rampa - Curvilinea diretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro) Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	3.50 40	60				
Raccordo n°1 - Raggio (m):45.00 - Lunghezza (m):64.41	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva Velocità corrispondente al raggio (km/h) Raggio minimo Valori minimi/massimi da normativa Raccordo in normativa	45.00 45.00 45.00					0.00
Clotoide n°1 - Parametro A:46.044 - Lunghezza (m):29.45	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico Clotoide di continuità (R2<R1). A>=R1/3 Criterio ottico Clotoide di continuità (R2<R1). A<=R2 Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa (*)	41.522 20.986 40.000 40.000 41.522 46.044	120.000 45.000 45.000	29.45	1.000		64.41 46
Raccordo n°2 - Raggio (m):120.00 - Lunghezza (m):56.74	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva Velocità corrispondente al raggio (km/h) Raggio minimo Valori minimi/massimi da normativa Raccordo in normativa	45.00 45.00 120.00					93.85 58
Clotoide n°2 - Parametro A:62.500 - Lunghezza (m):32.55	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico Clotoide di flessione simmetrica (R2<R1). A>=R1/3 Criterio ottico Clotoide di flessione simmetrica (R2<R1). A<=R2 Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa	62.394 52.647 40.000 40.000 62.394 62.500	120.000 120.000 120.000	32.55	1.000		150.59 60
Clotoide n°3 - Parametro A:62.500 - Lunghezza (m):32.55	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico Clotoide di flessione simmetrica (R2<R1). A>=R1/3 Criterio ottico Clotoide di flessione simmetrica (R2<R1). A<=R2 Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa	62.394 52.647 40.000 40.000 62.394 62.500	120.000 120.000 120.000	32.55	1.000		183.14 60
Raccordo n°3 - Raggio (m):120.00 - Lunghezza (m):88.50	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva Velocità corrispondente al raggio (km/h) Raggio minimo Valori minimi/massimi da normativa Raccordo in normativa	45.00 45.00 120.00		88.50			215.69 60
Clotoide n°4 - Parametro A:62.500 - Lunghezza (m):32.55	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico Clotoide di flessione asimmetrica (R2<R1). A>=R2/3 Criterio ottico Clotoide di flessione asimmetrica (R2<R1). A<=R2 Clotoide di flessione. 2/3<=A1/A2<=3/2. A1/A2 in tolleranza Valori minimi/massimi da normativa	62.394 52.647 40.000 40.000 62.394	120.000 120.000 120.000		0.960		304.20 60

RAMPA 21 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia Asse: Rampa 21 Tipo di strada: Rampa - Curvilinea diretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro) Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	3.50 40	60				
Clotoide in normativa	62.500		32.55		1.000	
Clotoide n°5 - Parametro A:60.000 - Lunghezza (m):18.00	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli <i>Criterio ottico</i> <i>Clotoide di flesso asimmetrica (R2<R1). A>=R1/3</i> Criterio ottico Clotoide di flesso asimmetrica (R2<R1). A<=R1 Clotoide di flesso. 2/3<=A1/A2<=3/2. A1/A2 in tolleranza Valori minimi/massimi da normativa	59.716 57.721 66.667 66.667	200.000 200.000		0.960	1.000	336.75 60
Clotoide in normativa (*)	66.667 60.000	200.000	18.00		1.000	
Raccordo n°4 - Raggio (m):200.00 - Lunghezza (m):48.09	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva Velocità corrispondente al raggio (km/h) Raggio minimo Valori minimi/massimi da normativa	45.00 45.00					354.75 60
Raccordo in normativa	200.00					

(*) Elemento in normativa secondo i criteri di flessibilità ammessi

8.8.3 Verifica andamento altimetrico

La verifica dell'andamento altimetrico è riportata nella tabella seguente.

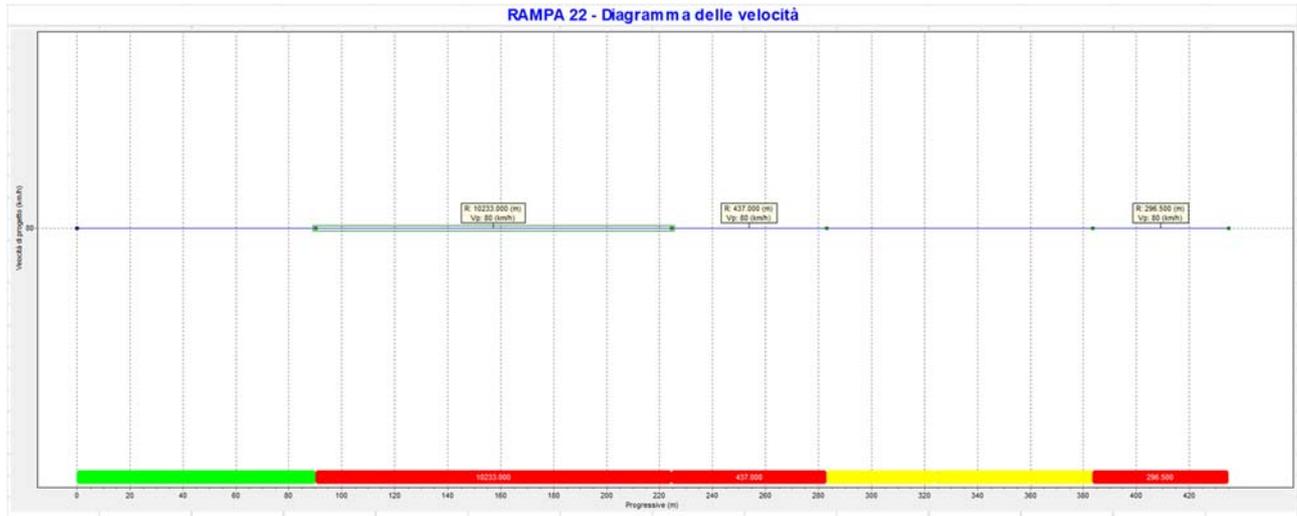
RAMPA 21 - Verifica andamento altimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo		
Tipo di strada:Rampa - Curvilinea diretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro) Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	3.50 40	60		
Livelletta n°1 - Pendenza (h/b):-1.970%	Pend. Max			Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	6.000% -1.970%			-0.92
Parabola n°1 - Raggio (m):3000.00 - Lunghezza (m):54.583 - K:30.000 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min		Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da normativa Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	500.00 602.61 205.76 3000.00			6.19 37.22 40
Livelletta n°2 - Pendenza (h/b):-0.150%	Pend. Max			Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	6.000% -0.150%			60.77
Parabola n°2 - Raggio (m):5000.00 - Lunghezza (m):42.238 - K:50.000 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min		Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da normativa Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	1000.00 0.00 462.96 5000.00			186.18 61.60 60
Livelletta n°3 - Pendenza (h/b):0.694%	Pend. Max			Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% 0.694%			228.42

8.9 RAMPA 22

8.9.1 Diagramma delle velocità

Il diagramma delle velocità è riportato nella figura seguente.



Il diagramma delle velocità di cui sopra è da intendersi valido per la Rampa 22 nel tratto da progr. 224,46 a progr. 434,87.

8.9.2 Verifica andamento planimetrico

La verifica dell'andamento planimetrico è riportata nella tabella seguente.

RAMPA 22 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia Asse: Rampa 22 Tipo di strada: Rampa - Curvilinea diretta (A/A, A/B, B/A) Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	3.75 50	80				
Raccordo n°2 - Raggio (m):437.00 - Lunghezza (m):58.53	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva Velocità corrispondente al raggio (km/h) Raggio minimo Valori minimi/massimi da normativa	75.00 75.00					224.46 80
Raccordo in normativa	437.00		58.53			
Clotoide n°1 - Parametro A:133.190 - Lunghezza (m):40.59	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico Clotoide di flesso simmetrica (R2<R1). A>=R1/3 Criterio ottico Clotoide di flesso simmetrica (R2<R1). A<=R2 Valori minimi/massimi da normativa	99.883 97.770 145.667 145.667	437.000 296.500		1.000		282.99 80
Clotoide in normativa (*)	145.667 133.190	296.500 296.500	40.59		1.000	
Clotoide n°2 - Parametro A:133.190 - Lunghezza (m):59.83	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico Clotoide di flesso simmetrica (R2<R1). A>=R1/3 Criterio ottico Clotoide di flesso simmetrica (R2<R1). A<=R2	104.629 91.172 98.833 145.667	296.500 296.500		1.000		323.58 80

RAMPA 22 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia Asse: Rampa 22 Tipo di strada: Rampa - Curvilinea diretta (A/A, A/B, B/A) Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	3.75 50	80				
Valori minimi/massimi da normativa Clotoide in normativa (*)	145.667 133.190	296.500	59.83		1.000	
Raccordo n°3 - Raggio (m):296.50 - Lunghezza (m):51.45	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva Velocità corrispondente al raggio (km/h) Raggio minimo Valori minimi/massimi da normativa Raccordo in normativa	75.00 75.00 296.50					383.41 80

(*) Elemento in normativa secondo i criteri di flessibilità ammessi

8.9.3 Verifica andamento altimetrico

La verifica dell'andamento altimetrico è riportata nella tabella seguente.

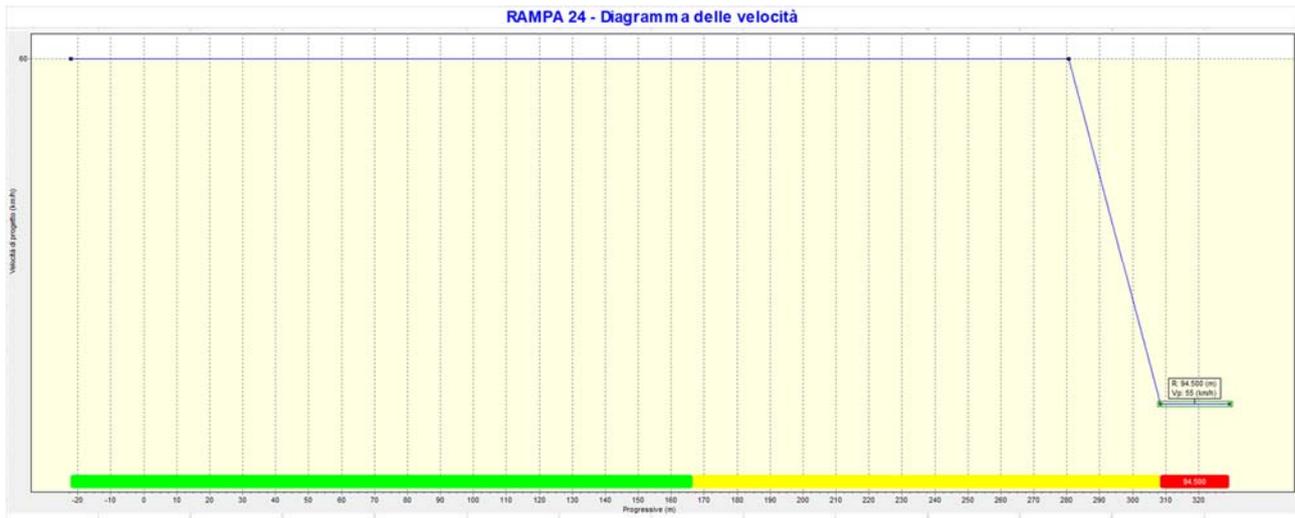
RAMPA 22 - Verifica andamento altimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo		
Tipo di strada: Rampa - Curvilinea diretta (A/A, A/B, B/A) Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	3.75 50	80		
Livelletta n°1 - Pendenza (h/b):-0.060%	Pend. Max			Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	6.000% -0.060%			224.21
Parabola n°1 - Raggio (m):4000.00 - Lunghezza (m):33.615 - K:40.000 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min		Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da normativa Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	2000.00 0.00 823.05 4000.00			233.01 92.73 80
Livelletta n°2 - Pendenza (h/b):0.780%	Pend. Max			Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% 0.780%			266.62
Parabola n°2 - Raggio (m):4000.00 - Lunghezza (m):59.370 - K:40.000 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min		Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da normativa Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	4000.00 0.00 823.05 4000.00			283.07 92.43 80
Livelletta n°3 - Pendenza (h/b):-0.704%	Pend. Max			Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	6.000% -0.704%			342.44

8.10 RAMPA 24

8.10.1 Diagramma delle velocità

Il diagramma delle velocità è riportato nella figura seguente.



8.10.2 Verifica andamento planimetrico

La verifica dell'andamento planimetrico è riportata nella tabella seguente.

RAMPA 24 - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia Asse: Rampa 24 Tipo di strada: Rampa - Curvilinea diretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro) Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	4.00 40	60				
Clotoide n°1 - Parametro A:115.723 - Lunghezza (m):141.71	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico <i>Criterio ottico</i> Valori minimi/massimi da normativa	61.352 54.704 31.500 61.352	 94.500	 141.71	 1.000	 1.000	166.60 60
Clotoide in normativa (*)	115.723		141.71		1.000	
Raccordo n°1 - Raggio (m):94.50 - Lunghezza (m):21.03	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva Velocità corrispondente al raggio (km/h) Raggio minimo Valori minimi/massimi da normativa	 45.00 45.00					308.31 55
Raccordo in normativa	94.50					

(*) Elemento in normativa secondo i criteri di flessibilità ammessi

8.10.3 Verifica andamento altimetrico

La verifica dell'andamento altimetrico è riportata nella tabella seguente.

RAMPA 24 - Verifica andamento altimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo	
Tipo di strada:Rampa - Curvilinea diretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro) Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	4.00 40	60	
Livelletta n°1 - Pendenza (h/b):1.708%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	5.000% 1.708%		-22.14
Parabola n°1 - Raggio (m):15000.00 - Lunghezza (m):35.284 - K:150.000 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da normativa	 2000.00		38.27 61.03 60

RAMPA 24 - Verifica andamento altimetrico

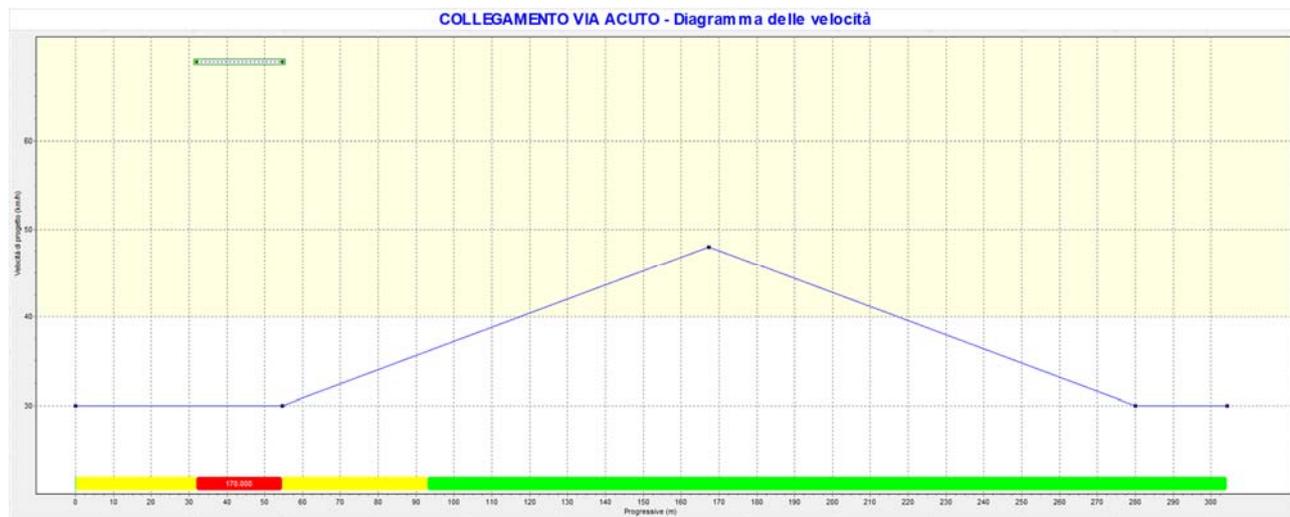
Dati generali	Minimo	Massimo	
Tipo di strada: Rampa - Curvilinea diretta (A/C, B/B, C/A, C/B, altro)			
Larghezza semicarreggiata (m)	4.00		
Velocità progetto (Km/h)	40	60	
Raggio minimo da visibilità	0.00		
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	462.96		
Parabola in normativa	15000.00		
Livelletta n°2 - Pendenza (h/b):1.472%	Pend. Max		Parametri
Progressiva			73.56
Pendenza massima (+/- h/b):	5.000%		
Livelletta in normativa	1.472%		
Parabola n°2 - Raggio (m):1260.00 - Lunghezza (m):58.576 - K:12.600 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva			182.72
Distanza utilizzata			60.14
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			60
Raggio minimo da normativa	1000.00		
Raggio minimo da visibilità	1153.19		
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	462.96		
Parabola in normativa	1260.00		
Livelletta n°3 - Pendenza (h/b):6.121%	Pend. Max		Parametri
Progressiva			241.29
Pendenza massima (+/- h/b):	5.000%		
Livelletta in normativa (*)	6.121%		
Parabola n°3 - Raggio (m):2000.00 - Lunghezza (m):22.426 - K:20.000 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva			304.78
Distanza utilizzata			53.95
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			56
Raggio minimo da normativa	1800.00		
Raggio minimo da visibilità	0.00		
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	398.06		
Parabola in normativa	2000.00		
Livelletta n°4 - Pendenza (h/b):5.000%	Pend. Max		Parametri
Progressiva			327.21
Pendenza massima (+/- h/b):	5.000%		
Livelletta in normativa	5.000%		

(*) Elemento in normativa secondo i criteri di flessibilità ammessi

9 COLLEGAMENTO VIA ACUTO

9.1 DIAGRAMMA DELLE VELOCITA'

Il diagramma delle velocità è riportato nella figura seguente.



