GRUPPO FS ITALIANE

Direzione Progettazione

S.S.51 "ALEMAGNA"

VARIANTE DI LONGARONE

PROGETTO FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

COD. VE407

PROGETTAZIONE: ATI VIA - SERING - VDP - BRENG

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE e PRGETTISTA:

Dott. Ing. Massim Capasso (Ord. Ing. Prov. Roma A26031)

PROGETTISTA:

Responsabile Tracciato stradale: *Dott. Ing. Massimo Capasso (Ord. Ing. Prov. Roma 26031)*
Responsabile Strutture: *Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)*
Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti: *Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)*
Responsabile Ambiente: *Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)*

GEOLOGO:
Dott. Geol. Enrico Curcuruto (Ord. Geo. Regione Sicilia 966)
COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:
Dott. Ing. Matteo Di Girolamo (Ord. Ing. Prov. Roma A15138)
COORDINATORE ATTIVITA' DI PROGETTAZIONE:
Dott. Ing. MariaAntonietta Merendino (Ord. Ing. Prov. Roma A28481)

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Ettore De Cesbron De La Grennelais

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

MANDATARIA: VIA INGEGNERIA

MANDANTI: SERING INGEGNERIA; vdp; BRENG BRIDGE ENGINEERING

PROGETTO STRADALE

Relazione Tecnica Stradale

CODICE PROGETTO	NOME FILE	REVISIONE	SCALA:
PROGETTO: DPVE0407 / LIV. PROG.: D / ANNO: 21	VE407_T00PS00TRARE01_C		
	CODICE ELAB.: T00PS00TRARE01	C	-

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
D					
C	Revisione in riscontro richieste CSLLP	MAR.2023	V.FIMIANI	M.CAPASSO	M.CAPASSO
B	Revisione per riscontro ai pareri di CDS preliminare del 14/09/2022	DIC.2022	V.FIMIANI	M.CAPASSO	M.CAPASSO
A	EMISSIONE	SETT.2021	V.FIMIANI	M.CAPASSO	M.CAPASSO

INDICE

1 PREMESSA 6
2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO 9
3 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E SEZIONI TIPO 11
4 VERIFICHE DELLA RISPONDENZA AL D.M. 05/11/2001 13
4.1 ANDAMENTO PLANIMETRICO 13
4.1.1 Rettifili 13
4.1.2 Curve circolari 13
4.1.3 Curve a raggio variabile 14
4.1.4 Verifiche planimetriche 16
4.1.5 Allargamento della carreggiata in curva 30
4.2 ANDAMENTO ALTIMETRICO 30
4.2.1 Livellette 30
4.2.2 Raccordi verticali 31
4.2.2.1 Convessi (Dossi) 31
4.2.2.2 Concavi (Sacche) 32
4.2.3 Verifiche altimetriche 32
4.3 PENDENZE TRASVERSALI DELLA PIATTAFORMA 41
4.4 DIAGRAMMI DI VELOCITÀ 42
4.5 VERIFICHE DI VISIBILITÀ 43
4.5.1 Distanza di visibilità per l'arresto 44
4.5.2 Distanza di visibilità per il sorpasso 45
4.5.3 Verifica estesa oltre il tratto di progetto 45
4.6 COORDINAMENTO PLANO-ALTIMETRICO 46
5 INTERSEZIONI 47
5.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E FUNZIONALI DELLE RAMPE 47
5.1.1 Piattaforme tipo 47
5.1.2 Velocità di progetto e geometria degli elementi modulari delle rampe 47
5.1.3 Corsie specializzate 48
5.1.3.1 Corsie di uscita 48
5.1.3.2 Corsie d'immissione 49
5.1.3.2.1 Metodo cinematico - semi empirico 49
5.1.3.2.2 Metodo probabilistico 50
5.1.3.3 Zone di scambio 52
5.1.4 Rotatorie 53

5.1.5 Visibilità delle intersezioni a raso 56
5.2 SVINCOLO A27 57
5.2.1 Descrizione 57
5.2.2 Terminale autostradale e tratti di raccordo sulla rampa A27 58
5.2.3 Manovre per gli utenti in uscita dalla A27 in direzione Nord 59
5.2.4 Traffico sulle rampe di svincolo 60
5.2.5 Verifiche di rispondenza del progetto al DM 19/04/2006 68
5.2.5.1 Verifiche cinematiche e di sicurezza per le rampe 68
5.2.5.1.1 Diagrammi di velocità e visibilità 68
5.2.5.2 Corsie di uscita 69
5.2.5.3 Corsia d'immissione 70
5.2.5.3.1 Metodo cinematico - semi empirico 70
5.2.5.3.2 Metodo probabilistico 71
5.2.5.3.3 Confronto tra i due metodi 71
5.2.5.4 Zone di scambio 71
5.3 SVINCOLO A27 – Studio di un layout alternativo 78
5.3.1 Descrizione 78
5.3.2 Traffico sulle rampe di svincolo 79
5.3.3 Zone di scambio 80
5.3.4 Corsia di scambio direzione Nord 81
5.3.5 Corsia di scambio direzione Sud 82
5.3.6 Conclusioni 83
5.4 SVINCOLO ZONA INDUSTRIALE 84
5.4.1 Descrizione 84
5.4.2 Verifiche di rispondenza del progetto al DM 19/04/2006 85
5.4.2.1 Verifiche cinematiche e di sicurezza per le rampe 85
5.4.2.1.1 Diagrammi di velocità e visibilità 85
5.4.2.2 Corsia di uscita 85
5.4.2.3 Verifica di visibilità in corrispondenza delle rampe d'immissione 86
5.4.2.4 Rotatoria di svincolo SV02_ROT1 88
5.4.2.4.1 Verifiche geometriche 88
5.4.2.4.2 Verifiche funzionali 89
5.4.2.5 Rotatoria di svincolo SV02_AS_ROT 91
5.4.2.5.1 Verifiche geometriche 91
5.4.2.5.2 Verifiche funzionali 91
5.5 SVINCOLO DI LONGARONE 93

5.5.1 Descrizione 93
5.5.2 Verifiche di rispondenza del progetto al DM 19/04/2006 94
5.5.2.1 Verifiche cinematiche e di sicurezza per le rampe 94
5.5.2.1.1 Diagrammi di velocità e visibilità 95
5.5.2.2 Corsia di uscita 95
5.5.2.3 Verifica di visibilità in corrispondenza delle rampe d'immissione 95
5.5.2.4 Rotatoria di svincolo SV03_ROT1 97
5.5.2.4.1 Verifiche geometriche 98
5.5.2.4.2 Verifiche funzionali 100
6 VIABILITA' SECONDARIE 102
6.1 AS01_E27 102
6.2 AS02_E68 104
6.3 AS03_E85 105
6.3.1 Andamento planimetrico e altimetrico 106
6.3.2 Diagramma di velocità 106
6.3.3 Verifiche di visibilità 107
6.4 AS04_E109 107
7 PAVIMENTAZIONE STRADALE 111
7.1 PREMESSA 111
7.2 METODO AASHTO 111
7.2.1 Valutazione del traffico veicolare 111
7.2.2 Numero dei passaggi di veicoli commerciali previsto alla fine della "Vita utile" 115
7.2.3 Indice Strutturale (o Structural Number) SN della pavimentazione 116
7.2.4 Affidabilità percentuale R1 e fattore di Affidabilità Zr 119
7.2.5 Portanza del sottofondo 120
7.2.6 Numero massimo di passaggi di assi equivalenti da 8,2 ton. 120
7.2.7 Verifica della pavimentazione – Fattore di sicurezza a fatica FS 121
7.3 ASSE PRINCIPALE E RAMPE DI SVINCOLO 121
7.4 STRADE SECONDARIE 125
8 ALLEGATI 128
8.1 ASSE PRINCIPALE 128
8.1.1 Tabulato di tracciamento 128
8.1.2 Profilo longitudinale – dati 144
8.2 SVINCOLO A27 150
8.2.1 Tabulati di tracciamento planimetrico 150

8.2.1.1 A27 150
8.2.1.2 SV01_EU 153
8.2.1.3 SV01_EU2 158
8.2.1.4 CP_DX 159
8.2.1.5 SV01_WE 163
8.2.1.6 SV01_WE2 169
8.2.1.7 CP_SX 172
8.2.2 Profili longitudinali - dati 175
8.2.2.1 A27 175
8.2.2.2 SV01_EU 176
8.2.2.3 SV01_EU2 178
8.2.2.4 CP_DX 179
8.2.2.5 SV01_WE 183
8.2.2.6 SV01_WE2 185
8.2.2.7 CP_SX 185
8.3 SVINCOLO ZONA INDUSTRIALE 188
8.3.1 Tabulati di tracciamento planimetrico 188
8.3.1.1 SV02_EU 188
8.3.1.2 SV02_EE 190
8.3.1.3 SV02_WU 193
8.3.1.4 SV02_WE 196
8.3.2 Profili longitudinali - dati 199
8.3.2.1 SV02_EU 199
8.3.2.2 SV02_EE 200
8.3.2.3 SV02_WU 202
8.3.2.4 SV02_WE 203
8.4 SVINCOLO LONGARONE 204
8.4.1 Tabulati di tracciamento planimetrico 204
8.4.1.1 SV03_NU 204
8.4.1.2 SV03_SE 207
8.4.1.3 SV03_NE 209
8.4.1.4 SV03_SU 210
8.4.1.5 SV03_Bi 212
8.4.2 Profili longitudinali - dati 214
8.4.2.1 SV03_NU 214
8.4.2.2 SV03_SE 216
8.4.2.3 SV03_NE 216

8.4.2.4 SV03_SU 217
8.4.2.5 SV03_Bi 218

1 PREMESSA

L'intervento in oggetto riguarda la realizzazione della variante alla S.S. n. 51 di Alemagna in corrispondenza del centro abitato di Longarone.

La S.S. n. 51 «di Alemagna» rappresenta il principale asse Nord – Sud della regione ed ha una forte valenza regionale e turistica, in virtù delle località che raggiunge, una per tutte Cortina, di cui garantisce l'accessibilità.

La SS51 ha anche una valenza interregionale e internazionale per la presenza, nel bellunese, di uno dei distretti industriali più importanti del Nord-est, quello dell'occhiale: ad Agordo è nata Luxottica, a Longarone sono presenti la Marcolin, il Gruppo De Rigo e il maggiore stabilimento della Safilo. Oltre al settore dell'occhialeria, sono presenti quelli della refrigerazione industriale e dei sanitari (Ideal Standard, Ceramica Dolomite), insieme a insediamenti industriali per la lavorazione dell'alluminio, mobilifici, stabilimenti caseari ecc.

Il tracciato attuale della SS51 attraversa il paese di Longarone. Ciò provoca una forte discontinuità funzionale, derivante dalla connotazione urbana che la strada forzatamente assume, costituendo un "collo di bottiglia" per l'intera rete viaria della zona. I rilievi di traffico eseguiti da ANAS per gli anni 2015-2019 nella stazione di misura 490 (km 46+733) mostrano che il TGM supera i 20.000 veic/giorno, a riprova della situazione di congestione presente in quel tratto di SS51.

Figura 1. Sezione di misura 490.

La situazione odierna del traffico lungo la SS51 ha ricadute negative anche sulla sicurezza della circolazione. Infatti, come si può evincere dall'istogramma in basso, il numero annuo d'incidenti, benché non elevato in valore assoluto, è significativamente maggiore della media sull'intero percorso, a conferma del fatto che le problematiche funzionali e di sicurezza richiedono interventi sostanziali, che si sostanzieranno nella realizzazione della variante oggetto del presente progetto.

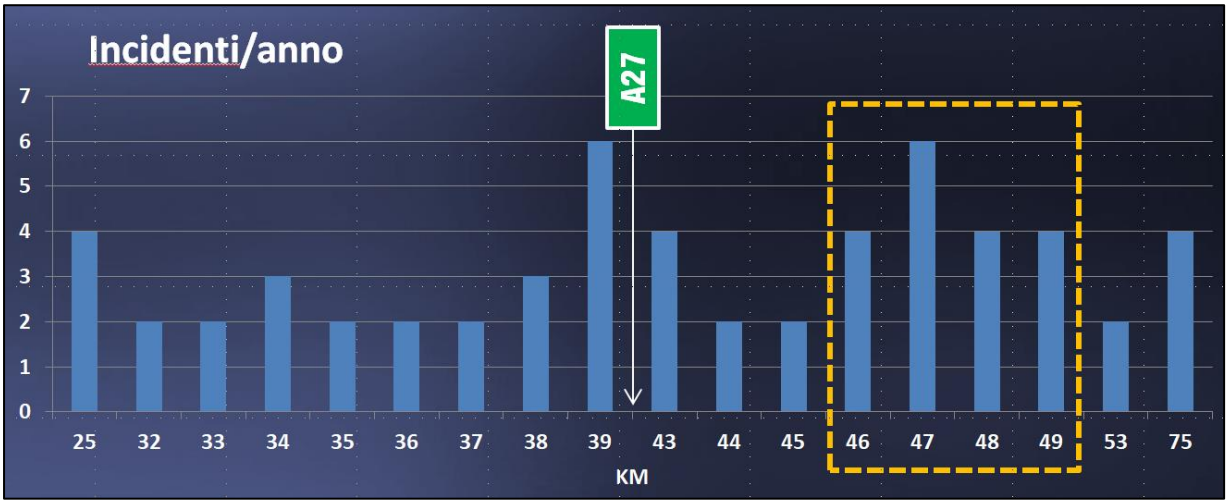


Figura 2. Istogramma incidentalità.