Il diagramma di velocità di cui sopra è stato impostato con $V_p=30$ km/h in corrispondenza della connessione con Rotatoria Via Armenise ed in corrispondenza dell'innesto con la viabilità esistente.

9.2 VERIFICA ANDAMENTO PLANIMETRICO

La verifica dell'andamento planimetrico è riportata nella tabella seguente.

COLLEGAMENTO VIA ACUTO - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia Asse: Collegamento Via Acuto Tipo di strada: F2 - Locali Extraurbane Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	3.25 40	100				
Clotoide n°1 - Parametro A:73.500 - Lunghezza (m):31.78	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli Criterio ottico Criterio ottico Clotoide rettifilo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza Valori minimi/massimi da normativa	18.560 37.639 56.667 56.667	170.000 170.000		0.907	1.000	0.24 30
Clotoide in normativa	73.500		31.78		1.000	
Raccordo n°1 - Raggio (m):170.00 - Lunghezza (m):22.57	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo in funzione della velocità Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione Valori minimi/massimi da normativa	44.99 44.99		20.83 20.83			32.02 30
Raccordo in normativa	170.00		22.57			
Clotoide n°2 - Parametro A:81.000 - Lunghezza (m):38.59	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
Progressiva Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Fattore di forma Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	26.959 41.320				1.000	54.58 36

COLLEGAMENTO VIA ACUTO - Verifica andamento planimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo			
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia Asse: Collegamento Via Acuto Tipo di strada: F2 - Locali Extraurbane Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	3.25 40	100			
Criterio ottico Criterio ottico Clotoide rettililo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza Valori minimi/massimi da normativa	56.667 56.667	170.000 170.000		1.102	
Clotoide in normativa	81.000		38.59	1.000	
Rettilifo n°2 - Lunghezza (m):211.10	Lung. Min	Lung. Max			Parametri
Progressiva Lunghezza minima (m) Lunghezza massima (m) Valori minimi/massimi da normativa	37.98 37.98	2200.00 2200.00			93.18
Rettilifo in normativa	211.10				

9.3 VERIFICA ANDAMENTO ALTIMETRICO

La verifica dell'andamento altimetrico è riportata nella tabella seguente.

COLLEGAMENTO VIA ACUTO - Verifica andamento altimetrico

Dati generali	Minimo	Massimo	
Tipo di strada:F2 - Locali Extraurbane Larghezza semicarreggiata (m) Velocità progetto (Km/h)	3.25 40	100	
Livelletta n°1 - Pendenza (h/b):-0.609%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	10.000% -0.609%		0.00
Parabola n°1 - Raggio (m):5000.00 - Lunghezza (m):44.990 - K:50.000 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	312.29 152.95 5000.00		37.72 34.11 34
Livelletta n°2 - Pendenza (h/b):-1.509%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	10.000% -1.509%		82.71
Parabola n°2 - Raggio (m):2000.00 - Lunghezza (m):70.192 - K:20.000 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva Distanza utilizzata Velocità utilizzata per la verifica (km/h) Raggio minimo da visibilità Raggio minimo comfort accelerazione verticale Parabola in normativa	735.87 222.15 2000.00		207.51 42.86 42
Livelletta n°3 - Pendenza (h/b):2.001%	Pend. Max		Parametri
Progressiva Pendenza massima (+/- h/b): Livelletta in normativa	10.000% 2.001%		277.70

10 CORSIE SPECIALIZZATE DI DIVERSIONE

La verifica dei tratti specializzati di diversione, svolti sulla base dei criteri progettuali di cui al par. 3.8, è riportato di seguito.

10.1 Verifica tratto specializzato “Diversione da GRA Carreggiata Interna e collegamento con Tratto 1” (Rampa 2)

La verifica del tratto specializzato di diversione relativo alla manovra “Diversione da GRA Carreggiata Interna e collegamento con Tratto 1” è riportata nella tabella seguente.

Rampa 2

1 Diversione da GRA Carreggiata Interna e collegamento con Tratto 1						
Calcolo lunghezza tratto di manovra (L1)						
Vi [km/h]	L1 min [m]	L1 [m]				
140	90	90,00				
Vi = velocità di ingresso sul tronco di manovra L1 min= lunghezza minima del tronco di manovra L1= lunghezza impiegata del tronco di manovra						
Calcolo lunghezza tronco di decelerazione (Ldec) e tronco parallelo (L2)						
Vi [km/h]	Rf [m]	Vr [km/h]	a [m/s²]	Ldec min [m]	L2 min [m]	L2 [m]
140	2052,72	100	3	123,46	78,46	150,00
Vi = velocità di ingresso sul tronco di manovra Rf = raggio della curva circolare successiva al tratto parallelo Vr = velocità di percorrenza della curva circolare successiva al tratto parallelo a = decelerazione assunta per la manovra $L_{dec\ min} = \text{lunghezza minima del tronco di decelerazione} = [(Vi/3,6)^2 - (Vr/3,6)^2] / (2 \cdot a)$ $L2\ min = \text{lunghezza minima del tronco parallelo} = L_{dec\ min} - L1/2$ L2 = lunghezza impiegata del tronco parallelo						
Calcolo lunghezza curva a raggio variabile (L3)						
L3 min [m]	L3 [m]					
-	-					
L3 min = lunghezza minima della curva a raggio variabile = $(0,021 \cdot Vr^2)/Rf$ L3 = lunghezza impiegata della curva a raggio variabile						

10.2 Verifica tratto specializzato “Diversione da Tratto 4 e collegamento con Tratto 5” (Rampa 10)

La verifica del tratto specializzato di diversione relativo alla manovra “Diversione da Tratto 4 e collegamento con Tratto 5” è riportata nella tabella seguente.

Rampa 10

2 Diversione da Tratto 4 e collegamento con Tratto 5		
Calcolo lunghezza tratto di manovra (L1)		
Vi [km/h]	L1 min [m]	L1 [m]
100	75	75,00
Vi = velocità di ingresso sul tronco di manovra L1 min= lunghezza minima del tronco di manovra L1= lunghezza impiegata del tronco di manovra		
Calcolo lunghezza tronco di decelerazione (Ldec) e tronco parallelo (L2)		

Rampa 10

2 Diversione da Tratto 4 e collegamento con Tratto 5						
Vi [km/h]	Rf [m]	Vr [km/h]	a [m/s ²]	Ldec min [m]	L2 min [m]	L2 [m]
100	500	60	3	82	45	193,80
Vi = velocità di ingresso sul tronco di manovra Rf = raggio della curva circolare successiva al tratto parallelo Vr = velocità di percorrenza della curva circolare successiva al tratto parallelo a = decelerazione assunta per la manovra $L_{dec\ min} = \text{lunghezza minima del tronco di decelerazione} = [(V_i/3,6)^2 - (V_r/3,6)^2] / (2 \cdot a)$ $L_{2\ min} = \text{lunghezza minima del tronco parallelo} = L_{dec\ min} - L_1/2$ L2 = lunghezza impiegata del tronco parallelo						
Calcolo lunghezza curva a raggio variabile (L3)						
L3 min [m]	L3 [m]					
11,43	15,88					
L3 min = lunghezza minima della curva a raggio variabile = $(0,021 \cdot V_r^2)/R_f$ L3 = lunghezza impiegata della curva a raggio variabile						

10.3 Verifica tratto specializzato “Diversione da GRA Carreggiata Esterna e collegamento con Tratto 8” (Rampa 22)

La verifica del tratto specializzato di diversione relativo alla manovra “Diversione da GRA Carreggiata Esterna e collegamento con Tratto 8” è riportata nella tabella seguente.

Rampa 22

3 Diversione da GRA Carreggiata Esterna e collegamento con Tratto 8						
Calcolo lunghezza tratto di manovra (L1)						
Vi [km/h]	L1 min [m]	L1 [m]				
140	90	90				
Vi = velocità di ingresso sul tronco di manovra L1 min = lunghezza minima del tronco di manovra L1 = lunghezza impiegata del tronco di manovra						
Calcolo lunghezza tronco di decelerazione (Ldec) e tronco parallelo (L2)						
Vi [km/h]	Rf [m]	Vr [km/h]	a [m/s ²]	Ldec min [m]	L2 min [m]	L2 [m]
140	437	80	3	170	125	134,50
Vi = velocità di ingresso sul tronco di manovra Rf = raggio della curva circolare successiva al tratto parallelo Vr = velocità di percorrenza della curva circolare successiva al tratto parallelo a = decelerazione assunta per la manovra $L_{dec\ min} = \text{lunghezza minima del tronco di decelerazione} = [(V_i/3,6)^2 - (V_r/3,6)^2] / (2 \cdot a)$ $L_{2\ min} = \text{lunghezza minima del tronco parallelo} = L_{dec\ min} - L_1/2$ L2 = lunghezza impiegata del tronco parallelo						
Calcolo lunghezza curva a raggio variabile (L3)						
L3 min [m]	L3 [m]					
41,33	43,29					
L3 min = lunghezza minima della curva a raggio variabile = $(0,021 \cdot V_r^2)/R_f$ L3 = lunghezza impiegata della curva a raggio variabile						

11 CORSIE SPECIALIZZATE DI IMMISSIONE

La verifica dei tratti specializzati di immissione, svolti sulla base dei criteri progettuali di cui al par. 3.9, è riportata di seguito.

11.1 Verifica tratto specializzato “Collegamento Svincolo “Tiburtina” ed immissione in Tratto 4” (Rampa 7)

11.1.1 Metodo semi-empirico

La verifica del tratto specializzato di immissione relativo a alla manovra “Collegamento Svincolo “Tiburtina” ed immissione in Tratto 4”, svolta con il metodo semi-empirico, è riportata nella tabella seguente.

Rampa 7					
Collegamento Svincolo "Tiburtina" ed immissione in Tratto 4					
Calcolo lunghezza minima tratto di accelerazione (L1 min)					
Rf [m]	Vr [km/h]	Vp [km/h]	Vf [km/h]	a [m/s ²]	L1 min [m]
27,50	30	100	80	1	212,19
Rf = raggio della curva circolare precedente il tronco di accelerazione Vr = velocità di percorrenza della curva circolare precedente il tronco di accelerazione Vp = velocità di progetto dell'asta principale Vf = 80% Vp a = accelerazione assunta per la manovra L1 min = lunghezza minima del tronco di accelerazione = $[(Vp/3,6)^2 - (Vr/3,6)^2] / (2 \cdot a)$					
Calcolo flusso della corrente principale nella quale avviene l'immissione (portata di progetto sulla corsia esterna)					
Vlegg [veicoli/h]	Vpes [veicoli/h]	%legg cor est	%pes cor est	Ceq	Q1 [veicoli equiv/h]
508	12	100%	100%	2,5	538
Vlegg = flusso dei veicoli leggeri della corrente principale Vpes = flusso dei veicoli pesanti della corrente principale %legg corsia esterna = percentuale veicoli leggeri sulla corsia esterna %pes corsia esterna = percentuale veicoli pesanti sulla corsia esterna Ceq = coefficienti di equivalenza veicoli pesanti Q1 = flusso della corrente principale nella quale avviene l'immissione (portata di progetto sulla corsia esterna) = $[(Vlegg \cdot \%legg \text{ cor est}) + (Vlegg \cdot \%legg \text{ cor est}) \cdot Ceq]$					
Calcolo lunghezza minima tratto di immissione (L2 min)					
Q1 [veicoli equiv/h]	Vp [km/h]	Vf [km/h]	L2 min [m]		
538	100	80	0,00		
Q1 = flusso della corrente principale nella quale avviene l'immissione (portata di progetto sulla corsia esterna) Vp = velocità di progetto dell'asta principale Vf = 80%Vp L2 min = $((Q1 - 700) / 100) \cdot Vf$ = lunghezza minima del tronco di immissione (necessario per Q1>700 veq/h)					
Calcolo lunghezza minima tratto complessivo di immissione (L1 min + L2 min) e confronto con lunghezza impiegata tratto complessivo di immissione (L1 + L2)					
L1 min [m]	L2 min [m]	(L1 min + L2 min) [m]	(L1 + L2) [m]		
212,19	0,00	212,19	253,11		
L1 min = lunghezza minima del tronco di accelerazione L2 min = lunghezza minima del tronco di immissione (L1 min + L2 min) = lunghezza minima del tratto complessivo di immissione (L1 + L2) = lunghezza impiegata del tratto complessivo di immissione					
Calcolo lunghezza tratto parallelo (Lp)					
L1 [m]	Lc [m]	Lp [m]			
212,19	20,01	192,18			
L1 = lunghezza del tronco di accelerazione					

Rampa 7

Collegamento Svincolo "Tiburtina" ed immissione in Tratto 4			
Lc = lunghezza della curva a raggio variabile Lp = lunghezza del tratto parallelo = (L1 - Lc)			
Calcolo lunghezza tratto disponibile di immissione (L2)			
(L1 + L2) [m]	Lc [m]	Lp [m]	L2 [m]
253,11	20,01	192,18	40,92
(L1 + L2) = lunghezza impiegata del tratto complessivo di immissione Lc = lunghezza della curva a raggio variabile Lp = lunghezza del tratto parallelo L2 = lunghezza del tratto disponibile di immissione = [(L1 + L2) - Lc - Lp]			
Calcolo lunghezza complessiva del tratto parallelo e del tratto disponibile in immissione (Lp + L2)			
Lp [m]	L2 [m]	(Lp + L2) [m]	
192,18	40,92	233,10	
Lp = lunghezza del tratto parallelo L2 = lunghezza del tratto disponibile di immissione (Lp + L2) = lunghezza complessiva del tratto parallelo e del tratto disponibile di immissione = (Lp + L2)			
Calcolo lunghezza minima tratto di raccordo (L3 min) e confronto con lunghezza tratto di raccordo (L3)			
Vp [km/h]	L3 min [m]	L3 [m]	
100	75	75,00	
Vp = velocità di progetto dell'asta principale L3 min = lunghezza minima del tronco di raccordo L3 = lunghezza impiegata del tronco di raccordo			

11.1.2 Metodo probabilistico

La verifica del tratto specializzato di immissione relativo alla manovra "Collegamento Svincolo "Tiburtina" ed immissione in Tratto 4", svolta con il metodo probabilistico, è riportata nella tabella seguente.

Rampa 7

Collegamento Svincolo "Tiburtina" ed immissione in Tratto 4				
Verifica lunghezza corsia di attesa				
Q [veicoli/h]	λ			
538	0,15			
Q = numero orario di veicoli in transito sulla corrente principale I = valore medio degli arrivi nell'unità di tempo = Q / 3600				
R [m]	V _R [km/h]	L _c [m]	a [m/s ²]	V _E [km/h]
27,5	30	20,01	1	37,67
R = raggio dell'ultima curva circolare della rampa in immissione V _R = velocità di percorrenza dell'ultima curva circolare della rampa in immissione L _c = sviluppo clotoide a = accelerazione longitudinale V _E = velocità di ingresso nel tratto parallelo = [(2 · a · L _c) + (V _R /3,6) ²] ^{0,5} · 3,6				
V [km/h]	V _E [km/h]	a _c [m/s ²]	δ [s]	T [s]
100	37,67	1,2	1	9,21
V = velocità della corrente veicolare principale V _E = velocità di percorrenza del tratto parallelo da parte dei veicoli in attesa a _c = accelerazione longitudinale δ = distanza temporale di sicurezza fra due veicoli consecutivi T = intervallo critico = [(V/3,6) - (V _E /3,6)] / (2 · a _c) + (2 · d)				
K	P _K (τ ≥ T)	t _K [s]	L _K [m]	
1	25%	9,21	96,41	
2	44%	9,21	96,41	
3	58%	13,38	140,02	

Rampa 7

Collegamento Svincolo "Tiburtina" ed immissione in Tratto 4			
4	69%	20,07	210,03
5	77%	26,77	280,05
<p>K = numero di eventi "passaggi di veicoli consecutivi sulla corsia di marcia della strada principale"</p> <p>$P_K(\tau \geq T)$ = probabilità che in corrispondenza dell'evento K-esimo il distanziamento temporale τ sia maggiore dell'intervallo critico T:</p> <p>$P_K = e^{-\lambda T}$ per $K=1$</p> <p>$P_K = [P_{K-1} + (1-P_{K-1}) \cdot P_1]$ per $K>1$</p> <p>t_K = tempo di attesa associato all'evento K-esimo</p> <p>$t_K = T$ per $K=1$</p> <p>$t_K = (K-1) / I$ per $K > 1$</p> <p>L_K = lunghezza della corsia di attesa associata all'evento K-esimo = $V_E \cdot t_K$</p>			
L_{attesa} [m]	$P_K(\tau \geq T)$		
233,10	69% < P < 77%		
<p>L_{attesa} = lunghezza della corsia di attesa</p> <p>$P(\tau \geq T)$ = probabilità che il distanziamento temporale τ sia maggiore dell'intervallo critico T associata alla lunghezza della corsia di attesa</p> <p>L_{attesa}</p>			

11.2 Verifica tratto specializzato "Collegamento Tratto 4 ed immissione in GRA Carreggiata Interna" (Rampa 11)

11.2.1 Metodo semi-empirico

La verifica del tratto specializzato di immissione relativo alla manovra "Collegamento Tratto 4 ed immissione in GRA Carreggiata Interna", svolta con il metodo semi-empirico, è riportata nella tabella seguente.

Rampa 11

Collegamento Tratto 4 ed immissione in GRA Carreggiata Interna					
Calcolo lunghezza minima tratto di accelerazione (L1 min)					
R_f [m]	V_r [km/h]	V_p [km/h]	V_f [km/h]	a [m/s ²]	$L1 \text{ min}$ [m]
2304,71	100	140	112	1	98,15
<p>R_f = raggio della curva circolare precedente il tronco di accelerazione</p> <p>V_r = velocità di percorrenza della curva circolare precedente il tronco di accelerazione</p> <p>V_p = velocità di progetto dell'asta principale</p> <p>$V_f = 80\% V_p$</p> <p>a = accelerazione assunta per la manovra</p> <p>$L1 \text{ min}$ = lunghezza minima del tronco di accelerazione = $[(V_p/3,6)^2 - (V_r/3,6)^2] / (2 \cdot a)$</p>					
Calcolo flusso della corrente principale nella quale avviene l'immissione (portata di progetto sulla corsia esterna)					
V_{legg} [veicoli/h]	V_{pes} [veicoli/h]	%legg cor est	%pes cor est	C_{eq}	$Q1$ [veicoli equiv/h]
2275	77	30%	30%	2,5	740
<p>V_{legg} = flusso dei veicoli leggeri della corrente principale</p> <p>V_{pes} = flusso dei veicoli pesanti della corrente principale</p> <p>%legg corsia esterna = percentuale veicoli leggeri sulla corsia esterna</p> <p>%pes corsia esterna = percentuale veicoli pesanti sulla corsia esterna</p> <p>C_{eq} = coefficienti di equivalenza veicoli pesanti</p> <p>$Q1$ = flusso della corrente principale nella quale avviene l'immissione (portata di progetto sulla corsia esterna) = $[(V_{legg} \cdot \%legg \text{ cor est}) + (V_{pes} \cdot \%pes \text{ cor est})] \cdot C_{eq}$</p>					
Calcolo lunghezza minima tratto di immissione (L2 min)					
$Q1$ [veicoli equiv/h]	V_p [km/h]	V_f [km/h]	$L2 \text{ min}$ [m]		
740	140	112	12,5		
<p>$Q1$ = flusso della corrente principale nella quale avviene l'immissione (portata di progetto sulla corsia esterna)</p> <p>V_p = velocità di progetto dell'asta principale</p> <p>$V_f = 80\% V_p$</p> <p>$L2 \text{ min} = ((Q1 - 700) / 100) \cdot V_f$ = lunghezza minima del tronco di immissione (necessario per $Q1 > 700$ veq/h)</p>					

Rampa 11

Collegamento Tratto 4 ed immissione in GRA Carreggiata Interna			
Calcolo lunghezza minima tratto complessivo di immissione (L1 min + L2 min) e confronto con lunghezza impiegata tratto complessivo di immissione (L1 + L2)			
L1 min [m]	L2 min [m]	(L1 min + L2 min) [m]	(L1 + L2) [m]
98	13	111	230,00
L1 min = lunghezza minima del tronco di accelerazione L2 min = lunghezza minima del tronco di immissione (L1 min + L2 min) = lunghezza minima del tratto complessivo di immissione (L1 + L2) = lunghezza impiegata del tratto complessivo di immissione			
Calcolo lunghezza tratto parallelo (Lp)			
L1 [m]	Lc [m]	Lp [m]	
98,15	0,00	98,15	
L1 = lunghezza del tronco di accelerazione Lc = lunghezza della curva a raggio variabile Lp = lunghezza del tratto parallelo = (L1 - Lc)			
Calcolo lunghezza tratto disponibile di immissione (L2)			
(L1 + L2) [m]	Lc [m]	Lp [m]	L2 [m]
230,00	0,00	98,15	131,85
(L1 + L2) = lunghezza impiegata del tratto complessivo di immissione Lc = lunghezza della curva a raggio variabile Lp = lunghezza del tratto parallelo L2 = lunghezza del tratto disponibile di immissione = [(L1 + L2) - Lc - Lp]			
Calcolo lunghezza complessiva del tratto parallelo e del tratto disponibile in immissione (Lp + L2)			
Lp [m]	L2 [m]	(Lp + L2) [m]	
98,15	131,85	230,00	
Lp = lunghezza del tratto parallelo L2 = lunghezza del tratto disponibile di immissione (Lp + L2) = lunghezza complessiva del tratto parallelo e del tratto disponibile di immissione = (Lp + L2)			
Calcolo lunghezza minima tratto di raccordo (L3 min) e confronto con lunghezza tratto di raccordo (L3)			
Vp [km/h]	L3 min [m]	L3 [m]	
140	75	75,00	
Vp = velocità di progetto dell'asta principale L3 min = lunghezza minima del tronco di raccordo L3 = lunghezza impiegata del tronco di raccordo			

11.2.2 Metodo probabilistico

La verifica del tratto specializzato di immissione relativo alla manovra “Collegamento Tratto 4 ed immissione in GRA Carreggiata Interna”, svolta con il metodo probabilistico, è riportata nella tabella seguente.

Rampa 11

Collegamento Tratto 4 ed immissione in GRA Carreggiata Interna				
Verifica lunghezza corsia di attesa				
Q [veicoli/h]	λ			
740	0,21			
Q = numero orario di veicoli in transito sulla corrente principale I = valore medio degli arrivi nell'unità di tempo = Q / 3600				
R [m]	V _R [km/h]	L _c [m]	a [m/s ²]	V _E [km/h]
2304,71	100	-	-	100,00
R = raggio dell'ultima curva circolare della rampa in immissione V _R = velocità di percorrenza dell'ultima curva circolare della rampa in immissione L _c = sviluppo clotoide a = accelerazione longitudinale V _E = velocità di ingresso nel tratto parallelo = [(2 · a · L _c) + (V _R /3,6) ²] ^{0,5} · 3,6				

Rampa 11

2

Collegamento Tratto 4 ed immissione in GRA Carreggiata Interna				
V [km/h]	V _E [km/h]	a _c [m/s ²]	δ [s]	T [s]
140	100	1,2	1	6,63
V = velocità della corrente veicolare principale V _E = velocità di percorrenza del tratto parallelo da parte dei veicoli in attesa a _c = accelerazione longitudinale δ = distanza temporale di sicurezza fra due veicoli consecutivi T = intervallo critico = $[(V/3,6) - (V_E/3,6)] / (2 \cdot a_c) + (2 \cdot d)$				
K	P _K (τ ≥ T)	t _K [s]	L _K [m]	
1	26%	6,63	184,16	
2	45%	6,63	184,16	
3	59%	9,73	270,18	
4	69%	14,59	405,27	
5	77%	19,45	540,36	
K = numero di eventi "passaggi di veicoli consecutivi sulla corsia di marcia della strada principale" P _K (τ ≥ T) = probabilità che in corrispondenza dell'evento K-esimo il distanziamento temporale t sia maggiore dell'intervallo critico T: $P_K = e^{-\lambda \tau}$ per K=1 $P_K = [P_{K-1} + (1-P_{K-1}) \cdot P_1]$ per K>1 t _K = tempo di attesa associato all'evento K-esimo t _K = T per K=1 t _K = (K-1) / I per K > 1 L _K = lunghezza della corsia di attesa associata all'evento K-esimo = V _E · t _K				
L _{attesa} [m]	P _K (τ ≥ T)			
230,00	45% < P < 59%			
L _{attesa} = lunghezza della corsia di attesa P (τ ≥ T) = probabilità che il distanziamento temporale τ sia maggiore dell'intervallo critico T associata alla lunghezza della corsia di attesa L _{attesa}				

11.3 Verifica tratto specializzato “Collegamento Svincolo “A24” ed immissione in Tratto 5”
(Rampa 13)

11.3.1 Metodo semi-empirico

La verifica del tratto specializzato di immissione relativo alla manovra “Collegamento Svincolo “A24” ed immissione in Tratto 5”, svolta con il metodo semi-empirico, è riportata nella tabella seguente.

Rampa 13

3

Collegamento Svincolo "A24" ed immissione in Tratto 5					
Calcolo lunghezza minima tratto di accelerazione (L1 min)					
Rf [m]	Vr [km/h]	Vp [km/h]	Vf [km/h]	a [m/s ²]	L1 min [m]
230	77	100	80	1	18,17
Rf = raggio della curva circolare precedente il tronco di accelerazione Vr = velocità di percorrenza della curva circolare precedente il tronco di accelerazione Vp = velocità di progetto dell'asta principale Vf = 80% Vp a = accelerazione assunta per la manovra L1 min = lunghezza minima del tronco di accelerazione = $[(Vp/3,6)^2 - (Vr/3,6)^2] / (2 \cdot a)$					
Calcolo flusso della corrente principale nella quale avviene l'immissione (portata di progetto sulla corsia esterna)					
Vlegg [veicoli/h]	Vpes [veicoli/h]	%legg cor est	%pes cor est	Ceq	Q1 [veicoli equiv/h]
796	6	100%	100%	2,5	811
Vlegg = flusso dei veicoli leggeri della corrente principale Vpes = flusso dei veicoli pesanti della corrente principale %legg corsia esterna = percentuale veicoli leggeri sulla corsia esterna %pes corsia esterna = percentuale veicoli pesanti sulla corsia esterna Ceq = coefficienti di equivalenza veicoli pesanti					

Rampa 13

3

Collegamento Svincolo "A24" ed immissione in Tratto 5			
$Q1 = \text{flusso della corrente principale nella quale avviene l'immissione (portata di progetto sulla corsia esterna)} = [(V_{legg} \cdot \%_{legg} \text{ cor est}) + (V_{legg} \cdot \%_{legg} \text{ cor est}) \cdot C_{eq}]$			
Calcolo lunghezza minima tratto di immissione (L2 min)			
Q1 [veicoli equiv/h]	Vp [km/h]	Vf [km/h]	L2 min [m]
811	100	80	24,67
<p>Q1 = flusso della corrente principale nella quale avviene l'immissione (portata di progetto sulla corsia esterna) Vp = velocità di progetto dell'asta principale Vf = 80%Vp L2 min = $((Q1 - 700) / 100) \cdot Vf$ = lunghezza minima del tronco di immissione (necessario per Q1>700 veq/h)</p>			
Calcolo lunghezza minima tratto complessivo di immissione (L1 min + L2 min) e confronto con lunghezza impiegata tratto complessivo di immissione (L1 + L2)			
L1 min [m]	L2 min [m]	(L1 min + L2 min) [m]	(L1 + L2) [m]
18	25	43	338,81
<p>L1 min = lunghezza minima del tronco di accelerazione L2 min = lunghezza minima del tronco di immissione (L1 min + L2 min) = lunghezza minima del tratto complessivo di immissione (L1 + L2) = lunghezza impiegata del tratto complessivo di immissione</p>			
Calcolo lunghezza tratto parallelo (Lp)			
L1 [m]	Lc [m]	Lp [m]	
18,17	106,81	-88,64	
<p>L1 = lunghezza del tronco di accelerazione Lc = lunghezza della curva a raggio variabile Lp = lunghezza del tratto parallelo = (L1 - Lc)</p>			
Calcolo lunghezza tratto disponibile di immissione (L2)			
(L1 + L2) [m]	Lc [m]	Lp [m]	L2 [m]
338,81	106,81	-88,64	320,64
<p>(L1 + L2) = lunghezza impiegata del tratto complessivo di immissione Lc = lunghezza della curva a raggio variabile Lp = lunghezza del tratto parallelo L2 = lunghezza del tratto disponibile di immissione = $[(L1 + L2) - Lc - Lp]$</p>			
Calcolo lunghezza complessiva del tratto parallelo e del tratto disponibile in immissione (Lp + L2)			
Lp [m]	L2 [m]	(Lp + L2) [m]	
-88,64	320,64	232,00	
<p>Lp = lunghezza del tratto parallelo L2 = lunghezza del tratto disponibile di immissione (Lp + L2) = lunghezza complessiva del tratto parallelo e del tratto disponibile di immissione = (Lp + L2)</p>			
Calcolo lunghezza minima tratto di raccordo (L3 min) e confronto con lunghezza tratto di raccordo (L3)			
Vp [km/h]	L3 min [m]	L3 [m]	
100	75	75,00	
<p>Vp = velocità di progetto dell'asta principale L3 min = lunghezza minima del tronco di raccordo L3 = lunghezza impiegata del tronco di raccordo</p>			

11.3.2 Metodo probabilistico

La verifica del tratto specializzato di immissione relativo alla manovra “Collegamento Svincolo “A24” ed immissione in Tratto 5”, svolta con il metodo probabilistico, è riportata nella tabella seguente.

Rampa 13

3 Collegamento Svincolo "A24" ed immissione in Tratto 5					
Verifica lunghezza corsia di attesa					
Q [veicoli/h]	λ				
811	0,23				
Q = numero orario di veicoli in transito sulla corrente principale l = valore medio degli arrivi nell'unità di tempo = Q / 3600					
R [m]	V _R [km/h]	L _c [m]	a [m/s ²]	V _E [km/h]	
230	77	106,81	1	93,26	
R = raggio dell'ultima curva circolare della rampa in immissione V _R = velocità di percorrenza dell'ultima curva circolare della rampa in immissione L _c = sviluppo clotoide a = accelerazione longitudinale V _E = velocità di ingresso nel tratto parallelo = $[(2 \cdot a \cdot L_c) + (V_R/3,6)^2]^{0,5} \cdot 3,6$					
V [km/h]	V _E [km/h]	a _c [m/s ²]	δ [s]	T [s]	
100	93,26	1,2	1	2,78	
V = velocità della corrente veicolare principale V _E = velocità di percorrenza del tratto parallelo da parte dei veicoli in attesa a _c = accelerazione longitudinale δ = distanza temporale di sicurezza fra due veicoli consecutivi T = intervallo critico = $[(V/3,6) - (V_E/3,6)] / (2 \cdot a_c) + (2 \cdot d)$					
K	P _K (τ ≥ T)	t _K [s]	L _K [m]		
1	53%	2,78	72,02		
2	78%	4,44	114,99		
3	90%	8,88	229,99		
4	95%	13,32	344,98		
5	98%	17,76	459,98		
K = numero di eventi "passaggi di veicoli consecutivi sulla corsia di marcia della strada principale" P _K (τ ≥ T) = probabilità che in corrispondenza dell'evento K-esimo il distanziamento temporale t sia maggiore dell'intervallo critico T: P _K = e ^{-λT} per K=1 P _K = [P _{K-1} + (1-P _{K-1}) · P ₁] per K>1 t _K = tempo di attesa associato all'evento K-esimo t _K = T per K=1 t _K = (K-1) / l per K > 1 L _K = lunghezza della corsia di attesa associata all'evento K-esimo = V _E · t _K					
L _{attesa} [m]	P _K (τ ≥ T)				
232,00	90% < P < 95%				
L _{attesa} = lunghezza della corsia di attesa P(τ ≥ T) = probabilità che il distanziamento temporale τ sia maggiore dell'intervallo critico T associata alla lunghezza della corsia di attesa L _{attesa}					

11.4 Verifica tratto specializzato "Collegamento Rotatoria Via Armenise ed immissione in Tratto 8" (Rampa 21)

11.4.1 Metodo semi-empirico

La verifica del tratto specializzato di immissione relativo alla manovra "Collegamento Rotatoria Via Armenise ed immissione in Tratto 8", svolta con il metodo semi-empirico, è riportata nella tabella seguente.

Rampa 21

4 Collegamento Rotatoria Via Armenise ed immissione in Tratto 8					
Calcolo lunghezza tratto di accelerazione (L1)					
R _f [m]	V _r [km/h]	V _p [km/h]	V _f [km/h]	a [m/s ²]	L1 min [m]
555,5	60	100	80	1	108,02

Collegamento Rotatoria Via Armenise ed immissione in Tratto 8

Rf = raggio della curva circolare precedente il tronco di accelerazione
 Vr = velocità di percorrenza della curva circolare precedente il tronco di accelerazione
 Vp = velocità di progetto dell'asta principale
 Vf = 80% Vp
 a = accelerazione assunta per la manovra
 L1 min = lunghezza minima del tronco di accelerazione = $[(Vp/3,6)^2 - (Vr/3,6)^2] / (2 \cdot a)$

Calcolo flusso della corrente principale nella quale avviene l'immissione (portata di progetto sulla corsia esterna)

Vlegg [veicoli/h]	Vpes [veicoli/h]	%legg cor est	%pes cor est	Ceq	Q1 [veicoli equiv/h]
2542	98	40%	40%	2,5	1115

Vlegg = flusso dei veicoli leggeri della corrente principale
 Vpes = flusso dei veicoli pesanti della corrente principale
 %legg corsia esterna = percentuale veicoli leggeri sulla corsia esterna
 %pes corsia esterna = percentuale veicoli pesanti sulla corsia esterna
 Ceq = coefficienti di equivalenza veicoli pesanti
 Q1 = flusso della corrente principale nella quale avviene l'immissione (portata di progetto sulla corsia esterna) = $[(Vlegg \cdot \%legg \text{ cor est}) + (Vlegg \cdot \%legg \text{ cor est}) \cdot Ceq]$

Calcolo lunghezza tratto di immissione (L2)

Q1 [veicoli equiv/h]	Vp [km/h]	Vf [km/h]	L2 min [m]
1115	100	80	92,18

Q1 = flusso della corrente principale nella quale avviene l'immissione (portata di progetto sulla corsia esterna)
 Vp = velocità di progetto dell'asta principale
 Vf = 80%Vp
 L2 min = $((Q1 - 700) / 100) \cdot Vf$ = lunghezza minima del tronco di immissione (necessario per Q1>700 veq/h)

Calcolo lunghezza tratto complessivo di immissione (L1+L2)

L1 min [m]	L2 min [m]	(L1 min + L2 min) [m]	(L1 + L2) [m]
108	92	200	200

L1 min = lunghezza minima del tronco di accelerazione
 L2 min = lunghezza minima del tronco di immissione
 (L1 min + L2 min) = lunghezza minima del tratto complessivo di immissione
 (L1 + L2) = lunghezza impiegata del tratto complessivo di immissione

Calcolo lunghezza tratto parallelo (Lp)

L1 [m]	Lc [m]	Lp [m]
108,02	43,31	64,71

L1 = lunghezza del tronco di accelerazione
 Lc = lunghezza della curva a raggio variabile
 Lp = lunghezza del tratto parallelo = (L1 - Lc)

Calcolo lunghezza tratto disponibile di immissione (L2)

(L1 + L2) [m]	Lc [m]	Lp [m]	L2 [m]
199,91	43,31	64,71	91,89

(L1 + L2) = lunghezza impiegata del tratto complessivo di immissione
 Lc = lunghezza della curva a raggio variabile
 Lp = lunghezza del tratto parallelo
 L2 = lunghezza del tratto disponibile di immissione = $[(L1 + L2) - Lc - Lp]$

Calcolo lunghezza complessiva del tratto parallelo e del tratto disponibile di immissione (Lp + L2)

Lp [m]	L2 [m]	(Lp + L2) [m]
64,71	91,89	156,60

Lp = lunghezza del tratto parallelo
 L2 = lunghezza del tratto disponibile di immissione
 (Lp + L2) = lunghezza complessiva del tratto parallelo e del tratto disponibile di immissione = (Lp + L2)

Calcolo lunghezza minima tratto di raccordo (L3 min) e confronto con lunghezza tratto di raccordo (L3)

Vp [km/h]	L3 min [m]	L3 [m]
140	75	75,00

Vp = velocità di progetto dell'asta principale

Rampa 21

4	Collegamento Rotatoria Via Armenise ed immissione in Tratto 8
L3 min = lunghezza minima del tronco di raccordo L3 = lunghezza impiegata del tronco di raccordo	

11.4.2 Metodo probabilistico

La verifica del tratto specializzato di immissione relativo alla manovra “Collegamento Rotatoria Via Armenise ed immissione in Tratto 8”, svolta con il metodo probabilistico, è riportata nella tabella seguente.