Il tracciato della variante ha una lunghezza di circa 11,2 km.

L'intervento inizia in corrispondenza dello svincolo di Soverzene, dove l'autostrada A27 confluisce nella SS51, si sviluppa totalmente in destra idraulica del fiume Piave e si riconnette alla SS51 attuale poco a nord dell'abitato di Castellavazzo, in corrispondenza della galleria stradale esistente.

La piattaforma stradale è di tipo C1 (strade extraurbane secondarie), ai sensi del D.M. 5/11/2001.

Lungo il tracciato è prevista la realizzazione di num. 7 viadotti, per una lunghezza complessiva di circa 3100 metri, oltre ad una galleria naturale (GN Olandreghe) di circa 1540 m.

È prevista la realizzazione di tre nuove intersezioni a livelli sfalsati per la riconnessione della variante alla rete stradale esistente:

- Svincolo A27;
- Svincolo Zona Industriale;
- Svincolo Longarone centro.

Nel seguito è riportato l'elenco delle viabilità presenti in progetto, con la loro definizione e classificazione ai sensi dell'Art. 2 Comma 2 del Codice della Strada (D.Lgs. 285/92).

Viabilità principali	Classificazione D.Lgs. 285/92	Livello di rete DM 05/11/2001	L [m]
TR_ AP	C - Strade extraurbane secondarie;	Rete secondaria	11241.09
Viabilità secondarie	**Classificazione D.Lgs. 285/92**	**Livello di rete DM 05/11/2001**	**L [m]**
AS01_E27	F – Strada locale	Rete locale	94.24
AS02_E68	F – Strada locale	Rete locale	429.14
AS03	F – Strada locale	Rete locale	537.95
AS04_E109	F – Strada locale	Rete locale	123.54

Nella medesima tabella è stata inoltre riportata la rete stradale di appartenenza, in conformità a quanto stabilito nel DM 05/11/2001.

A tal proposito si precisa che le viabilità secondarie individuate sono brevi tratti di ricucitura della rete locale, di ripristino di accessi soppressi o di strade vicinali.

Pertanto, dette viabilità (minori) possono considerarsi a destinazione particolare, e quindi per esse non sono applicabili i criteri progettuali legati alla “velocità di progetto”, come precisato al punto 3.5 del DM 05/11/2001.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La progettazione è stata eseguita nel rispetto della normativa vigente:

- D.L. 30.04.1992 n.285: "Nuovo Codice della Strada" 8G.U. 18.05.1992 n.114 suppl.) Modificato ed integrato dal D.L. 10.10.1993 n.360 (G.U. 15.09.1993 n.217 suppl.);
- D.P.R. 16.12.1992 n.495: "Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada" (G.U. 28.12.1992 n.303 suppl.);
- D.P.R. 16.09.1996 n.610: "Regolamento recante modifiche al D.P.R. 16.12.1992 n.495, concernente il regolamento di esecuzione e attuazione del Nuovo Codice della strada" e s.m.i.;
- D.M. 05.11.2001: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- D.M. 22.04.2004 "Modifica del decreto 05.11.2001 n.6792, relativo alle norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- D.M. 19.04.2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali";
- CNR B.U. n.77 del 5/5/80 "istruzioni per la redazione dei progetti stradali";
- CNR B.U. n.178 del 15/9/95: "Catalogo delle pavimentazioni stradali";
- L. 29 luglio 2010 n.210 – Disposizioni in materia di sicurezza stradale;
- Direttiva 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'istallazione e la manutenzione (G.U.28.12.2000 n.301);
- D.M. 18.02.1992 n.223 "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza "e s.m.i;
- Direttiva del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 3065 del 25.08.2004: "Direttiva sui criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali".
- D.M. 21 giugno 2004 (G.U. n. 182 del 05.08.04): "Aggiornamento alle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale".
- Circolare Ministero dei Trasporti del 15.11.2007: "Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere di sicurezza rilasciate ai sensi delle norme antecedenti il D.M. 21.06.2004".
- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21.07.2010 "Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali".
- Norme UNI EN 1317: "Barriere di sicurezza stradali":
  - ✓ UNI EN 1317-1:2010: "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 1: Terminologia e criteri generali per i metodi di prova";

- ✓ UNI EN 1317-2:2010: "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 2: Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza inclusi i parapetti veicolari";
- ✓ UNI EN 1317-3:2010: "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 3: Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto";
- ✓ UNI ENV 1317-4:2003: “Barriere di sicurezza stradali - Classi di prestazione, criteri di accettazione per la prova d’urto e metodi di prova per terminali e transizioni delle barriere di sicurezza”;
- ✓ UNI EN 1317-5:2012 “Sistemi di ritenuta stradali - Parte 5: Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli”.

- DM 28.06.2011 (G.U. n. 233 del 6.10.2011): "Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale".

3 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E SEZIONI TIPO

Le caratteristiche geometriche della piattaforma stradale sono quelle di una strada di tipo **C1**, così come definita dal D.M. 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (Strade extraurbane secondarie). La piattaforma stradale è costituita da una carreggiata unica, con una corsia per senso di marcia da m. 3.75, fiancheggiata da una banchina di 1.50 m. L'intervallo di velocità di progetto V_P è 60-100 km/h.

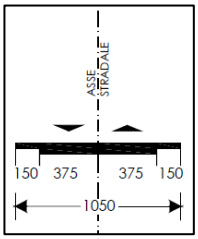


Figura 3. Piattaforma stradale tipo C1 (D.M. 05.11.2001).

In rilevato gli elementi marginali sono costituiti da arginelli erbosi, di larghezza pari a 2.00 m ove alloggiano le barriere di sicurezza, delimitati a bordo piattaforma da un cordolo in conglomerato cementizio.

La conformazione delle scarpate, rivestite con terra vegetale, di norma ha una pendenza strutturale massima del 2/3 con banca di 2.00 m per altezze del rilevato superiori a 5.00 m.

In trincea l'elemento marginale è costituito da una cunetta triangolare. La scarpata avrà pendenza congruente con le condizioni di stabilità degli scavi.

La vicinanza con la sponda destra del Piave richiederà che, per un cospicuo tratto della variante, il corpo stradale sia realizzato sopra i nuovi argini previsti per contenere una piena con T_R = 200 anni.

Per maggiori dettagli si consultino gli elaborati specifici.

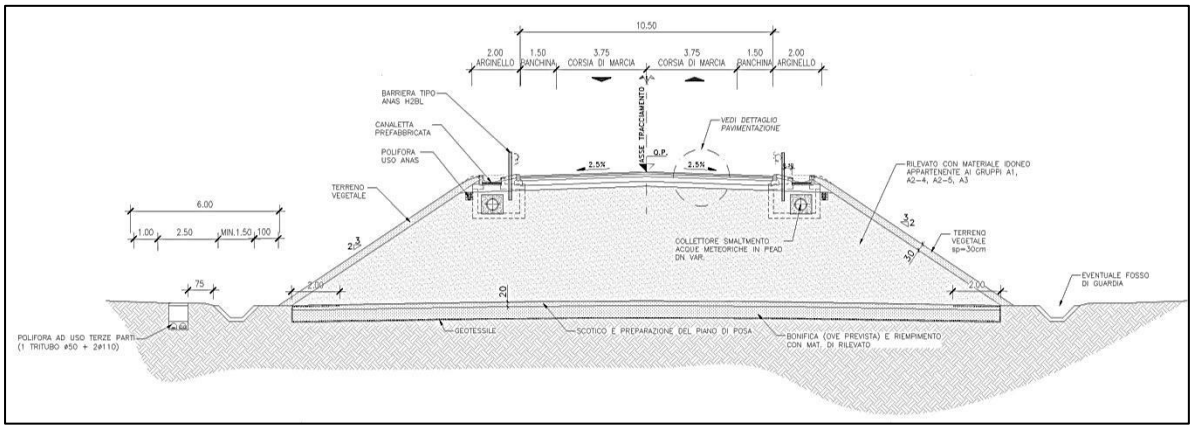


Figura 4. Sezione tipo C1 in rilevato.

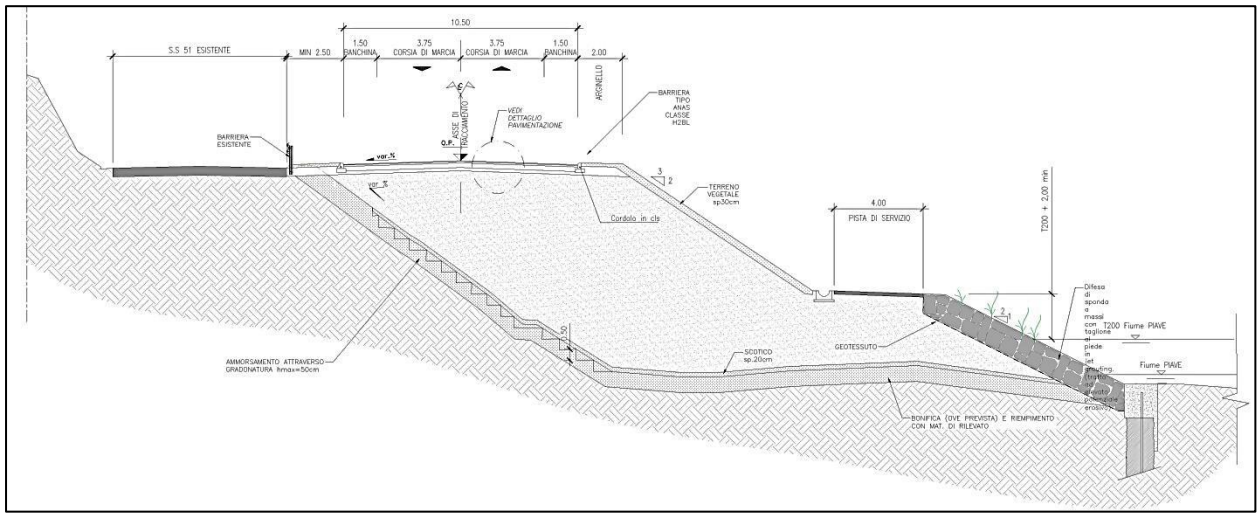


Figura 5. Sezione tipo C1 in affiancamento alla SS51 esistente.

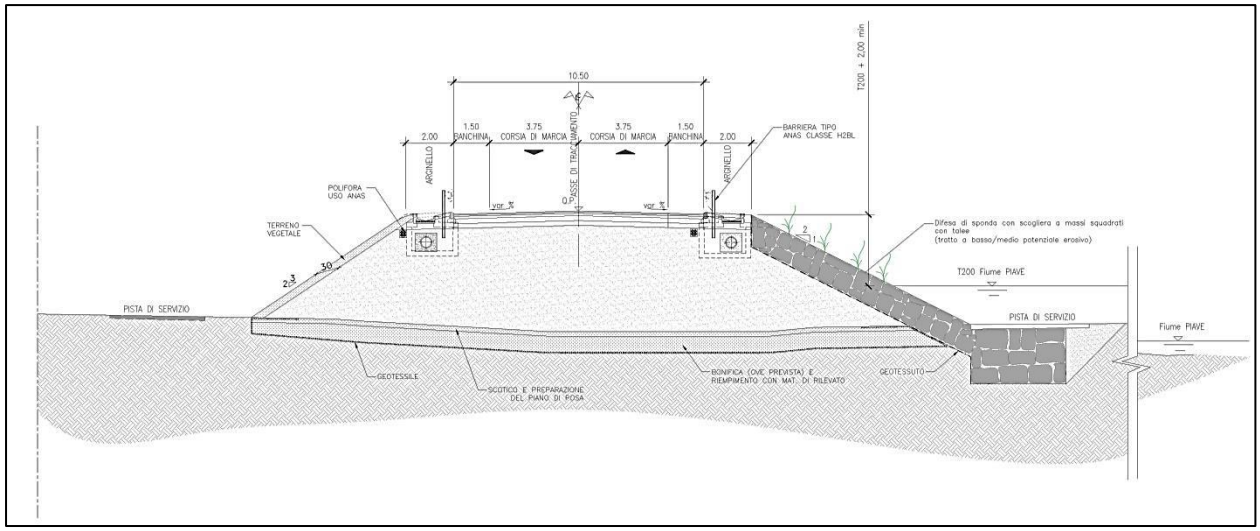


Figura 6. Sezione tipo C1 con difesa spondale a massi tratto a basso/medio potenziale erosivo.

4 VERIFICHE DELLA RISPONDENZA AL D.M. 05/11/2001

Le verifiche di normativa sono state eseguite mediante l'ausilio del software di progettazione stradale "Civil 3D" di Autodesk. In particolare, il programma consente la verifica, in tempo reale, delle caratteristiche plano-altimetriche del tracciato rispetto ai parametri previsti dalla normativa di riferimento (DM 05/11/2001).