Rampa 21

4	Collegamento Rotatoria Via Armenise ed immissione in Tratto 8				
Verifica lunghezza corsia di attesa					
Q [veicoli/h]		λ			
1.115		0,31			
Q = numero orario di veicoli in transito sulla corrente principale I = valore medio degli arrivi nell'unità di tempo = Q / 3600					
R [m]		V_R [km/h]		V_E [km/h]	
555,5		60		79,68	
L_c [m]		a [m/s²]		V_E [km/h]	
106,03		1		79,68	
R = raggio dell'ultima curva circolare della rampa in immissione V _R = velocità di percorrenza dell'ultima curva circolare della rampa in immissione L _c = sviluppo clotoide a = accelerazione longitudinale V _E = velocità di ingresso nel tratto parallelo = $[(2 \cdot a \cdot L_c) + (V_R/3,6)^2]^{0,5} \cdot 3,6$					
V [km/h]		V_E [km/h]		T [s]	
100		79,68		4,35	
V = velocità della corrente veicolare principale V _E = velocità di percorrenza del tratto parallelo da parte dei veicoli in attesa a _c = accelerazione longitudinale δ = distanza temporale di sicurezza fra due veicoli consecutivi T = intervallo critico = $[(V/3,6) - (V_E/3,6)] / (2 \cdot a_c) + (2 \cdot d)$					
K		P_K(τ ≥ T)		t_K [s]	
1		26%		4,35	
2		45%		4,35	
3		59%		6,46	
4		70%		9,69	
5		78%		12,92	
K = numero di eventi "passaggi di veicoli consecutivi sulla corsia di marcia della strada principale" P _K (τ ≥ T) = probabilità che in corrispondenza dell'evento K-esimo il distanziamento temporale t sia maggiore dell'intervallo critico T: $P_K = e^{-\lambda T}$ per K=1 $P_K = [P_{K-1} + (1-P_{K-1}) \cdot P_1]$ per K>1 t _K = tempo di attesa associato all'evento K-esimo t _K = T per K=1 t _K = (K-1) / I per K > 1 L _K = lunghezza della corsia di attesa associata all'evento K-esimo = V _E · t _K					
L_{attesa} [m]		P_K(τ ≥ T)			
156,60		59% < P < 70%			
L _{attesa} = lunghezza della corsia di attesa P(τ ≥ T) = probabilità che il distanziamento temporale τ sia maggiore dell'intervallo critico T associata alla lunghezza della corsia di attesa L _{attesa}					

11.5 Verifica tratto specializzato “Collegamento Tratto 8 ed immissione in GRA Carreggiata Esterna” (Rampa 23)

11.5.1 Metodo semi-empirico

La verifica del tratto specializzato di immissione relativo alla manovra “Collegamento Tratto 8 ed immissione in GRA Carreggiata Esterna”, svolta con il metodo semi-empirico, è riportata nella tabella seguente.

Rampa 23					
Collegamento Tratto 8 ed immissione in GRA Carreggiata Esterna					
Calcolo lunghezza tratto di accelerazione (L1)					
Rf [m]	Vr [km/h]	Vp [km/h]	Vf [km/h]	a [m/s ²]	L1 min [m]
2054,00	100	140	112	1	98
Rf = raggio della curva circolare precedente il tronco di accelerazione Vr = velocità di percorrenza della curva circolare precedente il tronco di accelerazione Vp = velocità di progetto dell'asta principale Vf = 80% Vp a = accelerazione assunta per la manovra L1 min = lunghezza minima del tronco di accelerazione = $[(Vp/3,6)^2 - (Vr/3,6)^2] / (2 \cdot a)$					
Calcolo flusso della corrente principale nella quale avviene l'immissione (portata di progetto sulla corsia esterna)					
Vlegg [veicoli/h]	Vpes [veicoli/h]	%legg cor est	%pes cor est	Ceq	Q1 [veicoli equiv/h]
1185	51	30%	30%	2,5	394
Vlegg = flusso dei veicoli leggeri della corrente principale Vpes = flusso dei veicoli pesanti della corrente principale %legg corsia esterna = percentuale veicoli leggeri sulla corsia esterna %pes corsia esterna = percentuale veicoli pesanti sulla corsia esterna Ceq = coefficienti di equivalenza veicoli pesanti Q1 = flusso della corrente principale nella quale avviene l'immissione (portata di progetto sulla corsia esterna) = $[(Vlegg \cdot \%legg \text{ cor est}) + (Vlegg \cdot \%legg \text{ cor est}) \cdot Ceq]$					
Calcolo lunghezza tratto di immissione (L2)					
Q1 [veicoli equiv/h]	Vp [km/h]	Vf [km/h]	L2 min [m]		
394	140	112	0		
Q1 = flusso della corrente principale nella quale avviene l'immissione (portata di progetto sulla corsia esterna) Vp = velocità di progetto dell'asta principale Vf = 80%Vp L2 min = $((Q1 - 700) / 100) \cdot Vf$ = lunghezza minima del tronco di immissione (necessario per Q1>700 veq/h)					
Calcolo lunghezza tratto complessivo di immissione (L1+L2)					
L1 min [m]	L2 min [m]	(L1 min + L2 min) [m]	(L1 + L2) [m]		
98	0	98	165,00		
L1 min = lunghezza minima del tronco di accelerazione L2 min = lunghezza minima del tronco di immissione (L1 min + L2 min) = lunghezza minima del tratto complessivo di immissione (L1 + L2) = lunghezza impiegata del tratto complessivo di immissione					
Calcolo lunghezza tratto parallelo (Lp)					
L1 [m]	Lc [m]	Lp [m]			
98,15	0,00	98,15			
L1 = lunghezza del tronco di accelerazione Lc = lunghezza della curva a raggio variabile Lp = lunghezza del tratto parallelo = (L1 - Lc)					
Calcolo lunghezza tratto disponibile di immissione (L2)					
(L1 + L2) [m]	Lc [m]	Lp [m]	L2 [m]		
165,00	0,00	98,15	66,85		
(L1 + L2) = lunghezza impiegata del tratto complessivo di immissione Lc = lunghezza della curva a raggio variabile					

Rampa 23

5 Collegamento Tratto 8 ed immissione in GRA Carreggiata Esterna		
Lp = lunghezza del tratto parallelo L2 = lunghezza del tratto disponibile di immissione = [(L1 + L2) - Lc - Lp]		
Calcolo lunghezza complessiva del tratto parallelo e del tratto disponibile in immissione (Lp + L2)		
Lp [m]	L2 [m]	(Lp + L2) [m]
98,15	66,85	165,00
Lp = lunghezza del tratto parallelo L2 = lunghezza del tratto disponibile di immissione (Lp + L2) = lunghezza complessiva del tratto parallelo e del tratto disponibile di immissione = (Lp + L2)		
Calcolo lunghezza minima tratto di raccordo (L3 min) e confronto con lunghezza tratto di raccordo (L3)		
Vp [km/h]	L3 min [m]	L3 [m]
140	75	75,00
Vp = velocità di progetto dell'asta principale L3 min = lunghezza minima del tronco di raccordo L3 = lunghezza impiegata del tronco di raccordo		

11.5.2 Metodo probabilistico

La verifica del tratto specializzato di immissione relativo alla manovra “Collegamento Tratto 8 ed immissione in GRA Carreggiata Esterna”, svolta con il metodo probabilistico, è riportata nella tabella seguente.

Rampa 23

5 Collegamento Tratto 8 ed immissione in GRA Carreggiata Esterna				
Verifica lunghezza corsia di attesa				
Q [veicoli/h]	λ			
394	0,11			
Q = numero orario di veicoli in transito sulla corrente principale I = valore medio degli arrivi nell'unità di tempo = Q / 3600				
R [m]	V _R [km/h]	L _c [m]	a [m/s ²]	V _E [km/h]
2054	100	-	-	100,00
R = raggio dell'ultima curva circolare della rampa in immissione V _R = velocità di percorrenza dell'ultima curva circolare della rampa in immissione L _c = sviluppo clotoide a = accelerazione longitudinale V _E = velocità di ingresso nel tratto parallelo = [(2 · a · L _c) + (V _R /3,6) ²] ^{0,5} · 3,6				
V [km/h]	V _E [km/h]	a _c [m/s ²]	δ [s]	T [s]
140	100,00	1,2	1	6,63
V = velocità della corrente veicolare principale V _E = velocità di percorrenza del tratto parallelo da parte dei veicoli in attesa a _c = accelerazione longitudinale δ = distanza temporale di sicurezza fra due veicoli consecutivi T = intervallo critico = [(V/3,6) - (V _E /3,6)] / (2 · a _c) + (2 · d)				
K	P _K (τ ≥ T)	t _K [s]	L _K [m]	
1	48%	6,63	184	
2	73%	9,14	254	
3	86%	18,29	508	
4	93%	27,43	762	
5	96%	36,57	1016	
K = numero di eventi "passaggi di veicoli consecutivi sulla corsia di marcia della strada principale" P _K (τ ≥ T) = probabilità che in corrispondenza dell'evento K-esimo il distanziamento temporale t sia maggiore dell'intervallo critico T: P _K = e ^{-λT} per K=1 P _K = [P _{K-1} + (1-P _{K-1}) · P ₁] per K>1 t _K = tempo di attesa associato all'evento K-esimo t _K = T per K=1 t _K = (K-1) / I per K > 1 L _K = lunghezza della corsia di attesa associata all'evento K-esimo = V _E · t _K				

Rampa 23

5

Collegamento Tratto 8 ed immissione in GRA Carreggiata Esterna

Lattesa [m]	$P_{\kappa}(\tau \geq T)$
165,00	$P < 48\%$

L_{attesa} = lunghezza della corsia di attesa

$P(\tau \geq T)$ = probabilità che il distanziamento temporale τ sia maggiore dell'intervallo critico T associata alla lunghezza della corsia di attesa

L_{attesa}

12 SOVRASTRUTTURA STRADALE

La configurazione della sovrastruttura stradale prevista in progetto è riportata nelle tabelle seguenti.

Adeguamento Autostrada A90 (GRA)

strato	materiale	si [cm]
usura	conglomerato bituminoso drenante	5
collegamento (binder)	conglomerato bituminoso	5
base	conglomerato bituminoso	15
fondazione	misto cementato	25
fondazione	misto granulare	25
		75

Rampe e Viabilità complanari

strato	materiale	si [cm]
usura	conglomerato bituminoso	4
collegamento (binder)	conglomerato bituminoso	6
base	conglomerato bituminoso	25
fondazione	misto granulare	15
		50

Collegamento Via Acuto

strato	materiale	si [cm]
usura	conglomerato bituminoso	5
collegamento (binder)	conglomerato bituminoso	5
base	conglomerato bituminoso	8
fondazione	misto granulare	15
		33

Per la verifica della sovrastruttura è stato utilizzato il metodo dell' "AASHTO Guide for Design of Pavement Structures".

Il metodo "AASHTO Guide for Design of Pavement Structures" è un metodo empirico-statistico, basato cioè su osservazioni sperimentali dei parametri in gioco, i quali sono opportunamente correlati da funzioni di regressione in modo che i legami funzionali siano fisicamente corretti.

Il metodo consente di determinare il numero di assi standard (l'asse standard è l'asse singolo con ruote gemelle da 18 Kpounds = 8,2 t = 80 kN) che la pavimentazione può sopportare raggiungendo un fissato grado di ammaloramento finale (PSIf). Tale valore è funzione di vari parametri, quali caratteristiche meccaniche dei materiali, spessori degli strati, portanza del sottofondo, grado di ammaloramento finale che, per questioni di comfort e sicurezza, la pavimentazione può raggiungere, coefficiente di sicurezza (fissato attraverso l'affidabilità, ovvero la probabilità che la pavimentazione resista al traffico che transita durante la sua vita utile).

Il numero di assi standard deve essere confrontato con il traffico dei veicoli commerciali (massa complessiva ≥ 3 t) che si stima passerà durante la vita utile della pavimentazione sulla corsia più carica.

Poiché il traffico commerciale che transita su strada è costituito da veicoli che si differenziano per numero di assi, carico per asse e tipologia di asse (singolo, tandem e tridem) è necessario determinare il numero di assi standard equivalenti, ovvero il numero di assi standard che determinano lo stesso danno alla pavimentazione provocato dagli assi dei veicoli reali.

Per determinare il numero di assi standard che transiteranno, è necessario stabilire preliminarmente i coefficienti di equivalenza tra ciascun asse reale e quello standard.

Tali coefficienti sono funzione di alcuni parametri, quali caratteristiche meccaniche dei materiali, spessori degli strati, grado di ammaloramento finale. Noti i coefficienti di equivalenza di ciascun asse dei veicoli che compongono il

traffico reale, bisogna determinare il coefficiente di equivalenza medio, che è funzione della composizione del traffico sulla strada in esame (ovvero dello spettro di traffico, cioè della frequenza relativa dei vari tipi di veicoli).

Infine, per determinare il numero di assi equivalenti che transiteranno sulla corsia più carica occorre moltiplicare il coefficiente di equivalenza medio per il numero di veicoli commerciali che si stima transiteranno durante la vita utile della pavimentazione sulla corsia più carica.

Per ottenere il numero di veicoli commerciali che transiteranno sulla corsia più carica della pavimentazione durante la vita utile (traffico commerciale previsto), bisogna conoscere il TGM (Traffico Giornaliero Medio), la percentuale di veicoli commerciali, la suddivisione del traffico pesante tra le corsie ed il tasso di incremento annuo del traffico.

La verifica consiste nel controllare che il numero di assi standard che la pavimentazione può sopportare sia maggiore del numero di assi equivalenti che transitano durante la vita utile della pavimentazione.

Il traffico commerciale previsto è stato determinato sulla base dei risultati delle analisi ed elaborazioni effettuate per la predisposizione dello studio di impatto viabilistico e verifica di compatibilità trasportistica, di cui allo “Studio di Impatto del Traffico” sviluppato nella presente fase progettuale ed inserito nell’ambito dell’elaborato “STUDIO DEL TRAFFICO-Relazione sullo studio del traffico” (T00SG00GENRE01).

In particolare, per gli elementi stradali afferenti allo schema funzionale di progetto (Adeguamento Autostrada A90 (GRA), Rampe di svincolo e Viabilità complanari, Collegamento Via Acuto), sono stati considerati i valori riportati nella tabella di cui al par. 3.3 (riferiti allo “Scenario di progetto-Settembre 2021”, riportati nella Tabella 18 della “Relazione sullo studio del traffico”) corrispondenti al massimo valore del TGM dei veicoli pesanti (TGM_{veicoli pesanti}).

Per l’adeguamento Autostrada A90 (GRA) la verifica è stata condotta con riferimento alla tratta caratterizzata dal massimo valore di veicoli pesanti, ovvero con riferimento alla tratta “GRA EST-3”.

Per le Rampe di svincolo e Viabilità complanari la verifica è stata condotta con riferimento alla tratta caratterizzata dal massimo valore di veicoli pesanti, ovvero con riferimento alla “Rampa 23”:

Per il Collegamento Via Acuto la verifica è stata condotta con riferimento al corrispondente valore di veicoli pesanti.

I valori utilizzati sono riportati nella tabella seguente.

N		Elementi stradali		n		Tratti		Caratteristiche direzionali	TGM leggeri	TGM pesanti	TGM totale	%Pesanti
1	1	Adeguamento Autostrada A90 (GRA)	GRA Carreggiata Esterna	1.8	2.3	GRA EST-3		Monodirezionale	41.130	2.300	43.430	5%
3	18	Viabilità complanari	Viabilità Complanare Esterna	17	7	Tratti di collegamento con Autostrada A90 (GRA)	Rampa 23	Monodirezionale	24.260	1.390	25.650	5%
6	37	Collegamento Via Acuto		1	1	Collegamento Via Acuto		Bidirezionale	2.140	540	2.680	20%

Per quanto riguarda il tasso di incremento annuo del traffico, è stato considerato, per tutti gli elementi stradali, un tasso di crescita pari a $r=6\%$, coincidente con il valore di espansione della domanda risultante dalle analisi effettuate nell’ambito del par. 7.1 della “Relazione sullo studio del traffico”.

La verifica della pavimentazione, riportata nei paragrafi successivi, è stata svolta assumendo una vita utile pari a 20 anni.

12.1 ADEGUAMENTO AUTOSTRADA A90 (GRA)

La verifica della pavimentazione relativa all'Adeguamento Autostrada A90 (GRA) è riportata nelle tabelle seguenti.