4.1 ANDAMENTO PLANIMETRICO

4.1.1 Rettifili

Per tali elementi geometrici la normativa prescrive valori massimi e minimi in funzione della velocità di progetto. In particolare, il valore massimo si pone l'obiettivo di limitare la monotonia di guida, il superamento di velocità eccessive e l'abbagliamento notturno. Esso è dato dalla relazione seguente:

$$L_r = 22 \times V_{pMax}$$

Il valor minimo si pone, invece, l'obiettivo di garantire la percezione del rettifilo stesso e la normativa prevede i valori di cui alla seguente tabella, in cui la velocità è la massima desunta dal diagramma delle velocità per il rettifilo considerato:

Velocità [km/h]	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Lunghezza min [m]	30	40	50	65	90	115	150	190	250	300	360

4.1.2 Curve circolari

La verifica delle caratteristiche planimetriche delle curve a raggio costante è stata eseguita controllando le seguenti condizioni:

a) Raggio minimo delle curve planimetriche: le curve circolari devono aver un raggio superiore al raggio minimo previsto dal DM 05/11/2001;

b) Relazione raggio della curva (R)/lunghezza del rettifilo (L) che la precede:
   - ✓ per L<300m R ≥ L
   - ✓ per L ≥ 300 R ≥ 400 m.

c) Compatibilità tra i raggi di due curve successive: essa è stata eseguita sulla scorta del diagramma in calce controllando, che il rapporto tra i raggi ricada almeno nella zona "buona".

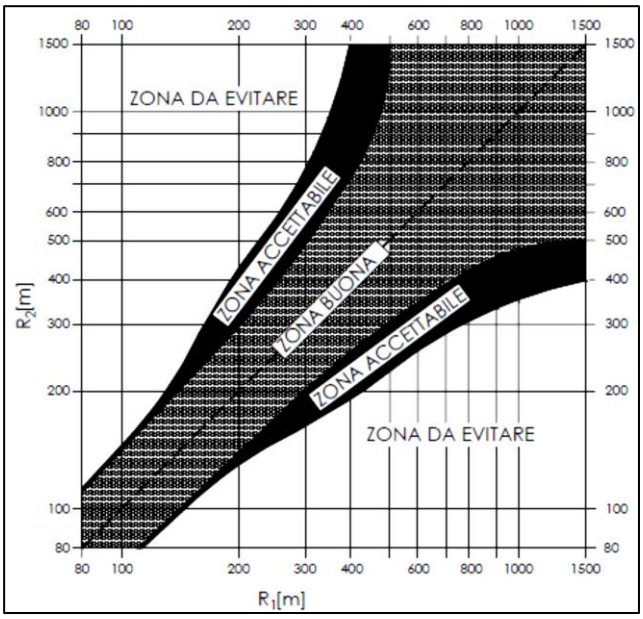


Figura 7. D.M. 05.11.2001 - Abaco figura 5.2.2.a.

d) Lunghezza minima delle curve circolari: la norma prevede che una curva circolare, per essere percepita dagli utenti, deve essere percorsa per almeno 2.5 secondi e quindi deve avere uno sviluppo minimo pari a $L_{c,min} \geq 2.5 x v_P$ con v_P in m/s (desunto dal diagramma di velocità) ed $L_{c,min}$ in m.

4.1.3 Curve a raggio variabile

La verifica delle caratteristiche planimetriche delle curve a raggio variabile (clotoidi) è stata eseguita controllando le seguenti condizioni:

a) Criterio 1 (Limitazione del contraccolpo)

Affinché lungo un arco di clotoide si abbia una graduale variazione dell'accelerazione trasversale non compensata nel tempo (contraccolpo), fra il parametro A e la massima velocità V (km/h), desunta dal diagramma di velocità, per l'elemento di clotoide deve essere verificata la relazione:

$$A \geq A_{min} = \sqrt{\frac{V^3}{c} - \frac{g\,V\,R\left(q_f - q_i\right)}{c}}$$

dove:

c = contraccolpo (m/s^3);

v = massima velocità (m/s), desunta dal diagramma di velocità, per l'elemento di clotoide considerato;

q_i = pendenza trasversale nel punto iniziale della clotoide;

q_f = pendenza trasversale nel punto finale della clotoide;

g = accelerazione di gravità.

Trascurando il secondo termine dell'espressione del radicando e assumendo per il contraccolpo (m/s^3) il valore limite:

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

si ottiene:

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

dove V (velocità di progetto, ancora desunta dal diagramma di velocità) è espressa in km/h.

b) Criterio 2 (Sovrapendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata)

Nelle sezioni di estremità di un arco di clotoide, la carreggiata stradale presenta differenti pendenze trasversali che vanno raccordate longitudinalmente introducendo una sovrapendenza nelle linee di estremità della carreggiata rispetto alla pendenza dell'asse di rotazione. Nel caso in cui il raggio iniziale sia di valore infinito (rettilineo o punto di flesso), il parametro deve verificare la seguente disuguaglianza:

$$A \geq A_{min} = \sqrt{\frac{R}{\Delta i_{max}} \times 100 \times B_i \left(q_i + q_f\right)}$$

dove:

B_i = distanza fra l'asse di rotazione ed il ciglio della carreggiata nella sezione iniziale della curva a raggio variabile;

Δ_{imax} (%) = sovrapendenza longitudinale massima della linea costituita dai punti che distano B_i dall'asse di rotazione; in assenza di allargamento tale linea coincide con l'estremità della carreggiata;

$$q_i = \frac{i_{ci}}{100}$$

$$q_f = \frac{i_{cf}}{100}$$

La somma $q_i + q_f$ è espressa in valore assoluto.

c) Criterio 3 (Ottico)

Per garantire la percezione ottica del raccordo e del successivo cerchio deve essere verificata la relazione:

$$A \geq R/3 \qquad (R_i/3 \text{ in caso di continuità})$$

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

$$A \leq R$$

Per quanto riguarda tutti i dati di tracciamento si faccia riferimento agli elaborati specifici.

Nel seguito si riportano le verifiche di normativa.

4.1.4 Verifiche planimetriche

Alignment Name: AP

Description:

Chainage Range: Start: 0+000.000, End: 11+241.088

---

1 Straight

Start Chainage:	0+000.000	
End Chainage:	0+024.045	
Length:	24.045m	
Design Speed:	100	
Design Checks:		
5.2.2 Lunghezza minima rettifili		Violated (*)
5.2.2 Lunghezza massima rettifili		Cleared
5.2.2 Relazione lunghezze rettifili - raggi curve		Cleared

2.1 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	0+024.045	
End Chainage:	0+135.601	
Length:	111.556m	
A:	334.000m	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
Design Checks:		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccolpo		Cleared
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

2.2 Circular Curve

Start Chainage:	0+135.601	
End Chainage:	0+210.983	
Radius:	1,000.000m	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Radius:	118.00	Cleared
Design Checks:		
5.2.2 Sviluppo Minimo 2.5s		Cleared
5.2.4 Raggio minimo		Cleared

3.1 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	0+210.983	
End Chainage:	0+322.539	

Length:	111.556m	
A:	334.000m	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
Design Checks:		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccolpo		Cleared
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

3.2 Straight

Start Chainage:	0+322.539	
End Chainage:	0+582.727	
Length:	260.189m	
Design Speed:	100	
Design Checks:		

4.1 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	0+582.727	
End Chainage:	0+670.927	
Length:	88.200m	
A:	210.000m	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
Design Checks:		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccolpo		Cleared
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

4.2 Circular Curve

Start Chainage:	0+670.927	
End Chainage:	0+898.482	
Radius:	500.000m	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Radius:	118.00	Cleared
Design Checks:		
5.2.2 Sviluppo Minimo 2.5s		Cleared
5.2.4 Raggio minimo		Cleared
5.2.5c Campo utilizzazione clotoide		Cleared

4.3 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	0+898.482	
End Chainage:	0+986.682	

Length:	88.200m	
A:	210.000m	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
Design Checks:		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccolpo		Cleared
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

5 Straight

Start Chainage:	0+986.682	
End Chainage:	1+361.511	
Length:	374.829m	
Design Speed:	100	
Design Checks:		
5.2.2 Lunghezza minima rettifili		Cleared
5.2.2 Lunghezza massima rettifili		Cleared
5.2.2 Relazione lunghezze rettifili - raggi curve		Cleared

6.1 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	1+361.511	
End Chainage:	1+451.761	
Length:	90.250m	
A:	190.000m	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
Design Checks:		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccolpo		Cleared (**)
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

6.2 Circular Curve

Start Chainage:	1+451.761	
End Chainage:	1+615.035	
Radius:	400.000m	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Radius:	118.00	Cleared
Design Checks:		
5.2.2 Sviluppo Minimo 2.5s		Cleared

5.2.4 Raggio minimo		Cleared
5.2.5c Campo utilizzazione clotoide		Cleared

6.3 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	1+615.035	
End Chainage:	1+715.035	
Length:	100.000m	
A:	200.000m	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
Design Checks:		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccolpo		Cleared (**)
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

7 Straight

Start Chainage:	1+715.035	
End Chainage:	1+869.933	
Length:	154.898m	
Design Speed:	100	
Design Checks:		
5.2.2 Lunghezza minima rettifili		Cleared
5.2.2 Lunghezza massima rettifili		Cleared
5.2.2 Relazione lunghezze rettifili - raggi curve		Cleared

8.1 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	1+869.933	
End Chainage:	1+981.313	
Length:	111.379m	
A:	280.000m	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
Design Checks:		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccolpo		Cleared
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

8.2 Circular Curve

Start Chainage:	1+981.313
End Chainage:	2+460.264
Radius:	703.900m

Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Radius:	118.00	Cleared
Design Checks:		
5.2.2 Sviluppo Minimo 2.5s		Cleared
5.2.4 Raggio minimo		Cleared
5.2.5c Campo utilizzazione clotoide		Cleared

8.3 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	2+460.264	
End Chainage:	2+710.868	
Length:	250.604m	
A:	420.000m	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
Design Checks:		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccolpo		Cleared
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

9 Straight

Start Chainage:	2+710.868	
End Chainage:	2+874.369	
Length:	163.501m	
Design Speed:	100	
Design Checks:		
5.2.2 Lunghezza minima rettifili		Cleared
5.2.2 Lunghezza massima rettifili		Cleared
5.2.2 Relazione lunghezze rettifili - raggi curve		Cleared

10 Circular Curve

Start Chainage:	2+874.369	
End Chainage:	3+752.948	
Radius:	7,500.000m	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Radius:	118.00	Cleared
Design Checks:		

11 Straight

Start Chainage:	3+752.948	
End Chainage:	3+942.860	

Length:	189.912m	
Design Speed:	100	
Design Checks:		
5.2.2 Lunghezza minima rettifili		Cleared
5.2.2 Lunghezza massima rettifili		Cleared
5.2.2 Relazione lunghezze rettifili - raggi curve		Cleared

12.1 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	3+942.860	
End Chainage:	4+059.527	
Length:	116.667m	
A:	350.000m	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
Design Checks:		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccolpo		Cleared
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

12.2 Circular Curve

Start Chainage:	4+059.527	
End Chainage:	4+322.146	
Radius:	1,050.000m	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Radius:	118.00	Cleared
Design Checks:		
5.2.2 Sviluppo Minimo 2.5s		Cleared
5.2.4 Raggio minimo		Cleared
5.2.5c Campo utilizzazione clotoide		Cleared

12.3 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	4+322.146	
End Chainage:	4+438.812	
Length:	116.667m	
A:	350.000m	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
Design Checks:		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccolpo		Cleared

5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

13 Straight

Start Chainage:	4+438.812	
End Chainage:	5+266.931	
Length:	828.118m	
Design Speed:	100	
Design Checks:		
5.2.2 Lunghezza minima rettifili		Cleared
5.2.2 Lunghezza massima rettifili		Cleared
5.2.2 Relazione lunghezze rettifili - raggi curve		Cleared

14.1 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	5+266.931	
End Chainage:	5+433.598	
Length:	166.667m	
A:	500.000m	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
Design Checks:		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccolpo		Cleared
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

14.2 Circular Curve

Start Chainage:	5+433.598	
End Chainage:	5+589.836	
Radius:	1,500.000m	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Radius:	118.00	Cleared
Design Checks:		
5.2.2 Sviluppo Minimo 2.5s		Cleared
5.2.4 Raggio minimo		Cleared
5.2.5c Campo utilizzazione clotoide		Cleared

14.3 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	5+589.836
End Chainage:	5+756.503
Length:	166.667m
A:	500.000m

Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
Design Checks:		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccolpo		Cleared
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

15 Straight

Start Chainage:	5+756.503	
End Chainage:	6+006.538	
Length:	250.035m	
Design Speed:	100	
Design Checks:		
5.2.2 Lunghezza minima rettifili		Cleared
5.2.2 Lunghezza massima rettifili		Cleared
5.2.2 Relazione lunghezze rettifili - raggi curve		Cleared