Tn (Numero di assi di veicoli commerciali nell'arco della vita utile lungo la corsia più carica)					
TGM bidir [veicoli/giorno]	43.430	Traffico giornaliero medio complessivo bidirezionale			
%Dir	100%	Ripartizione direzionale			
%Pes	5%	Percentuale di veicoli commerciali			
%Cor pes	90%	Percentuale di veicoli commerciali sulla corsia di calcolo			
r	6%	Tasso di incremento annuo del traffico			
n [anni]	20	Numero di anni di vita utile			
giorni / anno	365	Numero di giorni per anno di transito veicoli commerciali			
Tn	27.793.353				
SN (Structural Number)					
strato	materiale	si [cm]	ai	mi	(si · ai · mi) [cm]
usura	conglomerato bituminoso drenante	5	0,28	1	1,40
collegamento (binder)	conglomerato bituminoso	5	0,40	1	2,00
base	conglomerato bituminoso	15	0,33	1	4,95
fondazione	misto cementato	25	0,18	0,98	4,41
sottofondazione	misto granulare	25	0,12	0,95	2,85
		75			
				SN [cm]	15,61
Mr (modulo resiliente del sottofondo)					
Md [Mpa]	50	Modulo di deformazione			
CBR [%]	10	Indice CBR			
Mr [Mpa]	100	Modulo resiliente in Mpa			
Mr [psi]	15000	Modulo resiliente in psi			
Numero di assi singoli equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN) sopportabile dalla pavimentazione					
R	90%	Affidabilità			
Zr	-1,282	Valore della variabile standardizzata legata all'affidabilità R			
So	0,45	Deviazione standard che tiene conto dell'errore che si commette nelle previsioni dei volumi di traffico e delle prestazioni della pavimentazione			
SN [pollici]	6,15	Structural Number			
PSI i	4,2	Grado di efficienza iniziale della pavimentazione			
PSI f	3	Grado di efficienza finale della pavimentazione			
Mr [psi]	15000	Modulo resiliente del sottofondo			
LogW8.2	8,04				
W8.2	108.595.405	Numero di assi singoli equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN) sopportabile dalla pavimentazione			

Determinazione del coefficiente di equivalenza tra assi reali ed assi da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN) sulla base dello spettro di traffico relativo alle Autostrade Extraurbane riportato nel "Catalogo delle pavimentazioni stradali - BU CNR N.78 del 15/09/1995"

SN [cm]	PSI in	PSI fin								
15,61	4,2	3								
Tipo Veicolo	ni	Pi (kN)	Ti	Bi	G	B*	A	CSNi	CSNi * (ni/100)	
Autocarri leggeri	1	12,2	10	1	0,400	-0,352	0,441	3,592	0,0003	0,000
	1	12,2	20	1	0,401	-0,352	0,441	2,499	0,0032	0,000
	2	0	15	1	0,400	-0,352	0,441	2,974	0,0011	0,000
	2	0	30	1	0,402	-0,352	0,441	1,788	0,0163	0,000
Autocarri medi e pesanti	3	24,4	40	1	0,405	-0,352	0,441	1,264	0,0544	0,013
	3	24,4	80	1	0,440	-0,352	0,441	-0,001	1,0027	0,245
	4	14,6	50	1	0,410	-0,352	0,441	0,852	0,1406	0,021
	4	14,6	110	1	0,508	-0,352	0,441	-0,527	3,3678	0,492
Autocarri pesanti	5	2,4	40	1	0,405	-0,352	0,441	1,264	0,0544	0,001
	5	2,4	160	2	0,440	-0,352	0,441	-0,140	1,3792	0,033
	6	12,2	60	1	0,417	-0,352	0,441	0,516	0,3048	0,037
	6	12,2	200	2	0,480	-0,352	0,441	-0,515	3,2767	0,400
Autotreni e autoarticolati	7	2,4	40	1	0,405	-0,352	0,441	1,264	0,0544	0,001
	7	2,4	90	1	0,458	-0,352	0,441	-0,203	1,5969	0,038
	7	2,4	80	1	0,440	-0,352	0,441	-0,001	1,0027	0,024
	7	2,4	80	1	0,440	-0,352	0,441	-0,001	1,0027	0,024
	8	4,9	60	1	0,417	-0,352	0,441	0,516	0,3048	0,015
	8	4,9	100	1	0,480	-0,352	0,441	-0,377	2,3821	0,117
	8	4,9	100	1	0,480	-0,352	0,441	-0,377	2,3821	0,117
	8	4,9	100	1	0,480	-0,352	0,441	-0,377	2,3821	0,117
	8	4,9	100	1	0,480	-0,352	0,441	-0,377	2,3821	0,117
	8	4,9	100	1	0,480	-0,352	0,441	-0,377	2,3821	0,117
	9	2,4	160	2	0,440	-0,352	0,441	-0,140	1,3792	0,033
	10	4,9	60	1	0,417	-0,352	0,441	0,516	0,3048	0,015
	10	4,9	180	2	0,458	-0,352	0,441	-0,342	2,1966	0,108
	10	4,9	200	2	0,480	-0,352	0,441	-0,515	3,2767	0,161
	11	2,4	40	1	0,405	-0,352	0,441	1,264	0,0544	0,001
	11	2,4	100	1	0,480	-0,352	0,441	-0,377	2,3821	0,057
11	2,4	240	3	0,440	-0,352	0,441	-0,221	1,6620	0,040	
12	4,9	60	1	0,417	-0,352	0,441	0,516	0,3048	0,015	
12	4,9	110	1	0,508	-0,352	0,441	-0,527	3,3678	0,165	
12	2,6	270	3	0,458	-0,352	0,441	-0,423	2,6469	0,069	
Mezzi d'opera	13	0,10	50	1	0,410	-0,352	0,441	0,852	0,1406	0,000
	13	0,10	120	1	0,541	-0,352	0,441	-0,659	4,5571	0,005
	13	0,10	390	3	0,581	-0,352	0,441	-0,994	9,8651	0,010
Autobus	14	0	40	1	0,405	-0,352	0,441	1,264	0,0544	0,000
	14	0	80	1	0,440	-0,352	0,441	-0,001	1,0027	0,000
	15	0	60	1	0,417	-0,352	0,441	0,516	0,3048	0,000
	15	0	100	1	0,480	-0,352	0,441	-0,377	2,3821	0,000
	16	12,2	50	1	0,410	-0,352	0,441	0,852	0,1406	0,017
	16	12,2	80	1	0,440	-0,352	0,441	-0,001	1,0027	0,122
									2,75	

Numero di assi di veicoli commerciali nell'arco della vita utile lungo la corsia più carica in assi equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN)

CSN	2,75	Coefficiente di equivalenza tra assi reali ed assi singoli equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN)
Tn	27.793.353	Numero di assi di veicoli commerciali nell'arco della vita utile lungo la corsia più carica
N8.2	76.311.168	Numero di assi di veicoli commerciali nell'arco della vita utile lungo la corsia più carica in assi equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN)
Verifica della pavimentazione		
N8.2	76.311.168	Numero di assi di veicoli commerciali nell'arco della vita utile lungo la corsia più carica in assi equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN)
W8.2	108.595.405	Numero di assi singoli equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN) sopportabile dalla pavimentazione
Esito verifica	verifica soddisfatta	
W8.2 / N8.2	1,42	

12.2 RAMPE DI SVINCOLO E VIABILITA' COMPLANARI

La verifica della pavimentazione relativa alle Rampe di svincolo e Viabilità complanari è riportata nelle tabelle seguenti.

Tn (Numero di assi di veicoli commerciali nell'arco della vita utile lungo la corsia più carica)

TGM dir [veicoli/giorno]	25.650	Traffico giornaliero medio complessivo direzionale
%Dir	100%	Ripartizione direzionale
%Pes	5%	Percentuale di veicoli commerciali
%Cor pes	100%	Percentuale di veicoli commerciali sulla corsia di calcolo
r	6%	Tasso di incremento annuo del traffico
n [anni]	20	Numero di anni di vita utile
giorni / anno	365	Numero di giorni per anno di transito veicoli commerciali
Tn	18.663.170	

SN (Structural Number)

strato	materiale	si [cm]	ai	mi	(si · ai · mi) [cm]
usura	conglomerato bituminoso drenante	4	0,43	1	1,72
collegamento (binder)	conglomerato bituminoso	6	0,40	1	2,40
base	conglomerato bituminoso	25	0,33	1	8,25
fondazione	misto cementato	0	0,18	0,98	0,00
sottofondazione	misto granulare	15	0,12	0,95	1,71
		50			
				SN [cm]	14,08

Mr (modulo resiliente del sottofondo)

Md [Mpa]	50	Modulo di deformazione
CBR [%]	10	Indice CBR
Mr [Mpa]	100	Modulo resiliente in Mpa
Mr [psi]	15000	Modulo resiliente in psi

Numero di assi singoli equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN) sopportabile dalla pavimentazione

R	90%	Affidabilità
Zr	-1,282	Valore della variabile standardizzata legata all'affidabilità R
So	0,45	Deviazione standard che tiene conto dell'errore che si commette nelle previsioni dei volumi di traffico e delle prestazioni della pavimentazione
SN [pollici]	5,54	Structural Number
PSI i	4,2	Grado di efficienza iniziale della pavimentazione
PSI f	3	Grado di efficienza finale della pavimentazione
Mr [psi]	15000	Modulo resiliente del sottofondo
LogW8.2	7,72	
W8.2	52.264.081	Numero di assi singoli equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN) sopportabile dalla pavimentazione

**Determinazione del coefficiente di equivalenza tra assi reali ed assi da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN)
sulla base dello spettro di traffico relativo alle Autostrade Extraurbane riportato nel "Catalogo
delle pavimentazioni stradali - BU CNR N.78 del 15/09/1995"**

SN [cm]	PSI in	PSI fin								
14,08	4,2	3								
Tipo Veicolo	ni	Pi (kN)	Ti	Bi	G	B*	A	CSNi	CSNi * (ni/100)	
Autocarri leggeri	1	12,2	10	1	0,400	-0,352	0,465	3,551	0,0003	0,000
	1	12,2	20	1	0,401	-0,352	0,465	2,459	0,0035	0,000
	2	0	15	1	0,401	-0,352	0,465	2,933	0,0012	0,000
	2	0	30	1	0,404	-0,352	0,465	1,750	0,0178	0,000
Autocarri medi e pesanti	3	24,4	40	1	0,408	-0,352	0,465	1,230	0,0589	0,014
	3	24,4	80	1	0,464	-0,352	0,465	-0,002	1,0038	0,245
	4	14,6	50	1	0,415	-0,352	0,465	0,823	0,1503	0,022
	4	14,6	110	1	0,570	-0,352	0,465	-0,492	3,1062	0,454
Autocarri pesanti	5	2,4	40	1	0,408	-0,352	0,465	1,230	0,0589	0,001
	5	2,4	160	2	0,464	-0,352	0,465	-0,140	1,3808	0,033
	6	12,2	60	1	0,427	-0,352	0,465	0,494	0,3203	0,039
	6	12,2	200	2	0,527	-0,352	0,465	-0,492	3,1013	0,378
Autotreni e autoarticolati	7	2,4	40	1	0,408	-0,352	0,465	1,230	0,0589	0,001
	7	2,4	90	1	0,492	-0,352	0,465	-0,192	1,5544	0,037
	7	2,4	80	1	0,464	-0,352	0,465	-0,002	1,0038	0,024
	7	2,4	80	1	0,464	-0,352	0,465	-0,002	1,0038	0,024
	8	4,9	60	1	0,427	-0,352	0,465	0,494	0,3203	0,016
	8	4,9	100	1	0,527	-0,352	0,465	-0,353	2,2546	0,110
	8	4,9	100	1	0,527	-0,352	0,465	-0,353	2,2546	0,110
	8	4,9	100	1	0,527	-0,352	0,465	-0,353	2,2546	0,110
	8	4,9	100	1	0,527	-0,352	0,465	-0,353	2,2546	0,110
	8	4,9	100	1	0,527	-0,352	0,465	-0,353	2,2546	0,110
	9	2,4	160	2	0,464	-0,352	0,465	-0,140	1,3808	0,033
	10	4,9	60	1	0,427	-0,352	0,465	0,494	0,3203	0,016
	10	4,9	180	2	0,492	-0,352	0,465	-0,330	2,1381	0,105
	10	4,9	200	2	0,527	-0,352	0,465	-0,492	3,1013	0,152
	11	2,4	40	1	0,408	-0,352	0,465	1,230	0,0589	0,001
	11	2,4	100	1	0,527	-0,352	0,465	-0,353	2,2546	0,054
11	2,4	240	3	0,464	-0,352	0,465	-0,221	1,6639	0,040	
12	4,9	60	1	0,427	-0,352	0,465	0,494	0,3203	0,016	
12	4,9	110	1	0,570	-0,352	0,465	-0,492	3,1062	0,152	
12	2,6	270	3	0,492	-0,352	0,465	-0,411	2,5765	0,067	
Mezzi d'opera	13	0,10	50	1	0,415	-0,352	0,465	0,823	0,1503	0,000
	13	0,10	120	1	0,623	-0,352	0,465	-0,614	4,1120	0,004
	13	0,10	390	3	0,687	-0,352	0,465	-0,942	8,7540	0,009
Autobus	14	0	40	1	0,408	-0,352	0,465	1,230	0,0589	0,000
	14	0	80	1	0,464	-0,352	0,465	-0,002	1,0038	0,000
	15	0	60	1	0,427	-0,352	0,465	0,494	0,3203	0,000
	15	0	100	1	0,527	-0,352	0,465	-0,353	2,2546	0,000
	16	12,2	50	1	0,415	-0,352	0,465	0,823	0,1503	0,018
	16	12,2	80	1	0,464	-0,352	0,465	-0,002	1,0038	0,122
										2,63

Numero di assi di veicoli commerciali nell'arco della vita utile lungo la corsia più carica in assi equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN)

CSN	2,63	Coefficiente di equivalenza tra assi reali ed assi singoli equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN)			
Tn	18.663.170	Numero di assi di veicoli commerciali nell'arco della vita utile lungo la corsia più carica			
N8.2	49.120.006	Numero di assi di veicoli commerciali nell'arco della vita utile lungo la corsia più carica in assi equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN)			

Verifica della pavimentazione

N8.2	49.120.006	Numero di assi di veicoli commerciali nell'arco della vita utile lungo la corsia più carica in assi equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN)			
W8.2	52.264.081	Numero di assi singoli equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN) sopportabile dalla pavimentazione			
Esito verifica	verifica soddisfatta				
W8.2 / N8.2	1,06				

12.3 COLLEGAMENTO VIA ACUTO

La verifica della pavimentazione relativa al Collegamento Via Acuto è riportata nelle tabelle seguenti.

Tn (Numero di assi di veicoli commerciali nell'arco della vita utile lungo la corsia più carica)

TGM dir [veicoli/giorno]	2.680	Traffico giornaliero medio complessivo direzionale			
%Dir	66%	Ripartizione direzionale			
%Pes	20%	Percentuale di veicoli commerciali			
%Cor pes	100%	Percentuale di veicoli commerciali sulla corsia di calcolo			
r	6%	Tasso di incremento annuo del traffico			
n [anni]	20	Numero di anni di vita utile			
giorni / anno	365	Numero di giorni per anno di transito veicoli commerciali			
Tn	4.785.290				

SN (Structural Number)

strato	materiale	si [cm]	ai	mi	(si · ai · mi) [cm]
usura	conglomerato bituminoso drenante	5	0,43	1	2,15
collegamento (binder)	conglomerato bituminoso	5	0,40	1	2,00
base	conglomerato bituminoso	8	0,33	1	2,64
fondazione	misto cementato	0	0,18	0,98	0,00
sottofondazione	misto granulare	15	0,12	0,95	1,71
		33			
				SN [cm]	8,50

Mr (modulo resiliente del sottofondo)

Md [Mpa]	50	Modulo di deformazione			
CBR [%]	10	Indice CBR			
Mr [Mpa]	100	Modulo resiliente in Mpa			
Mr [psi]	15000	Modulo resiliente in psi			

Numero di assi singoli equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN) sopportabile dalla pavimentazione

R	80%	Affidabilità			
Zr	-0,841	Valore della variabile standardizzata legata all'affidabilità R			
So	0,45	Deviazione standard che tiene conto dell'errore che si commette nelle previsioni dei volumi di traffico e delle prestazioni della pavimentazione			
SN [pollici]	3,35	Structural Number			
PSI i	4,2	Grado di efficienza iniziale della pavimentazione			
PSI f	3	Grado di efficienza finale della pavimentazione			
Mr [psi]	15000	Modulo resiliente del sottofondo			
LogW8.2	6,64				
W8.2	4.322.529	Numero di assi singoli equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN) sopportabile dalla pavimentazione			

**Determinazione del coefficiente di equivalenza tra assi reali ed assi da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN)
sulla base dello spettro di traffico relativo alle Strade Locali riportato nel "Catalogo delle
pavimentazioni stradali - BU CNR N.78 del 15/09/1995"**

SN [cm]	PSI in	PSI fin								
8,50	4,2	3								
Tipo Veicolo	ni	Pi (kN)	Ti	Bi	G	B*	A	CSNi	CSNi * (ni/100)	
Autocarri leggeri	1	80	10	1	0,402	-0,352	0,942	3,171	0,0007	0,001
	1	80	20	1	0,410	-0,352	0,942	2,093	0,0081	0,006
	2	0	15	1	0,405	-0,352	0,942	2,559	0,0028	0,000
	2	0	30	1	0,429	-0,352	0,942	1,419	0,0381	0,000
Autocarri medi e pesanti	3	0	40	1	0,467	-0,352	0,942	0,955	0,1109	0,000
	3	0	80	1	0,933	-0,352	0,942	-0,003	1,0079	0,000
	4	0	50	1	0,529	-0,352	0,942	0,622	0,2390	0,000
	4	0	110	1	1,824	-0,352	0,942	-0,452	2,8285	0,000
Autocarri pesanti	5	0	40	1	0,467	-0,352	0,942	0,955	0,1109	0,000
	5	0	160	2	0,933	-0,352	0,942	-0,142	1,3864	0,000
	6	0	60	1	0,623	-0,352	0,942	0,371	0,4259	0,000
	6	0	200	2	1,460	-0,352	0,942	-0,448	2,8054	0,000
Autotreni e autoarticolati	7	0	40	1	0,467	-0,352	0,942	0,955	0,1109	0,000
	7	0	90	1	1,165	-0,352	0,942	-0,161	1,4489	0,000
	7	0	80	1	0,933	-0,352	0,942	-0,003	1,0079	0,000
	7	0	80	1	0,933	-0,352	0,942	-0,003	1,0079	0,000
	8	0	60	1	0,623	-0,352	0,942	0,371	0,4259	0,000
	8	0	100	1	1,460	-0,352	0,942	-0,310	2,0395	0,000
	8	0	100	1	1,460	-0,352	0,942	-0,310	2,0395	0,000
	8	0	100	1	1,460	-0,352	0,942	-0,310	2,0395	0,000
	8	0	100	1	1,460	-0,352	0,942	-0,310	2,0395	0,000
	8	0	100	1	1,460	-0,352	0,942	-0,310	2,0395	0,000
	9	0	160	2	0,933	-0,352	0,942	-0,142	1,3864	0,000
	10	0	60	1	0,623	-0,352	0,942	0,371	0,4259	0,000
	10	0	180	2	1,165	-0,352	0,942	-0,300	1,9930	0,000
	10	0	200	2	1,460	-0,352	0,942	-0,448	2,8054	0,000
	11	0	40	1	0,467	-0,352	0,942	0,955	0,1109	0,000
	11	0	100	1	1,460	-0,352	0,942	-0,310	2,0395	0,000
11	0	240	3	0,933	-0,352	0,942	-0,223	1,6706	0,000	
12	0	60	1	0,623	-0,352	0,942	0,371	0,4259	0,000	
12	0	110	1	1,824	-0,352	0,942	-0,452	2,8285	0,000	
12	0	270	3	1,165	-0,352	0,942	-0,381	2,4017	0,000	
Mezzi d'opera	13	0,0	50	1	0,529	-0,352	0,942	0,622	0,2390	0,000
	13	0,0	120	1	2,266	-0,352	0,942	-0,588	3,8737	0,000
	13	0,0	390	3	2,795	-0,352	0,942	-0,939	8,6888	0,000
Autobus	14	20	40	1	0,467	-0,352	0,942	0,955	0,1109	0,022
	14	20	80	1	0,933	-0,352	0,942	-0,003	1,0079	0,202
	15	0	60	1	0,623	-0,352	0,942	0,371	0,4259	0,000
	15	0	100	1	1,460	-0,352	0,942	-0,310	2,0395	0,000
	16	0	50	1	0,529	-0,352	0,942	0,622	0,2390	0,000
	16	0	80	1	0,933	-0,352	0,942	-0,003	1,0079	0,000
									0,23	

Numero di assi di veicoli commerciali nell'arco della vita utile lungo la corsia più carica in assi equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN)

CSN	0,23	Coefficiente di equivalenza tra assi reali ed assi singoli equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN)			
Tn	4.785.290	Numero di assi di veicoli commerciali nell'arco della vita utile lungo la corsia più carica			
N8.2	1.104.171	Numero di assi di veicoli commerciali nell'arco della vita utile lungo la corsia più carica in assi equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN)			
Verifica della pavimentazione					
N8.2	1.104.171	Numero di assi di veicoli commerciali nell'arco della vita utile lungo la corsia più carica in assi equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN)			
W8.2	4.322.529	Numero di assi singoli equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN) sopportabile dalla pavimentazione			
Esito verifica	verifica soddisfatta				
W8.2 / N8.2	3,91				

13 BARRIERE DI SICUREZZA

Lungo i margini stradali è stata prevista l'installazione di barriere di sicurezza longitudinali allo scopo di realizzare accettabili condizioni di sicurezza, garantendo, entro certi limiti, il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale. La scelta delle barriere (caratterizzata da una certa classe alla quale è associato un determinato livello di contenimento) è avvenuta coerentemente alle prescrizioni normative contenute nel D.M. 21/06/2004 (Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali), ovvero in funzione del tipo di strada, del tipo di traffico e della destinazione della barriera.

I dispositivi di ritenuta sono stati definiti tenendo conto del Decreto 18 febbraio 1992 n. 223, così come modificato dal D.M. 3.6.1998, dal D.M. 21.6.2004 e dal D.M. 28.6.2011, ed alle prescrizioni di cui al D.M. 28.6.2011 "Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale". Inoltre, sono state prese in considerazione le indicazioni contenute nella Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21.7.2010 n. 62032 "Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali".

Per l'ubicazione dei dispositivi di ritenuta lungo i tratti stradali di progetto si rimanda agli specifici elaborati, contenuti nella sezione "PROGETTO STRADALE-SEGNALETICA E BARRIERE DI SICUREZZA", riportati nel seguito ed a cui si rimanda.

PROGETTO STRADALE - SEGNALETICA E BARRIERE DI SICUREZZA													
T	0	0	PS	0	0	TRA	PN	0	9			Planimetria barriere di sicurezza - Tavola 1 di 4	1:1000
T	0	0	PS	0	0	TRA	PN	1	0			Planimetria barriere di sicurezza - Tavola 2 di 4	1:1000
T	0	0	PS	0	0	TRA	PN	1	1			Planimetria barriere di sicurezza - Tavola 3 di 4	1:1000
T	0	0	PS	0	0	TRA	PN	1	2			Planimetria barriere di sicurezza - Tavola 4 di 4	1:1000
T	0	0	PS	0	0	TRA	PN	1	3			Particolari tipologici schemi di installazione - tav. 1 di 2	1:50
T	0	0	PS	0	0	TRA	PN	1	4			Particolari tipologici schemi di installazione - tav. 2 di 2	VARIE

Gli elaborati di cui sopra forniscono indicazioni riguardo la tipologia e l'ubicazione dei dispositivi di ritenuta.

Il progetto e la disposizione finale dei dispositivi di ritenuta, l'adattamento degli stessi alla sede stradale (in termini di supporti, drenaggio delle acque, collegamenti tra i diversi tipi di protezione, zone di approccio alle barriere ecc.) e l'individuazione delle protezioni dei punti singolari, saranno definiti in fase costruttiva in funzione delle caratteristiche e prestazioni dei dispositivi certificati disponibili del produttore/fornitore individuato.

13.1 PRESCRIZIONI NORMATIVE

Il D.M. 2367 del 21/06/2004 fornisce la classe minima da adottare per le barriere di sicurezza per le diverse destinazioni (spartitraffico, bordo laterale e bordo ponte) in funzione del livello di traffico e del tipo di strada, come riportato nella tabella successiva.

Tipo di strada	Tipo di traffico	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

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

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

Le prescrizioni di cui alla tabella precedente sono valide per l'asse stradale e per le zone di svincolo.

La destinazione "Barriere bordo ponte" si riferisce solo ad "opere di luce superiore a 10 metri"; per luci minori sono equiparate al bordo laterale", indipendentemente dalla loro altezza sul piano campagna. Come chiarito dalla Circolare 62032/2010, i muri di sostegno, che sono evidentemente opere di luce nulla, sono pertanto da equiparare anch'essi al bordo laterale, indipendentemente dall'altezza sul piano campagna e dalla loro estensione. In ogni caso i muri e le opere d'arte, indipendentemente dalla loro luce e dalla loro altezza sul piano campagna, devono essere sempre protetti con barriere di classe non inferiore ad H2.

Si evidenzia che il criterio definito dalla norma si riferisce alla luce dell'opera e non alla lunghezza dell'eventuale cordolo soprastante, che può interessare anche eventuali muri andatori. Nel caso in cui la barriera sia da installare su cordolo in cemento armato, la tipologia di barriera dovrà essere del tipo "da bordo opera d'arte" sebbene della classe corrispondente al bordo laterale, quindi già provata su cordolo in cemento armato (non una barriera provata su terra, installata successivamente su cordolo in cemento armato, circostanza che ne modificherebbe in modo sostanziale il funzionamento).

Il D.M. 21/06/2004 non prevede invece l'obbligo di protezione nel caso di sezione in trincea o di muri di controripa. In queste situazioni occorre valutare, caso per caso, le situazioni in cui risulti preferibile l'aggiunta di una protezione anche in considerazione della eventuale presenza di ostacoli (pali della luce, strutture di segnaletica non cedevoli, pile da ponte etc). Analogamente non sono prescritte specifiche protezioni per le sezioni in galleria dove il profilo redirettivo richiesto dal D.M. 6792 del 05/11/2001 e s.m.i., per le gallerie realizzate su strade nuove, rappresenta, nella configurazione riportata, una mera configurazione geometrica dell'elemento marginale e non una barriera omologata o provata conformemente alle norme della serie UNI EN 1317. Viceversa, la sezione iniziale di una galleria o di un muro di controripa, se non opportunamente sagomata (per evitare il possibile urto frontale), dovrà essere protetta ai sensi dell'art. 3 delle istruzioni tecniche allegate al D.M. 21/06/2004.

Tali condizioni rappresentano le minime ammesse dalla norma e, come richiamato dall'art. 6 delle istruzioni tecniche allegate al D.M. 21/06/2004, "ove reputato necessario, il progettista potrà utilizzare dispositivi della classe superiore a quella minima indicata". Per quanto attiene agli attenuatori d'urto testati ai sensi della norma EN1317-3 il D.M. 21/06/2004 prevede l'obbligo di impiego di questo tipo di dispositivi nel caso in cui sia presente l'inizio delle barriere in corrispondenza di cuspidi con la sola eccezione di cuspidi tra rampe percorse a velocità < 40 km/h.

La classe minima per la protezione delle cuspidi è definita dal D.M. 21/06/2004 solo in funzione della velocità imposta nella strada da cui diverge la rampa, come mostrato nella tabella seguente.

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

Il D.M. 21/06/2004 chiarisce altresì che ogniqualvolta sia possibile si preferiranno soluzioni di minore pericolosità quali letti di arresto o simili, da testare con la sola prova tipo TB11 della norma EN 1317.

Per quanto attiene ai terminali speciali testati ai sensi della norma ENV1317-4, che il D.M. 21/06/2004 ammette di utilizzare, laddove ritenuto necessario, in sostituzione dei terminali semplici, non testati ma progettati in modo da

minimizzare il rischio di urto frontale contro l'elemento terminale, questi, se impiegati, dovranno essere di classe non inferiore alla minima della tabella seguente.

Velocità imposta nel sito da proteggere		Classe dei terminali
Con velocità	$V \geq 130$ km/h	P3
Con velocità	$90 \leq V < 130$ km/h	P2
Con velocità	$V < 90$ km/h	P1

Il D.M. 223/1992 e s.m.i. si applica solo alle strade ad uso pubblico extraurbane ed urbane che hanno velocità di progetto maggiore o uguale a 70 km/h. Sono espressamente escluse dal campo di applicazione della norma in argomento le progettazioni inerenti le strade extraurbane ed urbane con velocità di progetto inferiore a 70 km/h.

13.2 DEFINIZIONE DELLE CLASSI MINIME DI BARRIERE DA IMPIEGARE

Per la definizione delle classi di barriere da adottare in progetto risulta necessario, secondo quanto previsto dal D.M. 21/06/2004, definire, oltre alla classe funzionale ed alla destinazione delle protezioni (bordo rilevato e bordo ponte), la classe di traffico a cui appartiene la strada oggetto di progettazione.

La classe di traffico si definisce in funzione del Traffico Giornaliero Medio (TGM) bidirezionale (o totale ma monodirezionale nel caso di tratti a senso unico di marcia) e della percentuale di veicoli pesanti (di massa > 3.5 t), secondo lo schema della tabella seguente.

Tipo di traffico	TGM bidirezionale	% pes
I	≤ 1000	qualunque
	> 1000	$\%pes \leq 5$
II	> 1000	$5 < \%pes \leq 15$
III	> 1000	$\%pes > 15$

Ai fini della scelta della classe delle barriere è stato preso in considerazione un traffico di Tipo III.

Per l'Adeguamento Autostrada A90 (GRA), le viabilità complanari e le rampe di svincolo, sulla base del livello di traffico considerato ed in funzione del tipo di strada (Autostrada-Cat.A), il D.M. 21/06/2004 individua le seguenti classi minime di barriere da impiegare.

Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo ponte ⁽¹⁾
H3-H4 ⁽²⁾	H2-H3 ⁽²⁾	H3-H4 ⁽²⁾

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

Per il tratto stradale relativo alla viabilità di collegamento con Via Acuto, sulla base del livello di traffico considerato ed in funzione del tipo di strada (Strada Locale-Cat.F), il D.M. 21/06/2004 individua come classi minime di barriere da impiegare Barriere bordo laterale di classe N2.

13.3 BARRIERE LONGITUDINALI PREVISTE IN PROGETTO

13.3.1 Tipologia, classe e requisiti prestazionali

Sulla base della classe di traffico considerata, delle indicazioni e prescrizioni normative, delle caratteristiche del corpo stradale e delle condizioni geometriche e vincoli esistenti, sono state previste le seguenti barriere longitudinali:

- Barriera metallica classe H2 bordo laterale (H2BL);
- Barriera metallica classe H3 bordo laterale (H3BL);
- Barriera metallica classe H3 bordo ponte (H3BP);
- Barriera metallica classe H4 bordo ponte (H4BP)
- Barriera metallica classe H4 bordo ponte con rete integrata (H4BP con rete integrata);
- Barriera “New-Jersey” spartitraffico bifilare classe H4 (H4SP).

Per la protezione dello spartitraffico tra GRA e complanari in sede naturale, è stato previsto un sistema bifilare di barriere composto da due barriere metalliche di classe H3 bordo laterale. Tale scelta, in linea con i criteri del D.M. 21/06/2004, è conseguita dalla necessità di minimizzare i tipi di barriera da utilizzare, con adozione delle medesime barriere sia per la protezione del margine esterno che per la protezione del margine interno.

Per quanto riguarda la protezione bordo ponte, in considerazione delle caratteristiche infrastrutturali, orografiche e territoriali degli ambiti interessati dalle opere di attraversamento, si è scelto di applicare la classe superiore tra le due prescritte dalla normativa, ovvero la classe H4.

Per la protezione dello spartitraffico dell’Adeguamento Autostrada A90 (GRA), in continuità con le protezioni installate sull’infrastruttura esistente del GRA, è stata prevista una barriera “New-Jersey” spartitraffico bifilare di classe H4, scegliendo di applicare la classe superiore tra le due prescritte dalla normativa in considerazione di parametri deformativi associati a tale classe, più contenuti rispetto ad analoghe barriere di classe H3, compatibili con le dimensioni del margine interno.

In corrispondenza dei muri di sostegno è prevista l’installazione di barriere bordo ponte di classe H3, ovvero barriere di classe corrispondente a quella adottata per la protezione bordo laterale e testate e certificate per installazione su cordolo.

Lungo i tratti di complanare esterna in adeguamento in sede del GRA con protezioni esistenti costituite da profilo redirettivo (lato destro carreggiata esterna GRA esistente), a protezione di opere di sostegno esistenti di controripa, si prevede in progetto analoga protezione.

Per la protezione di margini del tratto stradale relativo alla viabilità di collegamento con Via Acuto e lungo i margini della Rotatoria Via Armenise, sono state previste barriere di sicurezza bordo laterale di classe H2.

Per quanto riguarda i requisiti prestazionali, si fa riferimento alla gamma di barriere “commerciali” testate e certificate corrispondenti alle tipologie e classi previste a cui risultano associati parametri deformativi congruenti con le modalità di installazione ed il posizionamento degli ostacoli a tergo. In particolare, con riferimento alle tipologie di barriere previste in progetto è previsto, in particolare, l’impiego di barriere caratterizzate dai parametri riportati nella seguente tabella.

Caratteristiche prestazionali Barriere di progetto (*)				
Barriera	Wn	VIn	Dn	ASI
H2BL	W4 (1.3m)	VI4 (1.3m)	1.2 m	A
H3BL	W3 (1.0m)	VI5 (1.4m)	0.8 m	A
H3BP	W4 (1.2m)	VI7 (2.3m)	0.9 m	B
H4BP	W3 (0.9m)	VI3 (1.0m)	0.5 m	B
H4BP con rete integrata	W3 (1.0m)	VI4 (1.3m)	0.5 m	B
H4SP	W2 (0.8m)	VI6 (2.1m)	0.3 m	B

(*) Sono state previste barriere "Commerciali"

I dispositivi di ritenuta che possono essere impiegati su strada ai sensi del decreto ministeriale 18 febbraio 1992 n. 223, in tutte le procedure di affidamento avviate successivamente al 20.8.2007, sono:

- dispositivi omologati ai sensi del decreto ministeriale 21.6.2004;
- dispositivi che hanno ottenuto la marcatura CE ai sensi della norma UNI EN 1317-5;
- dispositivi rispondenti alle norme UNI EN 1317, parti 1, 2, 3 e 4 in quanto dotati di rapporti di prova eseguiti con le modalità suddette.

L'impiego di dispositivi che hanno ottenuto la marcatura CE ai sensi della norma UNI EN 1317-5 è subordinato alla verifica, da parte degli Enti Appaltanti, di rispondenza alle norme UNI EN 1317, parti 1, 2, 3 e 4, qualora ciò non sia espressamente indicato nei rapporti rilasciati da campi prova certificati secondo le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17025.