16.1 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	6+006.538	
End Chainage:	6+133.204	
Length:	126.667m	
A:	380.000m	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
Design Checks:		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccolpo		Cleared
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

16.2 Circular Curve

Start Chainage:	6+133.204	
End Chainage:	6+288.947	
Radius:	1,140.000m	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Radius:	118.00	Cleared
Design Checks:		
5.2.2 Sviluppo Minimo 2.5s		Cleared
5.2.4 Raggio minimo		Cleared
5.2.5c Campo utilizzazione clotoide		Cleared

16.3 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	6+288.947	
End Chainage:	6+415.614	
Length:	126.667m	
A:	380.000m	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
Design Checks:		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccolpo		Cleared
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

17 Straight

Start Chainage:	6+415.614	
End Chainage:	6+929.210	
Length:	513.596m	
Design Speed:	100	
Design Checks:		
5.2.2 Lunghezza minima rettifili		Cleared
5.2.2 Lunghezza massima rettifili		Cleared
5.2.2 Relazione lunghezze rettifili - raggi curve		Cleared

18.1 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	6+929.210	
End Chainage:	7+002.710	
Length:	73.500m	
A:	210.000m	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
Design Checks:		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccolpo		Cleared
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

18.2 Circular Curve

Start Chainage:	7+002.710	
End Chainage:	7+159.734	
Radius:	600.000m	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Radius:	118.00	Cleared

Design Checks:		
5.2.2 Sviluppo Minimo 2.5s		Cleared
5.2.4 Raggio minimo		Cleared
5.2.5c Campo utilizzazione clotoide		Cleared

18.3 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	7+159.734	
End Chainage:	7+233.234	
Length:	73.500m	
A:	210.000m	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
Design Checks:		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccolpo		Cleared
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

19 Straight

Start Chainage:	7+233.234	
End Chainage:	7+253.053	
Length:	19.820m	
Design Speed:	100	
Design Checks:		
5.2.2 Lunghezza minima rettifili		Violated (***)
5.2.2 Lunghezza massima rettifili		Cleared
5.2.2 Relazione lunghezze rettifili - raggi curve		Cleared

20.1 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	7+253.053	
End Chainage:	7+326.553	
Length:	73.500m	
A:	210.000m	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
Design Checks:		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccolpo		Cleared
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

20.2 Circular Curve

Start Chainage:	7+326.553	

End Chainage:	7+450.998	
Radius:	600.000m	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Radius:	118.00	Cleared
Design Checks:		
5.2.2 Sviluppo Minimo 2.5s		Cleared
5.2.4 Raggio minimo		Cleared
5.2.5c Campo utilizzazione clotoide		Cleared

20.3 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	7+450.998	
End Chainage:	7+524.498	
Length:	73.500m	
A:	210.000m	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
Design Checks:		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccolpo		Cleared
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

21 Straight

Start Chainage:	7+524.498	
End Chainage:	8+432.630	
Length:	908.132m	
Design Speed:	100	
Design Checks:		
5.2.2 Lunghezza minima rettifili		Cleared
5.2.2 Lunghezza massima rettifili		Cleared
5.2.2 Relazione lunghezze rettifili - raggi curve		Cleared

22.1 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	8+432.630	
End Chainage:	8+502.630	
Length:	70.000m	
A:	210.000m	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
Design Checks:		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione		Cleared

del contraccolpo		
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

22.2 Circular Curve

Start Chainage:	8+502.630	
End Chainage:	8+576.262	
Radius:	630.000m	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Radius:	118.00	Cleared
Design Checks:		
5.2.2 Sviluppo Minimo 2.5s		Cleared
5.2.4 Raggio minimo		Cleared

22.3 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	8+576.262	
End Chainage:	8+646.262	
Length:	70.000m	
A:	210.000m	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
Design Checks:		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccolpo		Cleared
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

22.4 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	8+646.262	
End Chainage:	8+719.762	
Length:	73.500m	
A:	210.000m	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
Design Checks:		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccolpo		Cleared
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

22.5 Circular Curve

Start Chainage:	8+719.762	
End Chainage:	8+953.973	
Radius:	600.000m	
Design Speed:	100	

Design Criteria:		
Minimum Radius:	118.00	Cleared
Design Checks:		
5.2.2 Sviluppo Minimo 2.5s		Cleared
5.2.4 Raggio minimo		Cleared

22.6 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	8+953.973	
End Chainage:	9+027.473	
Length:	73.500m	
A:	210.000m	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
Design Checks:		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccolpo		Cleared
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

23 Straight

Start Chainage:	9+027.473	
End Chainage:	10+264.123	
Length:	1,236.650m	
Design Speed:	100	
Design Checks:		
5.2.2 Lunghezza minima rettifili		Cleared
5.2.2 Lunghezza massima rettifili		Cleared
5.2.2 Relazione lunghezze rettifili - raggi curve		Cleared

24.1 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	10+264.123	
End Chainage:	10+380.790	
Length:	116.667m	
A:	350.000m	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
Design Checks:		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccolpo		Cleared
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

24.2 Circular Curve

Start Chainage:	10+380.790	
End Chainage:	10+739.545	
Radius:	1,050.000m	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Radius:	118.00	Cleared
Design Checks:		
5.2.2 Sviluppo Minimo 2.5s		Cleared
5.2.4 Raggio minimo		Cleared
5.2.5c Campo utilizzazione clotoide		Cleared

24.3 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	10+739.545	
End Chainage:	10+856.212	
Length:	116.667m	
A:	350.000m	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
Design Checks:		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccolpo		Cleared
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

25 Straight

Start Chainage:	10+856.212	
End Chainage:	11+138.718	
Length:	282.506m	
Design Speed:	100	
Design Checks:		
5.2.2 Lunghezza minima rettifili		Cleared
5.2.2 Lunghezza massima rettifili		Cleared
5.2.2 Relazione lunghezze rettifili - raggi curve		Cleared

26.1 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	11+138.718	
End Chainage:	11+228.718	
Length:	90.000m	
A:	120.000m	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
Design Checks:		

5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccolpo		Cleared (**)
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

26.2 Circular Curve

Start Chainage:	11+228.718	
End Chainage:	11+241.088	
Radius:	160.000m	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum Radius:	118.00	Cleared
Design Checks:		
5.2.2 Sviluppo Minimo 2.5s		Violated (****)
5.2.4 Raggio minimo		Cleared

(*) Porzione di rettifilo iniziale facente parte di un tratto più lungo.

(**) Verificato con formulazione esatta del contraccolpo.

(***) In caso di flesso $L_{rett} \leq (A_1 + A_2)/12.5$

(****) Porzione di curva finale facente parte di una curva più estesa.

4.1.5 Allargamento della carreggiata in curva

Nei tratti di strada in curva, per assicurare un franco fra i veicoli costante, la normativa prescrive per ciascuna corsia un allargamento in funzione del raggio della curva stessa. Gli allargamenti per la sicura iscrizione dei veicoli non sono necessari per le curve in progetto.

4.2 ANDAMENTO ALTIMETRICO

Sono brevemente richiamati alcuni dei criteri introdotti dalla normativa (DM 05/11/2001) per la verifica degli elementi altimetrici del tracciato stradale per le nuove realizzazioni.

4.2.1 Livellette

La pendenza massima delle livellette di cui al DM 05/11/2001 risulta dal prospetto seguente:

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

4.2.2 Raccordi verticali

4.2.2.1 Convessi (Dossi)

Affinché su un raccordo convesso sia garantita la sicurezza è necessario che il conducente di un veicolo possa vedere un ostacolo (fisso o mobile) almeno ad una distanza *D* dipendente dalla velocità di progetto e dalle caratteristiche della strada da un'altezza h_1 (altezza dell'occhio del conducente) con l'obiettivo di osservare un ostacolo dell'altezza h_2 di 10 cm. In conformità a quanto indicato dalla norma il raggio minimo dei raccordi verticali convessi (dossi) è determinato come di seguito:

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

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

- se invece D > L

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

dove:

R_v = raggio del raccordo verticale convesso [m]

D = distanza di visibilità da realizzare [m]

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

h_1 = altezza sul piano stradale dell'occhio del conducente [m]

h_2 = altezza dell'ostacolo [m]

Si pone di norma h_1 = 1.10 m. In caso di visibilità per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso, si pone h_2 = 0.10 m. In caso di visibilità necessaria per il cambiamento di corsia è verificata la possibilità di vedere il limite più lontano della corsia adiacente a quella impegnata dal conducente.

4.2.2.2 Concavi (Sacche)

Durante le ore diurne, la presenza di un raccordo concavo non crea nessun problema di visibilità, ma durante le ore notturne, invece, si possono formare delle zone d'ombra, dovute all'interazione tra le caratteristiche geometriche della strada e l'ampiezza del fascio luminoso prodotto dai fari dei veicoli. Il raggio minimo del raccordo concavo R_V è quindi calcolato, secondo la normativa, come segue:

- se D < L (sviluppo del raccordo) si ha:

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

- se D > L

$$R_v = \frac{2\,x\,100}{\Delta i}\left[D - \frac{100}{\Delta i}\left(h + D \times sin\,\theta\right)\right]$$

dove:

R_V = raggio del raccordo verticale concavo [m]

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

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

h = altezza del centro dei fari del veicolo sul piano stradale. Si pone di norma h = 0.5 m;

ϑ = massima divergenza verso l'alto del fascio luminoso rispetto l'asse del veicolo. Si pone di norma ϑ = 1°.

Nel seguito si riportano le verifiche di normativa, da cui si deduce che l'andamento altimetrico del nuovo tracciato rispetta i criteri di cui al DM 05/11/2001.

4.2.3 Verifiche altimetriche

Le verifiche di visibilità altimetriche sono condotte mediante l'ausilio del software di progettazione stradale Autodesk Civil 3D. Il software genera un modello tridimensionale in cui il solido stradale è considerato nelle sue effettive dimensioni per piattaforma, scarpate ed elementi marginali. Il software tiene inoltre conto dei valori puntuali di velocità e pendenza longitudinale per confrontarli con i relativi valori di verifica secondo la normativa italiana. L'output di tali verifiche è anzitutto il diagramma di visibilità.

Inoltre, in particolare per i raccordi altimetrici concavi, il software restituisce un tabulato (a seguire) nel quale è indicato se le verifiche di cui al 5.3.3 e 5.3.4 del D.M.2001 siano soddisfatte ("Cleared") o meno.

A scopo di confronto e di riepilogo, è stata aggiunta la sottostante tabella di riepilogo dell'andamento altimetrico e dei raccordi verticali, con i valori di verifica ricavabili con gli abachi e le formule fornite dalla normativa.

VERIFICA RACCORDI ALTIMETRICI (5.3.2 - 5.3.3 - 5.3.4 del D.M. 2001)

Tipologia strada		Vmin	Vmax	Aderenza autostradale	Tipo di verifica	**A**	Arresto		
Cat.	**Tipo**	Km/h	Km/h			**S**	Sorpasso	**h1**	**h2**
C	e	60	100	NO	A	**C**	Cambio Corsia	1.1	0.1

N.	pendenze		Tipo raccordo	Δi	R_v	L_{racc}	V_p	DVL	Rmin	Verifica
	i_1	i_2			m	m.	Km/h		m.	
1	0.30%	1.09%	Concavo	0.79%	**5000**	39.5	***100***	168	-	OK
2	1.09%	2.91%	Concavo	1.82%	**5000**	91.0	***100***	175	-	OK
3	2.91%	-0.59%	Convesso	3.50%	**8250**	288.8	***100***	168	7600	OK
4	-0.59%	0.63%	Concavo	1.22%	**6000**	73.2	***100***	166	-	OK
5	0.63%	1.42%	Concavo	0.79%	**22700**	179.3	***100***	169	4138	OK
6	1.42%	-3.00%	Convesso	4.42%	**8200**	362.4	***100***	168	7557	OK
7	-3.00%	0.50%	Concavo	3.50%	**4300**	150.5	***100***	176	4200	OK
8	0.50%	3.89%	Concavo	3.39%	**4500**	152.6	***100***	179	4251	OK
9	3.89%	-3.30%	Convesso	7.19%	**8220**	591.0	***100***	171	7860	OK
10	-3.30%	0.81%	Concavo	4.11%	**4400**	180.8	***100***	177	4350	OK
11	0.81%	3.57%	Concavo	2.76%	**5000**	138.0	***100***	178	3408	OK
12	3.57%	-2.58%	Convesso	6.15%	**7750**	476.6	***100***	169	7707	OK
13	-2.58%	4.50%	Concavo	7.08%	**4450**	315.1	***100***	180	4449	OK
14	4.50%	-3.09%	Convesso	7.59%	**8220**	623.9	***100***	174	8091	OK
15	-3.09%	0.65%	Concavo	3.74%	**4400**	164.6	***100***	176	4292	OK
16	0.65%	2.64%	Concavo	1.99%	**8500**	169.2	***100***	174	-	OK
17	2.64%	1.01%	Convesso	1.63%	**20000**	326.0	***100***	171	7839	OK
18	1.01%	-0.35%	Convesso	1.36%	**12000**	163.2	***100***	165	4157	OK
19A	-0.35%	3.35%	Concavo	3.70%	**3500**	129.5	***85***	123	2843	OK
19R	-3.35%	0.35%	Concavo	3.70%	**3500**	129.5	***65***	83	1755	OK