Il produttore dovrà fornire copia dei rapporti di prova, del progetto del dispositivo e del manuale di uso per consentire di valutare tramite, i disegni e le indicazioni in essi contenuti, le corrette modalità di installazione in opera: detti rapporti dovranno anche contenere le caratteristiche dei materiali con cui è stato realizzato il dispositivo su cui sono state effettuate le prove ai sensi delle norme della serie UNI EN 1317.

Con riferimento alle prescrizioni contenute nel D.M. 01/04/2019 "Dispositivi di sicurezza per i motociclisti (DSM)", si rileva che è richiesta l'applicazione per raggi di curvatura inferiori a 250 m, ovvero in corrispondenza delle rampe di svincolo. L'applicazione dei DSM può avvenire tramite profilo salva motociclista aggiunto su barriere discontinue certificate (l'installazione del profilo comporta una modifica di prodotto), oppure attraverso l'installazione di barriere certificate già dotate di DSM.

13.3.2 Sviluppo delle barriere di sicurezza

Al fine di consentire un corretto funzionamento delle barriere, il D.M. 21/06/2004 prevede che si estenda la protezione con una barriera della medesima classe per uno sviluppo sufficiente a garantire che la barriera funzioni opportunamente nel punto di inizio e di fine del tratto da proteggere. A monte del primo punto in cui la protezione deve esplicare il suo pieno funzionamento è stato pertanto previsto un tratto di barriera denominato "ala prima" e, analogamente, a valle è stata prevista una "ala dopo". Entrambe le "ali" sono caratterizzate dal medesimo livello di contenimento della barriera previsto nel tratto da proteggere. Per quanto attiene allo sviluppo delle "ali" il D.M. 21/06/2004 prevede che "Le protezioni dovranno in ogni caso essere effettuate per una estensione almeno pari a quella indicata nel certificato di omologazione, ponendone circa due terzi prima dell'ostacolo, integrando lo stesso dispositivo con eventuali ancoraggi e con i terminali semplici indicati nel certificato di omologazione, salvo diversa

prescrizione del progettista secondo i criteri indicati nell'art. 6.". La circolare 62032/2010 chiarisce altresì che "l'estensione minima pari a quella indicata nel certificato di omologazione ha valore prescrittivo mentre il posizionamento di due terzi prima ha carattere indicativo. Il progettista può stabilire lo sviluppo di barriera da porre a monte dell'ostacolo, tenendo conto delle modalità con cui sono state effettuate le prove sulla barriera per l'omologazione e della morfologia della strada. Nelle strade a doppio senso di marcia, dove non è possibile individuare il tratto "prima dell'ostacolo", le medesime protezioni andranno realizzate da entrambi i lati dell'ostacolo, fermo restando il vincolo dell'estensione minima di barriera da installare. Nelle strade a senso unico di marcia la barriera dovrà in tutti i casi essere estesa oltre l'ultimo punto da proteggere, in modo da assicurare che le condizioni di funzionamento siano soddisfacenti in tutto il tratto di interesse."

Per quanto attiene alla distanza tra il punto d'urto e l'elemento iniziale della barriera la norma EN1317-2 prevede che l'urto avvenga in un punto a circa un terzo della lunghezza della barriera di sicurezza dall'estremità di avvicinamento. Pertanto la misura di "ala prima" strettamente necessaria è stimabile in $1/3$ della lunghezza minima di funzionamento (L_f).

Nel presente progetto sono state pertanto adottate le seguenti misure per le "ali":

- "ala prima" di un'opera d'arte su rampe monodirezionali: $L_1=2/3 L_f$ come da raccomandazione del D.M. 21/06/2004;
- "ala dopo" di un'opera d'arte su rampe monodirezionali: $L_2=1/3 L_f$;
- "ala prima" ed "ala dopo" su asse principale e rampe bidirezionali: $L_1=L_2=1/3 L_f$ come da EN 1317-2;
- "ala prima" ed "ala dopo" il punto in cui è previsto il cambio di classe di una barriera (ad esempio il punto in cui cessa l'esigenza di avere una barriera di classe H3 sul bordo laterale dell'asse e si può passare all'H2): $L_1=L_2=1/3 L_f$ come da EN 1317-2;
- "ala prima" ed "ala dopo" i punti di inizio e fine del tratto in cui la barriera posta a protezione degli ostacoli isolati deve esplicare il suo pieno funzionamento $L_1=L_2=1/3 L_f$ come da EN 1317-2.

Il valore di L_f (lunghezza di funzionamento) è stato adottato in progetto pari a 90 m in modo concorde con la quasi totalità delle lunghezze di crash test effettuate nei campi prova per la certificazione. Nel caso in cui la barriera in fornitura abbia una lunghezza minima di funzionamento (L_f) maggiore di 90 m, le previsioni progettuali dovranno essere adattate al valore di L_f e, di conseguenza, di L_1 ($=2/3 L_f$) e di L_2 ($=1/3 L_f$), della barriera che si intende installare.

Secondo l'art. 3 delle istruzioni tecniche allegate al del D.M. 21.6.2004, lo sviluppo complessivo della barriera installata non deve essere comunque inferiore alla lunghezza di funzionamento (L_f).

L'art. 6 delle istruzioni tecniche allegate al D.M. 21.6.2004 prevede che, laddove non sia possibile installare un dispositivo con una lunghezza minima pari a quella effettivamente testata (per esempio ponti o ponticelli aventi lunghezze in alcuni casi sensibilmente inferiori all'estensione minima del dispositivo) sarà possibile installare una estensione di dispositivo inferiore a quella effettivamente testata, provvedendo però a raggiungere la estensione minima attraverso un dispositivo diverso (per esempio testato con pali infissi nel terreno), ma di pari classe di contenimento (o di classe ridotta - H3 - nel caso di affiancamento a barriere bordo ponte di classe H4) garantendo inoltre la continuità strutturale. L'estensione minima che il tratto di dispositivo "misto" dovrà raggiungere sarà costituita dalla maggiore delle lunghezze di funzionamento dei due tipi di dispositivo da impiegare. Ovviamente il riferimento all'estensione delle opere d'arte implica che il "non sia possibile" vada inteso non in senso assoluto ma relativamente allo stato dei luoghi previsto in progetto senza necessità di prevedere opere addizionali come la realizzazione di appositi cordoli su rilevato per l'installazione delle barriere di sicurezza del tipo "da bordo opera

d'arte" sull'intera estesa della lunghezza minima di funzionamento. Nel caso di dispositivi "misti" l'estensione di "ala" necessaria a garantire nel complesso la Lf non dovrà essere intesa come una barriera a sé stante (che a sua volta richiederebbe una lunghezza minima di Lf) ma come parte del sistema misto che nel suo complesso deve garantire la lunghezza minima di funzionamento maggiore tra quelle dei dispositivi da installare.

Per realizzare un dispositivo "misto" la barriera bordo opera d'arte e la barriera da bordo laterale devono garantire la continuità strutturale degli elementi longitudinali. Si considerano elementi longitudinali strutturalmente "resistenti" la lama principale a tripla onda, l'eventuale lama secondaria sottostante o soprastante la lama principale, ed i profilati aventi funzione strutturale. Non sono considerati elementi strutturali "resistenti" i correnti superiori con esclusiva funzione di antiribaltamento ed i correnti inferiori pararuota. La continuità degli elementi longitudinali delle 2 barriere può essere garantita anche se questi sono installati ad altezze leggermente diverse.

13.3.3 Elementi di protezione complementare

Nell'ambito del progetto sono stati previsti i seguenti elementi di protezione complementare.

Attenuatori d'urto

In corrispondenza delle cuspidi delle corsie di uscita dal GRA si prevede l'installazione di attenuatori d'urto frontali redirettivi di classe 100 conformi alla norma EN1317-3.

E' prevista, inoltre, l'installazione di attenuatori d'urto di classe 50 conformi alla norma EN1317-3 in corrispondenza delle cuspidi individuate dalle diramazioni delle rampe di svincolo, dalle diramazioni delle complanari e dalle diramazioni tra rampe di e viabilità complanari.

Transizioni

Tra barriere di diverso tipo sono previsti elementi di transizione. Le transizioni non sono prodotti soggetti a prova o a marcatura CE, ma sono elementi di raccordo tra dispositivi diversi che devono rispondere a specifici requisiti di carattere geometrico e funzionale e sono finalizzati a garantire la continuità strutturale tra i dispositivi raccordati.

Terminali

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

I terminali semplici di cui sopra non sono parte del sistema testato ai sensi della norma EN1317-2 e sono dispositivi diversi dagli eventuali sistemi di ancoraggio che possono essere presenti durante il crash che, non essendo testati rispetto ad eventuali urti frontali, non garantiscono alcun livello di sicurezza come elementi terminali installati su strada.

In particolare, si definisce terminale semplice il tratto di barriera al suo inizio e quello alla sua fine (che spesso sono diversi) riportate nei disegni delle omologazioni o dei rapporti di prova delle diverse soluzioni; si tratta in genere di interramenti e deviazioni della parte terminale d'inizio, combinate o meno tra loro, senza ancoraggi speciali.

I terminali di inizio e fine vanno previsti in zone della strada dove la loro presenza non generi problemi in caso d'urto (non causi cioè fuoriuscite pericolose, urti su oggetti esterni o simili) per questo motivo le barriere poste su rilevato devono iniziare e finire all'interno delle trincee ad esso adiacenti e terminare a terra e/o deviando sulla parete della trincea.

Per i terminali di inizio, sono stati previsti terminali speciali testati di classe P2 per le Viabilità complanari e di classe P1 per le rampe di svincolo.

Per i terminali di fine sono stati previsti terminali semplici.

14 SEGNALETICA

Il progetto della segnaletica orizzontale e verticale è stato sviluppato coerentemente alle prescrizioni contenute nel “Nuovo Codice della Strada D.L. n. 285 del 30/04/1992” (Artt. 38, 39, 40, 41, 42) e nel “Regolamento d’esecuzione ed attuazione del Nuovo Codice della Strada D.P.R. n. 495 del 16/12/1992”.

Allo scopo di consentire una buona leggibilità del tracciato in tutte le condizioni climatiche e di visibilità e garantire informazioni utili per l’attività di guida, il progetto della segnaletica orizzontale e verticale è stato redatto in modo da rispondere ai seguenti requisiti:

- congruenza con la situazione stradale che si vuole descrivere;
- coerenza sul medesimo itinerario;
- omogeneità sul medesimo itinerario.

Si precisa che la segnaletica sarà concordata con l’Ente gestore della viabilità in oggetto, per cui essa potrà essere modificata rispetto al progetto sviluppato.

Per i dettagli riguardanti la configurazione della segnaletica orizzontale ed il tipo ed ubicazione della segnaletica verticale, si rimanda agli specifici elaborati contenuti nella sezione “PROGETTO STRADALE- SEGNALETICA E BARRIERE DI SICUREZZA”:

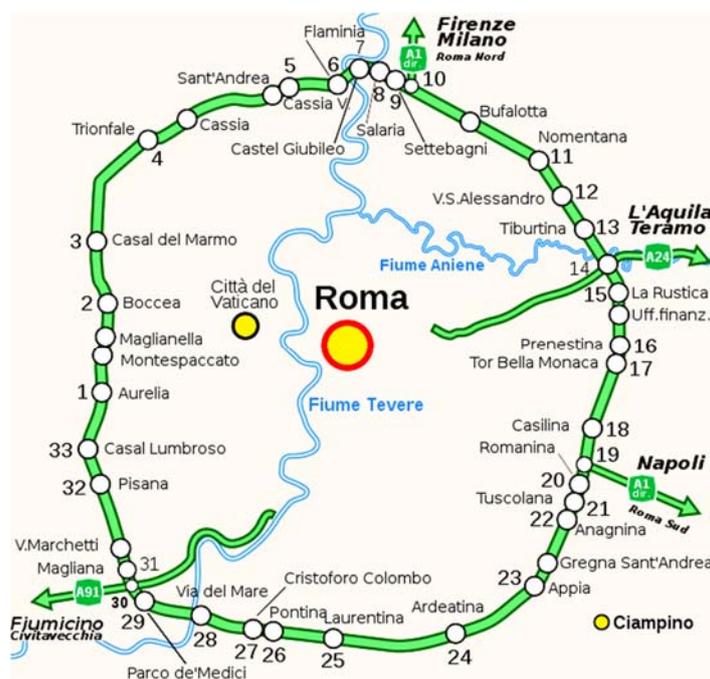
PROGETTO STRADALE - SEGNALETICA E BARRIERE DI SICUREZZA													
T	0	0	PS	0	0	TRA	PN	0	1			Planimetria segnaletica orizzontale e verticale - Tavola 1 di 6	1:1000
T	0	0	PS	0	0	TRA	PN	0	2			Planimetria segnaletica orizzontale e verticale - Tavola 2 di 6	1:1000
T	0	0	PS	0	0	TRA	PN	0	3			Planimetria segnaletica orizzontale e verticale - Tavola 3 di 6	1:1000
T	0	0	PS	0	0	TRA	PN	0	4			Planimetria segnaletica orizzontale e verticale - Tavola 4 di 6	1:1000
T	0	0	PS	0	0	TRA	PN	0	5			Planimetria segnaletica orizzontale e verticale - Tavola 5 di 6	1:1000
T	0	0	PS	0	0	TRA	PN	0	6			Planimetria segnaletica orizzontale e verticale - Tavola 6 di 6	1:1000

15 RELAZIONE DI SICUREZZA EX ART. 4 DM 22.04.04

L'intervento in progetto, riguardante il potenziamento dell'Autostrada A90 (GRA) nel tratto compreso tra lo svincolo "Centrale del Latte" (a ridosso dell'area urbana di Casal Monastero) e lo svincolo A24 consiste in un intervento di adeguamento, e come tale esula dal campo di applicazione del D.M. 05/11/2001 in base alle modifiche introdotte dal D.M. 22/04/2004. In riferimento all'art. 4 del D.M. 22/04/2004, il presente capitolo assume la valenza di "specificata relazione di analisi degli aspetti connessi con le esigenze di sicurezza".

15.1 ANALISI DELL'INFRASTRUTTURA ESISTENTE

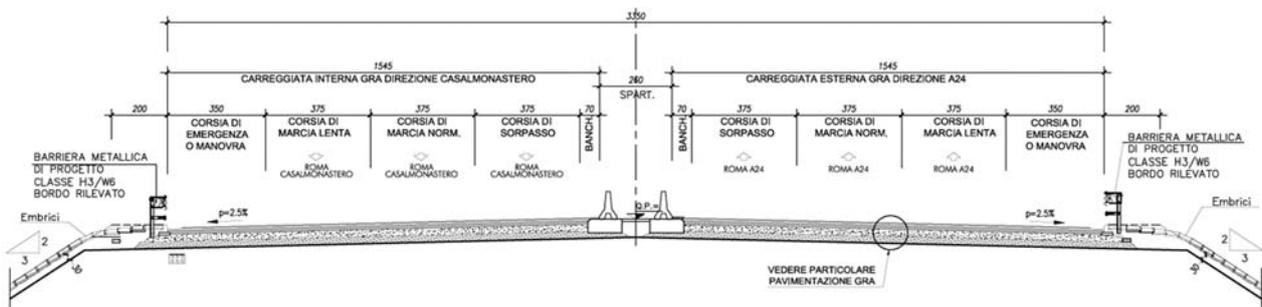
L'infrastruttura attuale è costituita dall'Autostrada A90 (GRA) la quale costituisce autostrada tangenziale che circonda il centro della città di Roma.



Tracciato schematico del GRA

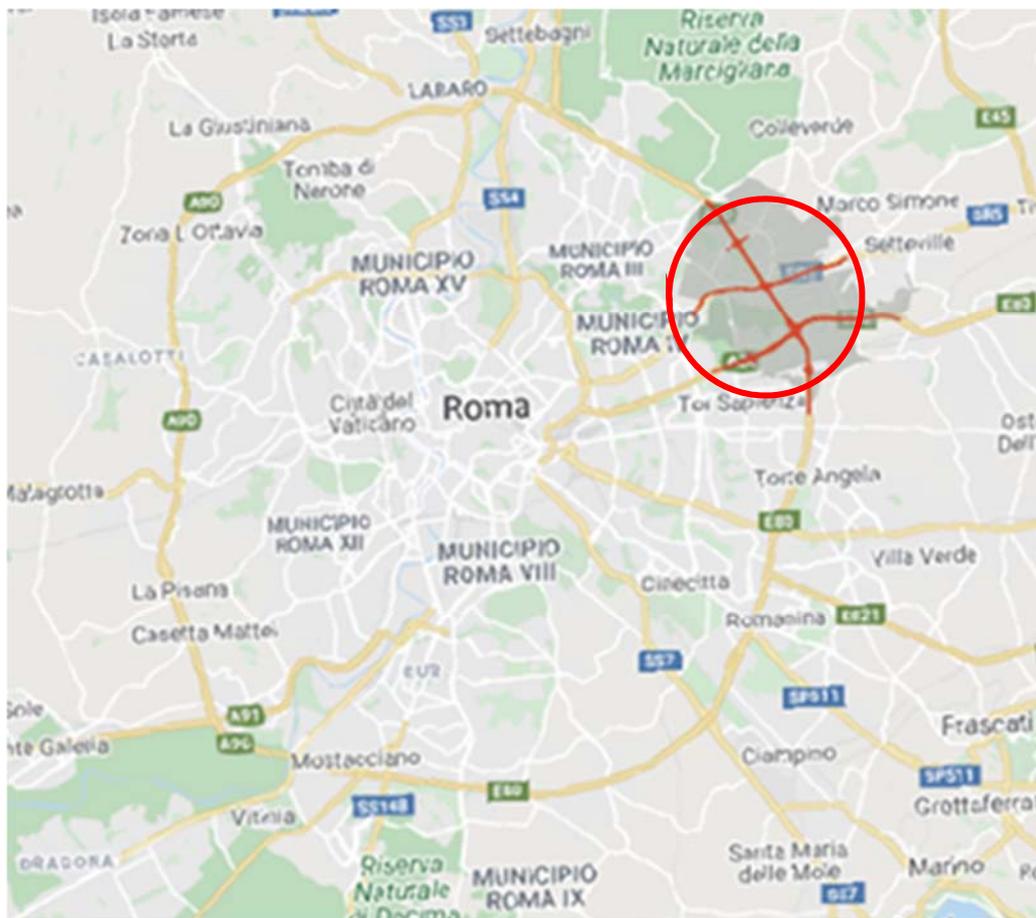
Il tracciato, circolare chiuso e senza discontinuità, è a doppio senso di marcia con tre corsie per carreggiata, con sezione stradale, conforme alla Categoria A, con piattaforma stradale, illustrata nella figura successiva, pari a 33,50 m e composta da:

- 3 corsie per senso di marcia da 3,75 m;
- corsia di emergenza di 3,50 m;
- banchina in sinistra da 0,70 m;
- spartitraffico da 2,60 m.