(La Vp sull'ultimo raccordo è variabile a seconda del lato da cui viene approcciato, pertanto viene presentata separatamente per Andata e Ritorno)

Vertical Alignment: AP_QP

Description:

Station Range: Start: 0+000.000, End: 11+234.905

---

1 Sag Curve:Parabolic

PVC Station:	0+088.135
PVI Station:	0+108.000
PVT Station:	0+127.865
Grade in(%):	0.30%
Grade out(%):	1.09%
Curve Length:	39.731m
K:	50.00
Design Speed:	100

Design Criteria:		
Minimum K for Headlight Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Design Checks:		
Rv minimo - Raccordi Convessi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared
Rv minimo - Raccordi Concavi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared

2 Sag Curve:Parabolic

PVC Station:	0+392.434	
PVI Station:	0+438.000	
PVT Station:	0+483.566	
Grade in(%):	1.09%	
Grade out(%):	2.91%	
Curve Length:	91.131m	
K:	50.00	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum K for Headlight Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Design Checks:		
Rv minimo - Raccordi Convessi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared
Rv minimo - Raccordi Concavi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared

3 Crest Curve:Parabolic

PVC Station:	0+643.437	
PVI Station:	0+788.000	
PVT Station:	0+932.563	
Grade in(%):	2.91%	
Grade out(%):	-0.59%	
Curve Length:	289.126m	
K:	82.50	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum K for Stopping Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Minimum K for Passing Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Design Checks:		
Rv minimo - Raccordi Convessi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared

Rv minimo - Raccordi Concavi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared

4 Sag Curve:Parabolic

PVC Station:	1+681.993	
PVI Station:	1+718.535	
PVT Station:	1+755.077	
Grade in(%):	-0.59%	
Grade out(%):	0.63%	
Curve Length:	73.084m	
K:	60.00	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum K for Headlight Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Design Checks:		
Rv minimo - Raccordi Convessi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared
Rv minimo - Raccordi Concavi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared

5 Sag Curve:Parabolic

PVC Station:	3+111.163	
PVI Station:	3+201.003	
PVT Station:	3+290.843	
Grade in(%):	0.63%	
Grade out(%):	1.42%	
Curve Length:	179.680m	
K:	227.00	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum K for Headlight Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Design Checks:		
Rv minimo - Raccordi Convessi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared
Rv minimo - Raccordi Concavi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared

6 Crest Curve:Parabolic

PVC Station:	3+909.449
PVI Station:	4+090.480
PVT Station:	4+271.511
Grade in(%):	1.42%

Grade out(%):	-3.00%	
Curve Length:	362.062m	
K:	82.00	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum K for Stopping Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Minimum K for Passing Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Design Checks:		
Rv minimo - Raccordi Convessi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared
Rv minimo - Raccordi Concavi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared

---

7 Sag Curve:Parabolic

PVC Station:	4+293.396	
PVI Station:	4+368.644	
PVT Station:	4+443.892	
Grade in(%):	-3.00%	
Grade out(%):	0.50%	
Curve Length:	150.496m	
K:	43.00	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum K for Headlight Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Design Checks:		
Rv minimo - Raccordi Convessi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared
Rv minimo - Raccordi Concavi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared

---

8 Sag Curve:Parabolic

PVC Station:	4+655.281	
PVI Station:	4+731.529	
PVT Station:	4+807.777	
Grade in(%):	0.50%	
Grade out(%):	3.89%	
Curve Length:	152.496m	
K:	45.00	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum K for Headlight Sight Distance:	-1.000m	Cleared

Design Checks:		
Rv minimo - Raccordi Convessi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared
Rv minimo - Raccordi Concavi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared

9 Crest Curve:Parabolic

PVC Station:	4+872.238	
PVI Station:	5+167.801	
PVT Station:	5+463.364	
Grade in(%):	3.89%	
Grade out(%):	-3.30%	
Curve Length:	591.126m	
K:	82.20	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum K for Stopping Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Minimum K for Passing Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Design Checks:		
Rv minimo - Raccordi Convessi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared
Rv minimo - Raccordi Concavi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared

10 Sag Curve:Parabolic

PVC Station:	5+474.032	
PVI Station:	5+564.520	
PVT Station:	5+655.008	
Grade in(%):	-3.30%	
Grade out(%):	0.81%	
Curve Length:	180.977m	
K:	44.00	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum K for Headlight Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Design Checks:		
Rv minimo - Raccordi Convessi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared
Rv minimo - Raccordi Concavi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared

11 Sag Curve:Parabolic

PVC Station:	6+223.845	
PVI Station:	6+292.850	
PVT Station:	6+361.856	
Grade in(%):	0.81%	
Grade out(%):	3.57%	
Curve Length:	138.011m	
K:	50.00	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum K for Headlight Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Design Checks:		
Rv minimo - Raccordi Convessi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared
Rv minimo - Raccordi Concavi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared

---

12 Crest Curve:Parabolic

PVC Station:	6+526.817	
PVI Station:	6+765.352	
PVT Station:	7+003.888	
Grade in(%):	3.57%	
Grade out(%):	-2.58%	
Curve Length:	477.071m	
K:	77.50	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum K for Stopping Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Minimum K for Passing Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Design Checks:		
Rv minimo - Raccordi Convessi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared
Rv minimo - Raccordi Concavi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared

---

13 Sag Curve:Parabolic

PVC Station:	7+132.335
PVI Station:	7+289.942
PVT Station:	7+447.550
Grade in(%):	-2.58%
Grade out(%):	4.50%
Curve Length:	315.215m

K:	44.50	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum K for Headlight Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Design Checks:		
Rv minimo - Raccordi Convessi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared
Rv minimo - Raccordi Concavi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared

---

14 Crest Curve:Parabolic

PVC Station:	7+463.437	
PVI Station:	7+775.404	
PVT Station:	8+087.371	
Grade in(%):	4.50%	
Grade out(%):	-3.09%	
Curve Length:	623.934m	
K:	82.20	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum K for Stopping Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Minimum K for Passing Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Design Checks:		
Rv minimo - Raccordi Convessi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared
Rv minimo - Raccordi Concavi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared

---

15 Sag Curve:Parabolic

PVC Station:	8+138.060	
PVI Station:	8+220.289	
PVT Station:	8+302.518	
Grade in(%):	-3.09%	
Grade out(%):	0.65%	
Curve Length:	164.458m	
K:	44.00	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum K for Headlight Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Design Checks:		
Rv minimo - Raccordi Convessi		Cleared

- Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		
Rv minimo - Raccordi Concavi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared

16 Sag Curve:Parabolic

PVC Station:	8+541.159	
PVI Station:	8+625.732	
PVT Station:	8+710.306	
Grade in(%):	0.65%	
Grade out(%):	2.64%	
Curve Length:	169.147m	
K:	85.00	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum K for Headlight Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Design Checks:		
Rv minimo - Raccordi Convessi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared
Rv minimo - Raccordi Concavi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared

17 Crest Curve:Parabolic

PVC Station:	8+827.112	
PVI Station:	8+990.202	
PVT Station:	9+153.293	
Grade in(%):	2.64%	
Grade out(%):	1.01%	
Curve Length:	326.181m	
K:	200.00	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum K for Stopping Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Minimum K for Passing Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Design Checks:		
Rv minimo - Raccordi Convessi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared
Rv minimo - Raccordi Concavi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared

18 Crest Curve:Parabolic

PVC Station:	10+553.285	

PVI Station:	10+634.974	
PVT Station:	10+716.663	
Grade in(%):	1.01%	
Grade out(%):	-0.35%	
Curve Length:	163.378m	
K:	120.00	
Design Speed:	100	
Design Criteria:		
Minimum K for Stopping Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Minimum K for Passing Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Design Checks:		
Rv minimo - Raccordi Convessi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared
Rv minimo - Raccordi Concavi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared

19 Sag Curve:Parabolic

PVC Station:	11+090.416	
PVI Station:	11+155.279	
PVT Station:	11+220.143	
Grade in(%):	-0.35%	
Grade out(%):	3.35%	
Curve Length:	129.727m	
K:	35.00	
Design Speed:	85	
Design Criteria:		
Minimum K for Headlight Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Design Checks:		
Rv minimo - Raccordi Convessi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared
Rv minimo - Raccordi Concavi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared

4.3 PENDENZE TRASVERSALI DELLA PIATTAFORMA

Le pendenze trasversali sono state calcolate in base ai criteri di normativa, sintetizzati nel diagramma seguente:

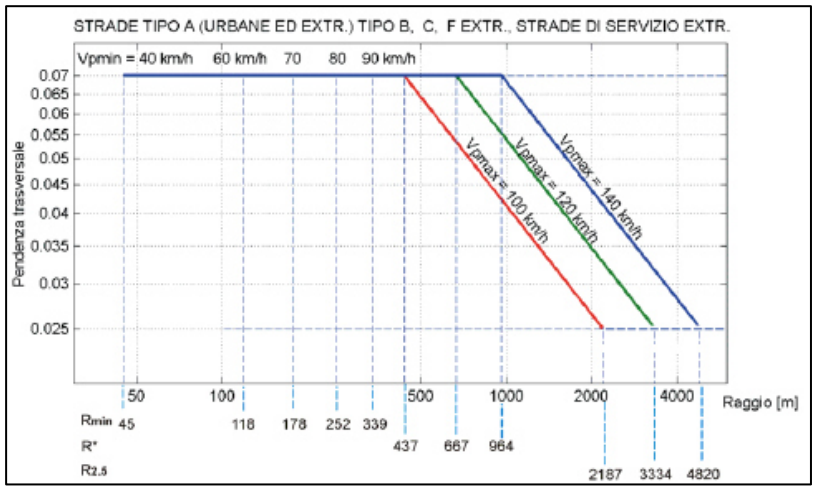


Figura 8. D.M. 05.11.2001 - Diagramma per il calcolo delle pendenze trasversali.

La piattaforma è conforme a quanto richiesto in normativa, richiamata nel prospetto seguente:

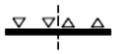
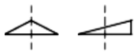
STRADE TIPO	PIATTAFORMA	PENDENZE TRASVERSALI
A, B, D a due o più corsie per carreggiata		
E a quattro corsie		
altre strade		

Figura 9. D.M. 05.11.2001 - Pendenze trasversali delle piattaforme nei rettifili

4.4 DIAGRAMMI DI VELOCITÀ

Le verifiche della corretta progettazione comportano la redazione del diagramma delle velocità per ogni senso di marcia. Esso è la rappresentazione grafica dell'andamento della velocità di progetto in funzione della progressiva dell'asse stradale. L'esame del diagramma delle velocità prevede due verifiche, e in particolare:

$$D_t \leq D_r$$

$$D_t \leq D_v$$

dove

- D_t è la distanza di transizione, definita come la distanza necessaria per passare dal valore V_{P1} a quello V_{P2} con un accelerazione/decelerazione di 0,8 m/sec², deve essere sufficiente a consentire il riconoscimento dell'elemento o di eventuali ostacoli. Tale distanza di transizione è funzione della differenza di velocità fra i due elementi, della velocità media fra i due elementi e dell'accelerazione (0.80 m/s²);

- D_r è la distanza di riconoscimento, definita come la lunghezza massima del tratto di strada entro la quale il conducente può riconoscere eventuali ostacoli e avvenimenti. E' funzione della velocità di progetto dell'elemento di raggio maggiore;
- D_v è la distanza di visuale libera nel tratto che precede la curva circolare.

Il DM 05/11/2001 richiede inoltre che

- Per $V_{Pmax} \geq 100$ km/h (autostrade, strade extraurbane principali e secondarie) nel passaggio da tratti caratterizzati dalla V_{Pmax} a curve a velocità inferiore, la differenza di velocità di progetto non deve superare 10 km/h. Inoltre, fra due curve successive tale differenza, comunque mai superiore a 20 km/h, è consigliabile che non superi i 15 km/h.

La costruzione del diagramma di velocità non ha rilevato criticità per quanto attiene la distanza di transizione D_t.

L'andamento del diagramma presenta un tratto (in corrispondenza della fine del tracciato) in cui la velocità di progetto passa da V_{Pmax} = 100 km/h a V_P = 64 km/h (a=-0.80 m/s^2), poiché l'intervento si riconnette alla strada esistente in corrispondenza della curva num. 13 (R = 160 m.) Tuttavia, ad eccezione della zona finale, la velocità di progetto si mantiene costante al valore massimo V_{Pmax} = 100 km/h lungo il tracciato, ad eccezione della curva num. 2 (R=400 m.), in cui V_{Pmax} = 97 km/h, in linea con la normativa, la quale prevede un ΔV massimo di 10 km/h.

Il tratto finale di cui sopra sarà adeguatamente segnalato mediante segnaletica orizzontale e verticale, analogamente ai corrispondenti limiti di velocità, in conformità con le indicazioni del Codice della Strada.