Sezione tipo del GRA

Il tratto del GRA oggetto del presente Progetto Definitivo si sviluppa, per circa 3 km, nella parte compresa tra lo svincolo 12 Centrale del latte (Casal Monastero) al km 28+300 e lo svincolo 14 corrispondente all'intersezione con l'A24, al km 31+500 dell'anello.



Individuazione tratto del GRA oggetto di intervento

Il tratto del GRA di interesse progettuale è caratterizzato da un andamento planimetrico pressoché rettilineo e da un andamento altimetrico, sostanzialmente sub-orizzontale, con pendenze longitudinali massime pari a circa 2 % e valori minimi dei raccordi altimetrici concavi e convessi rispettivamente pari a 8.000 m e 14.200 m.



Tratto del GRA oggetto di intervento

Gli svincoli afferenti al tratto di interesse progettuale sono i seguenti:

- Svincolo 12 “Centrale del Latte”: ubicato al km 28+300 con destinazioni Torraccia, San Basilio (dentro Roma) e Via di Sant’Alessandro e Casal Monastero (fuori Roma);
- Svincolo 13 “Via Tiburtina”: ubicato al km 29+900 con destinazioni Ponte Mammolo e Policlinico Umberto I (dentro Roma) e Settecamini e Tivoli (fuori Roma);
- Svincolo 14 “Autostrada A24 Roma-L’Aquila-Teramo: ubicato al km 31+500 con destinazioni Tangenziale Est, Firenze/Napoli e Pescara.

L’attuale sede dell’Autostrada 90, a tre corsie per senso di marcia è caratterizzata da condizioni di deflusso critiche e prossime alla saturazione.

Nell’ambito delle analisi effettuate per la predisposizione dello studio di impatto viabilistico e verifica di compatibilità trasportistica, di cui allo “Studio di Impatto del Traffico”, sviluppato nella presente fase progettuale ed inserito nell’ambito dell’elaborato “STUDIO DEL TRAFFICO-Relazione sullo studio del traffico” (T00SG00GENRE01), è stata analizzata la velocità media di percorrenza degli archi della rete appartenente all’area di studio.

Dai risultati delle analisi svolte si osserva che, complessivamente, i veicoli percorrono la rete a una velocità molto inferiore rispetto al limite. Per le viabilità locali e residenziali la velocità media di percorrenza non è un indicatore significativo, dati i bassi limiti di velocità e la loro funzione, mentre per la viabilità principale la velocità media di percorrenza può essere ritenuto un indicatore di considerevoli livelli di congestione.

Con specifico riferimento al GRA, lo stesso presenta un livello di servizio accettabile con puntali sezioni molto caricate e sature. Questo porta ad una significativa riduzione della velocità di percorrenza media dei veicoli utenti dalla viabilità e, in generale, un decremento delle prestazioni.

Dai risultati modellistici dello stato di fatto si rileva che sull’Autostrada 90 (GRA) si osservano elevati flussi tra lo svincolo 13 di Via Tiburtina e lo svincolo 14 della A24, con oltre 5.000 veicoli nell’ora di punta per senso di marcia, con elevati valori del grado di saturazione.

Nelle figure successive si riportano il flussogramma dei veicoli leggeri ed il rapporto Flusso/Capacità con riferimento allo Stato di Fatto.



Flussogramma veicoli leggeri Stato di Fatto



Rapporto Flusso/Capacità Stato di Fatto

In termini di Traffico Giornaliero Medio (TGM), i risultati modellistici dello Stato di Fatto evidenziano che tra lo Svincolo 13 e lo Svincolo 14 il TGM assume il valore massimo ~ 160.300 veicoli totali/giorno con:

- Veicoli leggeri ~ 156.000 veicoli leggeri/giorno;
- Veicoli pesanti ~ 4.500 veicoli leggeri/giorno.

Nella tabella seguente si riportano i valori del Traffico Giornaliero Medio (TGM) corrispondenti allo Stato di Fatto, sia per l'Autostrada A90 (GRA) che per le rampe di svincolo, desunti dai risultati delle analisi modellistiche svolte nell'ambito dello "Studio di Impatto del Traffico".

	Viabilità	Tratta	Km	TGM Veicoli leggeri	TGM Veicoli pesanti
A90					
01	A90	A monte svincolo 12	Km 27 + 900	107.257	4.745
02	A90	Tra svincolo 12 e 13	Km 28 +900	122.943	5.143
03	A90	Tra svincolo 13 e 14	Km 30 + 100	155.714	4.538
04	A90	Tra svincolo 13 e 14	Km 31 + 000	155.714	4.538
05	A90	A valle svincolo 14	Km 32 + 300	120.314	4.255
Svincoli					
06	A90 - Svincolo 12	A90 Direzione Sud – Uscita	Km 28 + 100	4.014	160
07	A90 - Svincolo 12	A90 Direzione Sud – Ingresso	Km 28 + 500	21.214	415
08	A90 - Svincolo 12	A90 Direzione Nord - Uscita	Km 28 + 500	11.114	360
09	A90 - Svincolo 12	A90 Direzione Nord – Ingresso	Km 28 +100	12.643	217
10	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Sud – Uscita	Km 29 + 700	7.357	38
11	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Sud – Ingresso (Rampa Zona di scambio)	Km 29 + 800	4.457	198
12	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Sud – Uscita (Rampa Zona di scambio)	Km 29 + 800	11.371	472
13	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Sud – Ingresso	Km 30 + 000	24.243	339
14	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Nord – Uscita	Km 30 + 000	14.743	245
15	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Nord – Ingresso (Rampa Zona di scambio)	Km 29 + 800	1.014	104
16	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Nord – Uscita (Rampa Zona di scambio)	Km 29 + 800	17.514	38
17	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Nord – Ingresso	Km 29 + 700	8.457	813
18	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Sud – Uscita	Km 31 + 200	34.443	716
19	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Sud – Ingresso	Km 31 + 400	17.400	708
20	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Sud – Ingresso	Km 32 + 000	429	9
21	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Nord – Uscita	Km 32 + 000	24.729	632
22	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Nord – Ingresso	Km 31 + 400	43.514	915

Per quanto riguarda l'incidentalità, sono stati presi in considerazione i dati ACI/ISTAT relativi al triennio 2016-2018 riferiti al tratto di estesa pari a circa 3 km (da km 28+300 a km 31+500) in cui ricadono gli interventi di progetto (fonte: <http://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche/open-data.html>), desumendo i valori, riportati nella tabella seguente, corrispondenti a:

- I = numero di incidenti;
- Im = indice di mortalità = numero di incidenti/numero di morti;
- M = numero di morti;
- F = numero di feriti.

Da Km	A Km	2018				2017				2016			
		I	Im	M	F	I	Im	M	F	I	Im	M	F
28	29	16	0	0	21	10	0	0	12	6	0	0	9
29	30	17	0	0	21	11	0	0	15	16	0	0	22
30	31	12	1	1	16	10	0	0	18	16	0	0	24
		45	1	1	58	31	0	0	45	38	0	0	55

A partire dai dati di cui sopra, sono stati determinati i valori complessivi riferiti al triennio 2016-2018 che si riportano nella tabella seguente.

Da Km	A Km	Incidentalità triennio 2016-2018			
		I	Im	M	F
28	29	32	0	0	42
29	30	44	0	0	58
30	31	38	1	1	58
		114	1	1	158

Sulla base dei valori complessivi sono stati determinati gli indicatori unitari riferiti all'intero itinerario.

Da Km	A Km	Incidenti / km	Incidenti con morti / Km	IM = Morti / Km	IF = Feriti / Km
28	31	38	0,33	0,33	52,67

15.2 INTERVENTO DI POTENZIAMENTO

L'intervento di potenziamento dell'Autostrada A90 (GRA) nel tratto compreso tra lo svincolo "Centrale del Latte" (a ridosso dell'area urbana di Casal Monastero) e lo svincolo A24 prevede:

- la realizzazione di viabilità complanari, sia in carreggiata esterna che in carreggiata interna, per l'intero tratto compreso tra Casal Monastero e l'Autostrada A24, ed il necessario spostamento dell'asse attuale del GRA verso la carreggiata interna;
- l'interconnessione delle viabilità complanari con gli svincoli esistenti sul GRA (svincolo "Centrale del Latte", svincolo "Tiburtina" e svincolo "A24");
- la connessione delle viabilità complanari con il GRA mediante collegamenti in entrata ed uscita;
- il collegamento tra la complanare interna e la complanare esterna mediante scavalco del GRA;
- il collegamento della complanare esterna con le viabilità esistenti di Via Sabatino e di Via Armenise;
- la realizzazione di una nuova viabilità di collegamento con Via Acuto per ripristino accesso a Casalmonastero.

Gli elementi stradali afferenti allo schema funzionale di progetto sono inquadrabili secondo i seguenti livelli:

- Adeguamento Autostrada A90 (GRA);
- Viabilità complanari (Viabilità Complanare Interna e Viabilità Complanare Esterna);
- Rampe di svincolo (Rampe di svincolo Complanare Interna e Rampe di svincolo Complanare Esterna);
- Collegamento Via Acuto.

Nella tabella seguente sono riportati gli elementi stradali afferenti a ciascun livello con i diversi tratti previsti in progetto e le manovre/collegamenti ad essi associate.

N		Elementi stradali		n		Tratti		Manovra/collegamento				
1	1	Adeguamento Autostrada A90 (GRA)		1	1	Adeguamento Autostrada A90 (GRA)		Collegamento e raccordo con Autostrada A90 (GRA) esistente				
2	2	Viabilità complanari	Viabilità Complanare Interna	1	1	Tratto 1		Collegamento Rampa 1 e Rampa 2 con Tratto 1-2 e Rampa 3				
	3			2	2	Tratto 1-2		Collegamento Tratto 1 con Tratto 2				
	4			3	3	Tratto 2		Collegamento Tratto 1-2 e Adeguamento rampa inversione Nord con Tratto 3 e Rampa 4				
	5			4	4	Tratto 3		Collegamento Tratto 2 con Tratto 3-4 e Rampa 5				
	6			5	5	Tratto 3-4		Collegamento Tratto 3 e Rampa 7 con Tratto 4				
	7			6	6	Tratto 4		Collegamento Tratto 3-4 e Rampa 8 con Rampa 10, Rampa 11 e Rampa 12				
	8			7	7	Tratti di collegamento con Autostrada A90 (GRA)	Rampa 2	Diversione da GRA Carreggiata Interna e collegamento con Tratto 1				
	9			8	8		Rampa 3	Collegamento Tratto 1 con GRA Carreggiata Interna				
	10			9	9		Rampa 8	Collegamento GRA Carreggiata Interna con Tratto 4				
	11			10	10		Rampa 11	Collegamento Tratto 4 ed immissione in GRA Carreggiata Interna				
	3			12	Viabilità Complanare Esterna	Viabilità Complanare Esterna	11	1	Tratto 5		Collegamento Rampa 13 e Rampa 14 con Rampa 15 e Tratto 6	
13		12	2	Tratto 6			Collegamento Tratto 5 con Tratto 6-7 e Rampa 17					
14		13	3	Tratto 6-7			Collegamento Tratto 6 con Tratto 7					
15		14	4	Tratto 7			Collegamento Tratto 6-7 e Rampa 18 con Rampa 19 e Tratto 7-8					
16		15	5	Tratto 7-8			Collegamento Tratto 7 con Tratto 8					
17		16	6	Tratto 8			Collegamento Tratto 7-8 e Rampa 22 con Rampa 23 e Rampa 24					
4		18	Rampe di svincolo	Rampe di svincolo Complanare Interna			17	7	Tratti di collegamento con Autostrada A90 (GRA)	Rampa 23	Collegamento Tratto 8 ed immissione in GRA Carreggiata Esterna	
		19					1	1	Rampa 1		Collegamento Svincolo "Centrale del Latte" con ingresso in Tratto 1	
5	20	Rampe di svincolo	Rampe di svincolo Complanare Esterna	2	2	Adeguamento Rampa inversione Nord		Collegamento Rampa inversione Nord 1° Stralcio funzionale con Tratto 1-2				
	21			3	3	Rampa 4		Collegamento Svincolo "Tiburtina" con uscita da Tratto 2				
	22			4	4	Rampa 5		Collegamento Svincolo "Tiburtina" con uscita da Tratto 3				
	23			5	5	Rampa 6		Collegamento Svincolo "Tiburtina" con Rampa 5 e Rampa 7				
	24			6	6	Rampa 7		Collegamento Svincolo "Tiburtina" ed immissione in Tratto 4				
	25			7	7	Rampa 12		Collegamento Svincolo "A24" con uscita da Tratto 4				
	26			8	8	Rampa 10		Diversione da Tratto 4 e collegamento con Tratto 5				
	27			9	2	Rampa 13		Collegamento Svincolo "A24" ed immissione in Tratto 5				
	28			10	3	Rampa 14		Collegamento Svincolo "A24" con ingresso in Tratto 5				
	29			11	4	Rampa 15		Collegamento viabilità esistente Via Sabatino con uscita da Tratto 5				
	30			12	5	Rampa 17		Collegamento con Svincolo "Tiburtina" con uscita da Tratto 6				
	31			13	6	Rampa 18		Collegamento Svincolo "Tiburtina" con ingresso in Tratto 7				
	32			14	7	Rampa 19		Collegamento Tratto 7 con ingresso in Rampa di inversione Nord				
	33			15	8	Rampa 20		Collegamento Via Armenise con ingresso in Rampa di inversione Nord				

N	Elementi stradali		n		Tratti	Manovra/collegamento
6	34		16	9	Rampa 21	Collegamento Rotatoria Via Armenise ed immissione in Tratto 8
	35		17	10	Rampa 22	Diversione da GRA Carreggiata Esterna e collegamento con Tratto 8
	36		18	11	Rampa 24	Collegamento Svincolo "Centrale del Latte" con uscita da Tratto 8
6	37	Collegamento Via Acuto	1	1	Collegamento Via Acuto	Viabilità di collegamento con Via Acuto per accesso a Casal Monastero

Per la descrizione di dettaglio dell'intervento di potenziamento previsto in progetto, si rimanda alla "Relazione illustrativa generale" (T00EG00GENRE01) - Cap. 7 ("Il Progetto Definitivo di potenziamento del GRA dal km 28+300 al km 31+500").

I criteri e le caratteristiche progettuali impiegati per la progettazione costituiscono parte integrante del presente capitolo e sono riportati nel Cap. 3 a cui si rimanda.

La verifica degli elementi stradali ai criteri progettuali utilizzati costituiscono parte integrante del presente capitolo e sono riportate nei seguenti capitoli a cui si rimanda:

- Cap. 4 (Adeguamento Autostrada A90 (GRA));
- Cap. 5 (Viabilità complanare interna);
- Cap. 6 (Viabilità complanare esterna);
- Cap. 7 (Rampe di svincolo complanare interna);
- Cap. 8 (Rampe di svincolo complanare esterna);
- Cap. 9 (Collegamento Via Acuto);
- Cap. 10 (Corsie specializzate di diversione);
- Cap. 11 (Corsie specializzate di immissione).

Gli elementi di carattere generale, conferiti al progetto dell'infrastruttura, in grado di elevare il livello di sicurezza offerto all'utenza riguardano:

- Allargamento della sezione stradale del GRA rispetto a quella esistente, con inserimento di viabilità complanari, sia in carreggiata esterna che in carreggiata interna, per l'intero tratto compreso tra Casal Monastero e l'Autostrada A24, con conseguente potenziamento funzionale dell'infrastruttura del GRA;
- Separazione dei flussi autostradali di transito e scorrimento dai flussi di accesso (e di uscita in senso inverso) alla rete stradale secondaria e locale attraverso la connessione delle viabilità complanari con il GRA mediante collegamenti in entrata ed uscita e l'interconnessione delle viabilità complanari con gli svincoli esistenti sul GRA (svincolo "Centrale del Latte", svincolo "Tiburtina" e svincolo "A24");
- Elementi marginali conformi alla normativa;
- Elementi geometrici con parametri conformi ai criteri di sicurezza prescritti dalla normativa;
- Rispetto delle visuali libere richieste per l'arresto;
- Realizzazione di nuova sovrastruttura stradale;
- Realizzazione di nuova segnaletica orizzontale e verticale;
- Protezione dei margini e dei punti singolari mediante dispositivi stradali di ritenuta;

- Nuovo sistema di drenaggio per le acque meteoriche.

Sulla base degli elementi di cui sopra, l'intervento in progetto, nel suo complesso, apporta, rispetto alla configurazione esistente, un miglioramento funzionale della circolazione ed un innalzamento del livello di sicurezza.

Per gli aspetti connessi con il miglioramento funzionale della circolazione si rimanda, inoltre, ai risultati delle analisi e valutazioni riportate nell'elaborato "STUDIO DEL TRAFFICO-*Relazione sullo studio del traffico*" (T00SG00GENRE01) con riferimento allo "Scenario di progetto-Settembre 2021".