Si precisa che tutte le verifiche di normativa, con particolare riferimento a quelle di visibilità, sono state eseguite con riferimento all'andamento del diagramma di velocità sopra descritto.

4.5 VERIFICHE DI VISIBILITÀ

La presenza di opportune visuali libere costituisce primaria ed inderogabile condizione di sicurezza della circolazione. La distanza di visuale libera è definita dalla normativa come la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé indipendentemente dalle condizioni del traffico, atmosferiche e d'illuminazione. La distanza di visuale libera nel caso specifico deve essere confrontata con:

- Distanza di visibilità per l'arresto, definita come lo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizioni di sicurezza davanti ad un ostacolo improvviso;
- Distanza di visibilità per la manovra di sorpasso, definita come la lunghezza del tratto di strada occorrente affinché un conducente che si accinga alla manovra possa vedere un autoveicolo che sopraggiunge dalla corsia opposta in condizioni di sicurezza.

Lungo tutto il tracciato deve essere sempre garantita la distanza di visibilità per l'arresto, mentre, per le strade extraurbane a unica carreggiata con doppio senso di marcia, la distanza di visibilità per il sorpasso

dev'essere garantita per una conveniente percentuale di tracciato, in relazione al flusso di traffico smaltibile con il livello di servizio assegnato, in misura comunque non inferiore al 20%.
Le verifiche delle visuali libere sono state condotte confrontando la visuale libera disponibile con la distanza di arresto e quella di sorpasso, entrambe calcolate in base al diagramma della velocità. Se la visuale libera disponibile è insufficiente ad assicurare l'arresto, si è proceduto a un allargamento della carreggiata, in modo da aumentare la visuale libera. Nei tratti di carenza di visibilità per il sorpasso, tale manovra sarà interdetta mediante apposita segnaletica.
I diagrammi riportati nelle tavole specifiche fanno quindi riferimento alla visuale libera e alla distanza di visibilità determinate a seguito degli allargamenti necessari. Nelle tavole, sono inoltre riportati gli andamenti degli allargamenti e l'entità degli stessi.

4.5.1 Distanza di visibilità per l'arresto

Le DVL per l'arresto sono state confrontate con le relative distanze di visibilità disponibili, in funzione delle velocità desunte dai relativi diagrammi, considerando l'intervallo di velocità assegnato al tipo di strada secondo il DM 05/11/2001 e all'aderenza del piano viabile.
Le verifiche sono state condotte in entrambi i sensi di marcia, tenendo conto dell'andamento plano-altimetrico.
Le visuali disponibili sono state calcolate mediante l'ausilio del software di progettazione stradale Autodesk Civil 3D, che ha generato un modello tridimensionale in cui il solido stradale è stato considerato nelle sue effettive dimensioni per piattaforma, scarpate (in rilevato e in trincea) ed elementi marginali. In particolare, in corrispondenza degli arginelli, delle opere d'arte e ovunque altro previsto dalla normativa di settore, sono state inserite le barriere di sicurezza, in modo da ottenere una simulazione realistica degli ostacoli alla visibilità presenti lungo i tracciati.
A seguito della suddetta analisi di visibilità, è stato necessario prevedere l'inserimento di allargamenti di piattaforma per la visibilità, come riportato negli appositi elaborati grafici e qui di seguito sintetizzati:

Curva	Raggio	Verso	Dal km	Al km	Allargamento. max	Lato
1	500.00	Dx	0+480.00	0+980.00	3.50	interno
2	400.00	Sx	1+340.00	1+700.00	4.75	esterno
3	703.90	Dx	1+940.00	2+540.00	1.30	interno
8	600.00	Dx	6+940.00	7+220.00	3.00	interno
9	600.00	Sx	7+280.00	7+520.00	3.50	esterno
10	630.00	Sx	8+460.00	8+620.00	2.00	esterno
11	600.00	Dx	8+680.00	8+980.00	1.85	interno

Si precisa che nella tabella precedente le progressive sono state arrotondate, come il valore massimo degli allargamenti. Più precise indicazioni potranno essere desunte dagli elaborati specifici.

4.5.2 Distanza di visibilità per il sorpasso

Anche la visuale libera e la distanza di visibilità per il sorpasso sono state calcolate mediante l'ausilio del software di progettazione stradale Civil 3D con le stesse metodologie di costruzione del solido stradale e di verifica delle DVL di cui al paragrafo precedente.

Il relativo diagramma riporta, per ogni senso di marcia, i valori della visuale libera e della distanza di visibilità per il sorpasso, da cui si evince come quest'ultima sia garantita per una percentuale di tracciato pari a circa il **35** / **38%** (rispettivamente andata e ritorno)**,** quindi superiore al 20% richiesto dalla normativa.

4.5.3 Verifica estesa oltre il tratto di progetto

Dal lato della A27, le verifiche sono state estese per un congruo tratto, in quanto peraltro il tracciamento (PK 0+000) inizia oltre 500m prima dell'inizio della tratta tipo C1 (PK 0+540); tale tratto è messo in evidenza negli elaborati dei diagrammi di visibilità.

A fine tracciato, si è provveduto ad estendere le verifiche fino ad inglobare la curva in corrispondenza dell'imbocco della esistente Galleria Termine (vedi immagine).

In corrispondenza dell'imbocco è presente una curva di raggio ridotto (ca. 150m); essendo a cavallo di strutture esistenti, tale elemento geometrico non è modificabile; all'interno della galleria il tracciato si raccorda progressivamente ad una curva di raggio più ampio e infine ad un rettifilo.

La verifica di visibilità non mostra difettosità nel verso di percorrenza Nord (andata), proveniendo dalla nuova variante, anzi la curva offre una visuale libera corrispondente ad una velocità di percorrenza (78 km/h) maggiore di quella dell'equlibrio dinamico in funzione del raggio (64 km/h). La transizione di velocità in approccio alla curva esistente avviene tramite oportuna segnaletica rafforzata con limiti decrescenti fino al valore attribuito alla curva in oggetto.

Nel verso di percorrenza Sud (ritorno), si evidenzia una difettosità per i veicoli che sopraggiungono dalla galleria in direzione della variante. La criticità è ravvisata lungo il tratto in galleria, prima di iniziare il tracciato di variante. La distanza di visuale libera nel punto più critico è di circa 65m, corrispondenti ad una velocità di sicurezza di ca. 55 km/h. Si raccomanda quindi al gestore di apporre apposita segnaletica. Il prosieguo dell'itinerario, allacciandosi alla nuova variante, non mostra elementi di difettosità.

4.6 COORDINAMENTO PLANO-ALTIMETRICO

Il DM 05/11/2001 richiede che, per garantire una percezione chiara delle caratteristiche dei tracciati stradali senza che l'utenza avverta distorsioni prospettiche delle linee che li definiscono, si debba coordinare opportunamente l'andamento plano-altimetrico dell'asse con il rispettivo profilo longitudinale.

Pertanto, in sede di progettazione, è stata posta particolare attenzione a quest'aspetto e, ovunque possibile, sono stati fatti coincidere i vertici planimetrici con quelli altimetrici, adottando valori dei raccordi verticali tali da rendere sovrapponibili le lunghezze dei due raccordi.

Nei casi in cui ciò non è stato possibile, è stato comunque verificato che:

- Raccordi verticali convessi:
  - ✓ il punto di inizio di una curva planimetrica non sia coinciso o sia stato prossimo alla sommità di un raccordo verticale convesso;
- Raccordi verticali concavi:
  - ✓ un raccordo planimetrico non sia iniziato immediatamente dopo un raccordo concavo e comunque sia risultato sempre $R_V/R > 6$;
  - ✓ non siano stati previsti raccordi verticali concavi di piccolo sviluppo all'interno di curve planimetriche di grande sviluppo:
  - ✓ non siano stati previsti raccordi concavi immediatamente dopo la fine di una curva planimetrica;
  - ✓ non ci sia stata coincidenza tra il vertice di un raccordo concavo con un punto di flesso planimetrico.

5 INTERSEZIONI

L'intervento prevede le seguenti nuove intersezioni:

- Svincolo A27: è situato all'inizio del tracciato in variante e connette quest'ultima con l'autostrada A27 e la SS51 esistente;
- Svincolo zona industriale: consente il collegamento della variante alla zona industriale di Villanova;
- Svincolo Longarone centro: consente il collegamento della variante al centro abitato di Longarone.

Nel seguito si riporteranno le caratteristiche dimensionali delle rampe e si illustreranno i relativi criteri di dimensionamento geometrico e funzionale, rimandando ai paragrafi specifici il dettaglio circa i calcoli e le verifiche per ciascuna rampa di svincolo.

5.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E FUNZIONALI DELLE RAMPE

5.1.1 Piattaforme tipo

Le rampe di svincolo sono sia monodirezionali sia bidirezionali.

Per le rampe monodirezionali è stata adottata una carreggiata da 6.00 m., con corsia da 4.00 m. e banchine da 1.00 m. in dx e sx.

Nel caso dello svincolo A27, invece, la carreggiata delle rampe monodirezionali è stata portata a 6.50 m., con corsia da 4.00 m. banchina in dx da 1.50 m. e banchina in sx da 1.00 m.

Per le rampe bidirezionali la carreggiata è da 9.00 m. con due corsie da 3.50 m., ciascuna fiancheggiata da una banchina da 1.00 m.

5.1.2 Velocità di progetto e geometria degli elementi modulari delle rampe

Gli svincoli di progetto si configurano come intersezioni di tipo 1 (svincolo A27 rampa diretta) e 2 (fig. 3 del DM 19/04/2006). Pertanto, gli intervalli di velocità di progetto per le rampe è quello indicato nella tabella seguente:

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

I parametri minimi rispetto ai quali sono state progettate le rampe sono riportati nella tabella seguente:

Velocità di progetto	(km/h)	30	40	50	60	70	80
Raggio planimetrico minimo	(m)	25	45	75	120	180	250
Pendenza max in salita	(%)	10	7,0		5,0		
Pendenza max in discesa	(%)	10	8,0		6,0		
Raggi minimi verticali convessi	(m)	500	1000	1500	2000	2800	4000
Raggi minimi verticali concavi	(m)	250	500	750	1000	1400	2000
Distanza di visuale minima	(m)	25	35	50	70	90	115

Il tracciato planimetrico delle rampe è costituito da rettifili e archi di cerchio, raccordati da clotoidi di opportuno parametro A. Quest'ultimo è stato calcolato tenendo conto principalmente della limitazione del contraccolpo, data la prevalenza di piccoli raggi, per i quali detto parametro diventa dimensionante. In taluni casi, quando il parametro A calcolato in funzione del contraccolpo è risultato > del raggio R della curva, è strato imposto A = R.

I profili altimetrici delle rampe hanno tenuto conto dei vincoli di complanarità derivanti dalla riconnessione con l'asse principale. Le pendenze longitudinali hanno valori costantemente inferiori ai massimi consentiti dal D.M. 19-04-2006, mentre le livellette sono state raccordate mediante archi di cerchio mai inferiori ai minimi di cui alla tabella precedente.

5.1.3 Corsie specializzate

Data la tipologia di strada (tipo C), sono state previste corsie specializzate di uscita parallele (diversione), mentre per le rampe d'immissione è invece previsto lo STOP.

Per quanto riguarda invece la A27, è stato previsto l'adeguamento della corsia d'uscita in direzione Nord, nonché la corsia di entrata parallela (accelerazione) dalla A27 stessa verso la variante alla SS51, ancora in direzione Nord.

In tutti i casi, le dimensioni della piattaforma sono conformi ai dati riportati nella tabella seguente:

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	-

5.1.3.1 Corsie di uscita

Le corsie di uscita sono state dimensionate in base a criteri cinematici e geometrici:

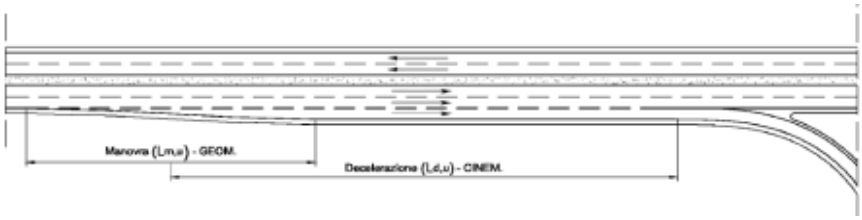


Figura 10. Schema corsia di uscita parallela.

- $L_{d,u}$, tratto di decelerazione: determinato con la seguente formula:

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

  - ✓ L = $L_{d,u}$ (m) è la lunghezza necessaria per la variazione cinematica;
  - ✓ v_1 (m/s) è la velocita di ingresso nel tratto di decelerazione;
  - ✓ v_2 (m/s) è la velocita di uscita dal tratto di decelerazione, corrispondente alla velocità di progetto V_R della curva;

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

  - ✓ a (m/s^2) è il valore dell'accelerazione negativa assunto per la manovra. Per le strade di tipo A e B è a = 3 m/s^2 Per le strade di tipo D e C a = 2 m/s^2 (par. 4.2 DM 19/04/2006).
- Lmu, tratto di manovra, determinato in base alla velocità di progetto del tratto di strada da cui si dirama la corsia, conformemente a quanto indicato nella tabella a lato:

5.1.3.2 Corsie d'immissione

L'unica corsia d'immissione presente nel progetto (svincolo A27) è stata dimensionata utilizzando due metodi di calcolo e scegliendo quello più cautelativo.

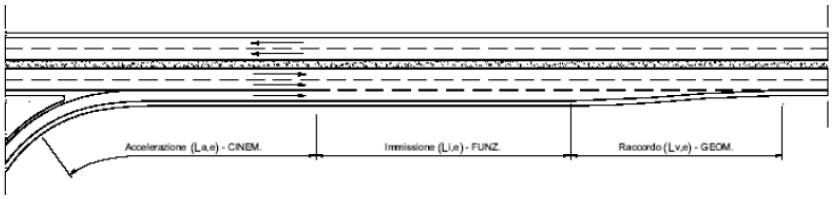


Figura 11. Schema corsia di immissione.

5.1.3.2.1 Metodo cinematico - semi empirico

Con questo metodo sono stati individuati e dimensionati i seguenti tratti:

- $L_{a,e}$, tratto di accelerazione: determinato con la seguente formula:

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

  - ✓ L = $L_{a,e}$ (m) è la lunghezza necessaria per la variazione cinematica;
  - ✓ v_1 (m/s) è la velocita di progetto della rampa nel punto di inizio del tratto di accelerazione.

- ✓ v_2 (m/s) corrisponde all'80% della velocita di progetto della strada sulla quale la corsia si immette.
- ✓ a (m/s²) è il valore dell'accelerazione positiva assunta per la manovra, pari a 1.00 m/s² (par. 4.2 DM 19/04/2006).

- $L_{i,e}$, tratto di immissione (attesa in movimento). La lunghezza si calcola mediante la relazione:

$$L_{i,e} = \frac{Q_1 - 700}{Q_1} \times 0.80 V_P$$

Q_1 rappresenta la portata oraria che percorre la corsia num. 1. Se $Q_1 < 700$ veic/h risulta $L_{i,e} = 0$.

- $L_{v,e}$, tratto di raccordo: determinato in base alla velocità di progetto del tratto di strada in cui si immette la corsia, conformemente a quanto indicato nella tabella seguente:

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

5.1.3.2.2 Metodo probabilistico

L'approccio adottato per la determinazione probabilistica della lunghezza L della corsia di immissione è quello dell'**intervallo critico**. Affinché il veicolo della corrente sulla corsia di marcia non sia costretto a rallentare a causa dell'ingresso di un veicolo proveniente dalla corsia di immissione, è necessario che quest'ultimo esegua l'inserimento garantendo una distanza almeno pari a quella di sicurezza tra sé ed il veicolo della corrente veicolare principale e tra sé ed il veicolo che segue. Detto tipo d'immissione si definisce "immissione ideale", mentre è denominato "intervallo critico" (T) il più piccolo intervallo temporale fra due veicoli della corrente veicolare principale che consente un'immissione ideale. In definitiva, un veicolo sulla corsia d'immissione entrerà nella corrente principale quando avrà a disposizione un varco temporale pari almeno al tempo critico T. L'espressione analitica per l'intervallo critico è la seguente:

$$T = \frac{V_{P,m} - V_{i,m}}{(3.6 \times 2 \times a)} + 2\delta \ (\text{sec})$$

$V_{P,m}$ = velocità media del flusso della corrente principale (km/h)

$V_{i,m}$ = velocità media del flusso che intende immettersi (km/h);

δ = 1 sec. = intervallo temporale di sicurezza tra due veicoli consecutivi;

a = 1.2 m/sec² = accelerazione longitudinale.

Ai fini delle successive verifiche si precisa che la velocità media del flusso della corrente principale $V_{P,m}$ è stata stimata pari all'85% della velocità massima di progetto V_P, mentre quella del flusso che intende immettersi è calcolata con la relazione seguente:

$$V_{i,m} = \frac{1}{2} \times \left(V_{u,clot} + 0.80 V_P\right)$$

$V_{u,clot}$ è la velocità all'uscita dalla clotoide che precede il tratto parallelo. Quindi $V_{i,m}$ rappresenta la velocità media (costante) alla quale il veicolo percorre tutto il tratto parallelo della corsia d'immissione e, di conseguenza, la verifica funzionale riguarderà **l'intera lunghezza** di quest'ultimo.

Proseguendo nella caratterizzazione probabilistica della lunghezza d'immissione, bisogna considerare che il presentarsi dell'intervallo critico (T) è un evento aleatorio. Si può ragionevolmente ipotizzare che i generici intervalli temporali (t) con cui i veicoli della corrente principale si succedono dinanzi a quello che vuole immettersi, siano distribuiti con legge di distribuzione della probabilità di Erlang, che ben rappresenta le correnti di traffico quando i flussi iniziano ad essere consistenti e crescono le interferenze tra i veicoli:

$$f(t) = \frac{Kq}{(K-1)!}(Kqt)^{K-1}e^{-Kqt}$$

f(t) rappresenta la densità di probabilità, in cui:

$$\mathrm{q} = \frac{Q_1}{3600} \quad (veic/sec)$$

K è il parametro di Erlang, che assume i seguenti valori:

K = 1 per $Q_1 \leq 400$ veic/h

K = 2 per $400 < Q_1 \leq 800$ veic/h

K = 3 per $Q_1 > 800$ veic/h

Q_1 rappresenta il flusso di traffico transitante nella corsia di marcia.

L'integrazione della funzione di densità (tra 0 e il tempo T) costituisce la cosiddetta funzione di ripartizione (funzione cumulata di probabilità) ed è espressa dalla seguente relazione:

$$F(t<T) = 1 - e^{-KqT}\sum_{n=o}^{K-1}\frac{(KqT)^n}{n!}$$

La probabilità $P_1(t)$ che il generico intervallo di tempo t sia **maggiore** dell'intervallo critico T è dunque il complemento a 1 (100%) della relazione precedente:

$$P_1(t) = 1 - F(t<T)$$

Tramite l'equazione precedente, si calcola il valore di probabilità associata al verificarsi di un intervallo di tempo **t ≥ T** durante il primo evento possibile (ovvero dopo aver atteso il passaggio del primo veicolo). In questo caso, lo spazio impegnato dai veicoli in attesa di potersi inserire nella corrente principale (L_0) è il minimo indispensabile e vale:

$$L_0 = V_{i,m} \times T$$

È chiaro che, 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 (passaggi di veicoli consecutivi sulla corsia di marcia principale) in grado di garantire il manifestarsi della probabilità medesima. Siccome l'evento "transito di una vettura" si ripete sempre uguale a sé stesso ed è considerato indipendente, (nel senso che il transito di una vettura non influenza quello di una seconda vettura successiva), la probabilità che un evento si presenti all'evento r-esimo si ottiene come intersezione di probabilità indipendenti mediante la relazione:

$$P_r(t) = 1 - [F(t<T)]^r$$

Gli svariati dati reperibili in letteratura danno come accettabile un valore minimo di $P_r(t) > 70\%$. Il bollettino CNR n. 90 del 15/04/1983, di contro, indica di utilizzare un percentile del tempo d'attesa più elevato, in genere il 90%.

Utilizzando detto procedimento si perviene all'individuazione dell'evento r-esimo al quale è associata la probabilità di progetto. In tal caso la lunghezza dell'intera corsia parallela di immissione sarà:

$$L_{parall.} = (r-1) \times \frac{V_{i,m}}{3.6q} \ (m.)$$

dove:

r = numero di eventi (passaggi della corrente veicolare principale) che corrispondono al valore richiesto della probabilità di progetto;

$1/q$ = durata temporale del singolo evento (sec.);

$V_{i,m}$ = velocità media del flusso che intende immettersi (km/h).

I volumi di traffico saranno desunti dallo Studio del Traffico.

5.1.3.3 Zone di scambio

Nelle intersezioni stradali i fenomeni di scambio si verificano quando una rampa di immissione precede una rampa di uscita e le due rampe sono collegate da una corsia ausiliaria, formata dall'unione delle due corsie di immissione e di decelerazione, in modo da dar luogo ad un allargamento della carreggiata rispetto alla sua sezione corrente. In questo caso lo scambio avviene fra il flusso di immissione, che percorre la corsia ausiliaria e intende trasferirsi nella carreggiata corrente, con il flusso di uscita che percorre la carreggiata corrente e vuole trasferirsi sulla corsia ausiliaria.

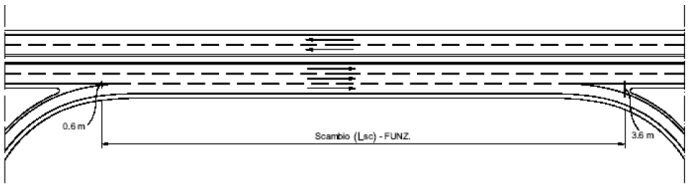
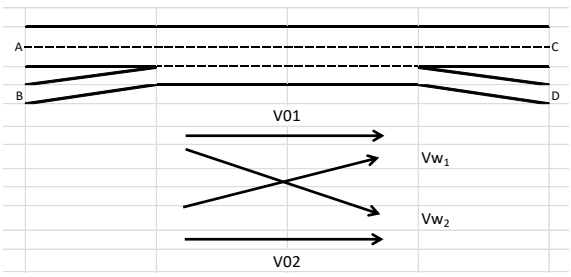


Figura 12. Schema zona di scambio.

Per la verifica della lunghezza dei tronchi di scambio è stata adottata la procedura contenuta nel Manuale della Capacità (HCM). In essa, oltre alla lunghezza del tronco, al numero di corsie, alla media della velocità a flusso libero (velocità operativa SFF), alle velocità medie nello spazio delle correnti che scambiano (o non scambiano) etc., entrano in gioco i flussi veicolari e in particolare:

- V_{01} = portata maggiore tra quelle che non scambiano;
- V_{02} = portata minore tra quelle che non scambiano;
- V_{w1} = portata maggiore tra quelle che scambiano;
- V_{w2} = portata minore tra quelle che scambiano.



La procedura HCM prevede, inoltre, che i volumi di traffico effettivi siano trasformati in veicoli equivalenti mediante uno specifico coefficiente (f_{HV}), funzione della percentuale di veicoli pesanti e della tipologia di terreno (pianeggiante, ondulato, montuoso).

Si precisa che, ai fini della verifica, si prenderà in considerazione il tratto $L_{scambio}$ percorso a velocità costante dai veicoli (velocità medie nello spazio delle correnti che scambiano e non scambiano). Dette velocità si determinano in base ai criteri della procedura dell'HCM, cui si rimanda per i dettagli.

Il processo di verifica è iterativo, sia perché non è noto a priori se il flusso sia o meno vincolato, sia perché, per il calcolo delle velocità medie nello spazio, è necessario conoscere proprio la lunghezza $L_{scambio}$, che rappresenta l'incognita del problema ma che entra, insieme ai volumi equivalenti di traffico, nelle formule di verifica per mezzo dei fattori di scambio W_s e $W_{n,s}$.

Il Livello di Servizio è individuato dal valore della densità media D, espressa in veic/km/corsia. Nella tabella seguente sono riportati i valori di densità associati a ciascun Livello di Servizio:

LoS	Densità Veic/km/corsia
A	≤ 6
B	6 – 12
C	12 – 17
D	17 – 22
E	22 – 27
F	> 27

Per ulteriori dettagli sulla procedura si rimanda all'HCM, Capitolo 24 – Freeway Weaving.

I flussi che impegnano le zone di scambio sono stati determinati in base alle assegnazioni definite nello studio del traffico allegato al progetto.

5.1.4 Rotatorie

Nel progetto sono previste quattro rotatorie, di cui due comprese nello svincolo della zona industriale e una terza in corrispondenza dello svincolo di Longarone. La quarta rotatoria è a servizio di una viabilità locale.
Nella tabella seguente sono riportati i principali dati geometrici:

Rotatoria	Diametro esterno	Diametro isola centrale	Larghezza corsia corona giratoria	Numero bracci confluenti
SV02_ROT1	50.00	36.00	6.00	6
SV02_AS_ROT	28.00	12.00	7.00	3
SV03_ROT1	37.00	18.00	9.00	4

Le banchine hanno larghezza pari a 1.00. m., ad eccezione della rotatoria ROT4_MALCOLM, in cui sono da 0.50 m. Si precisa inoltre che la corona giratoria della rotatoria SV03_ROT1 è da 9.00 m. poiché uno dei bracci d'ingresso è a due corsie.

I bracci d'uscita e ingresso sono conformi alle dimensioni di cui alla seguente tabella:

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

L'isola centrale è non sormontabile.

Sono state eseguite le verifiche di deflessione e di visibilità a sinistra previste dal DM 19/04/2006.

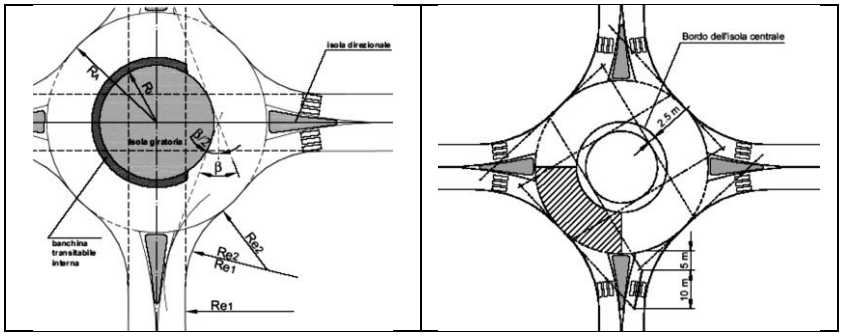


Figura 13. Schemi verifiche previste nel DM 19/04/2006.

È stata eseguita anche la verifica di funzionalità, utilizzando il metodo SETRA.

La capacità C di ciascun braccio è funzione decrescente del traffico di disturbo Q_d che ne ostacola l'ingresso, mentre aumenta in funzione della larghezza della corsia di entrata ENT.

Essa è espressa mediante la seguente relazione:

$$C_i = (1330 - 0.70Q_d)[1 + 0.1(ENT - 3.5)]$$

dove:

C_i = capacità di un braccio di ingresso [veic.equiv./h];

ENT = larghezza della corsia in entrata, misurata dietro il primo veicolo fermo all'altezza della linea del "dare precedenza";

Q_d rappresenta il traffico di disturbo [veic/h], calcolabile con la seguente espressione:

$$Q_d = (Q_C + 2/3\,Q'_u)[1 - 0.085(ANN - 8)]$$

in cui:

Q_c = traffico circolante, ovvero flusso che percorre l'anello all'altezza dell'immissione [veic.equiv./h];

ANN = larghezza dell'anello [m];

Q'_u è il traffico uscente equivalente [veic/h], espresso mediante la seguente formula:

$$Q'_u = Q_u \frac{(15 - SEP)}{15}$$

Q_u = traffico uscente [veic.equiv./h]

SEP = larghezza dell'isola spartitraffico all'estremità del braccio [m]

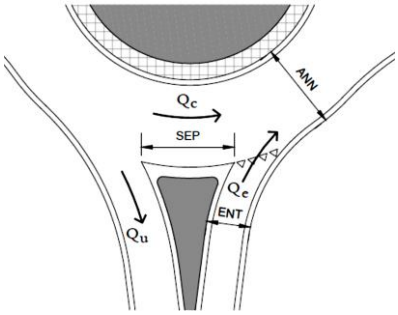


Figura 14. Metodo SETRA - Caratteristiche geometriche e di traffico di una rotatoria.

Sia la capacità che i flussi devono essere misurati in veicoli equivalenti per ora (V_{eq}). Nei calcoli il coefficiente di equivalenza tra veicoli lenti e veicoli pesanti è stato posto pari a n = 2.5.

Il giudizio sulla funzionalità è espresso mediante valutazioni su:

1) **Riserva di capacità** del singolo ramo ottenuta in base alla relazione R_C (%) = (C_i – Q_i/C_i) x 100, con cui, con riferimento alla seguente tabella, si valuta la condizione d'esercizio di ciascun ramo della rotatoria:

RISERVA DI CAPACITA'	CONDIZIONE DI ESERCIZIO
R_C > 30%	Fluida
15% ≤ R_C ≤ 30%	Soddisfacente
0% < R_C ≤ 15%	Aleatoria
R_C ≤ 0%	Critica

2) **Capacità pratica**, ossia quel valore di portata confluente nel ramo tale per cui $Q_i \leq C_i - 150$. Un ulteriore riscontro circa la capacità pratica si effettua verificando che il valore di portata confluente nel ramo sia tale per cui risulti $Q_i \leq 0.80 x C_i$;

3) **Livello di Servizio**, calcolato attingendo dalle indicazioni dell'Highway Capacity Manual circa la funzionalità delle intersezioni non semaforizzate. La sua valutazione per un braccio di rotatoria, infatti, è analoga a quella utilizzata per lo studio di una generica intersezione a raso, considerando il tempo medio di attesa d dei veicoli alle immissioni ed il 95° percentile della lunghezza della coda. La formulazione dei due parametri è la seguente:

$$d = \frac{3600}{C_i} + 900T\left[(x-1) + \sqrt{(x-1)^2 + \frac{3600x}{450C_iT}}\right] + 5$$

d = ritardo medio di fermata per un braccio (sec/veic);

C_i = capacità del ramo (veic/h);

x = Q_i/C_i = grado di saturazione del ramo;

T = periodo di analisi (h) [T=0.25 per un periodo di 15 minuti]

La lunghezza della coda si calcola mediante il parametro Q_{95}, che rappresenta il numero massimo di veicoli accodati che non è superato nel 95% della durata complessiva del periodo d'analisi. Per il calcolo si utilizzerà la relazione seguente:

$$Q_{95} = 900T\left[(x-1) + \sqrt{(x-1)^2 + \frac{3600x}{150C_iT}}\right]\frac{C_i}{3600}$$

Q_{95} rappresenta la coda mentre gli altri fattori sono già noti. La sua lunghezza è ottenibile moltiplicando detto percentile per la dimensione media delle autovetture (6.00 m.).

Nella tabella seguente sono infine riportati i Livelli di Servizio di riferimento:

LOS	RITARDO MEDIO PER VEICOLO (sec/veic)
A	≤ 10
B	10 ÷ 15
C	15 ÷ 25
D	25 ÷ 35
E	35 ÷ 50
F	> 50

5.1.5 Visibilità delle intersezioni a raso

La visibilità in corrispondenza delle intersezioni a raso è stata verificata in base ai criteri indicati nel DM 19/04/2006. I triangoli di visibilità sono stati disegnati tenendo conto della velocità di progetto della viabilità in cui ci si deve immettere. Per le intersezioni in progetto è previsto sempre il regime di STOP e pertanto lo schema di riferimento per le verifiche è il seguente:

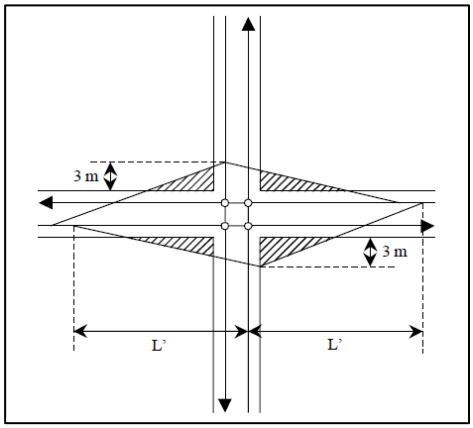


Figura 15 – Triangoli di visibilità nel caso di regolazione con STOP.

La lunghezza L' è pari a 6v, in cui v (m/sec) è la velocità di riferimento sulla strada principale.

5.2 SVINCOLO A27

5.2.1 Descrizione

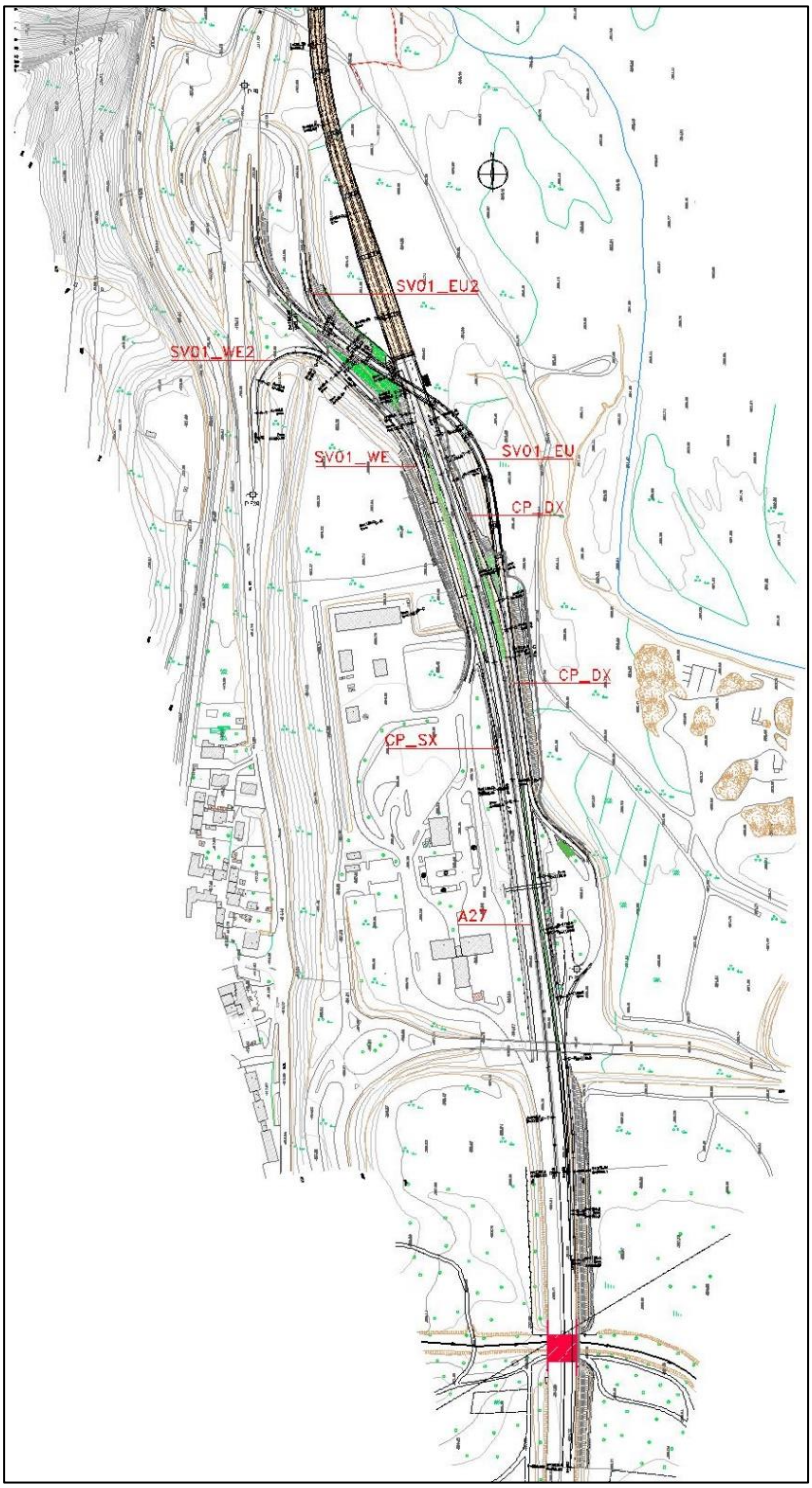


Figura 16 – Svincolo A27.

Il nuovo svincolo modifica parzialmente la connessione oggi esistente tra l'autostrada A27 e la SS51 attuale per permettere l'inserimento della variante. Tutte le manovre già consentite tra le due viabilità nella vecchia configurazione dello svincolo sono mantenute, mentre la variante si allaccia all'autostrada in continuità con quest'ultima, mediante un progressivo restringimento della carreggiata. Sono invece interdette tutte le relazioni tra la nuova viabilità e la SS51 attuale.

Lo svincolo è costituito da:

- una rampa bidirezionale di tipo 1 (A27), che connette direttamente l'autostrada A27 con la variate alla SS51 in entrambe le direzioni mediante tratti di transizione da due a una corsia e viceversa;
- una rampa monodirezionale semidiretta di tipo 2 (SV01_EU), che consente la manovra di uscita dalla A27 per gli utenti che intendono imboccare la SS51 attuale in direzione Nord;
- una rampa monodirezionale indiretta di tipo 2 (SV01_EU2) che, distaccandosi dalla precedente SV01_EU mediante un ago, consente la manovra di uscita dalla A27 per gli utenti che intendono imboccare la SS51 attuale in direzione Sud, con riconnessione alla rampa esistente;
- una rampa monodirezionale diretta ausiliaria di tipo 2 (CP_DX) che, scambiando lungo la SV01_EU, consente agli utenti in uscita dall'area di servizio esistente ubicata in dx, di imboccare la variante alla SS51 in direzione Nord;
- Una rampa monodirezionale diretta di tipo 2 (SV01_WE) che, riprendendo la rampa esistente, consente l'immissione sulla A27 per gli utenti della SS51 attuale provenienti da Nord e diretti verso Sud;
- una rampa monodirezionale indiretta di tipo 2 (SV01_WE2) che, immettendosi sulla precedente SV01_WE mediante un ago, consente la manovra di entrata sulla A27 per gli utenti provenienti dalla SS51 attuale da Sud;
- una rampa monodirezionale diretta ausiliaria di tipo 2 (CP_SX) che, scambiando lungo la SV01_WE, consente agli utenti in uscita dalla variante alla SS51 di entrare nell'area di servizio esistente ubicata in sx;

5.2.2 Terminale autostradale e tratti di raccordo sulla rampa A27

Per quanto attiene il tratto terminale autostradale, si evidenzia innanzitutto che le modifiche rispetto alla configurazione odierna hanno richiesto il risezionamento della corsia di decelerazione in direzione Nord, la cui sezione è stata portata a 3.75 m. con una banchina inizialmente da 2.50 m., che poi si restringe a 1.50 m. in approccio alla rampa monodirezionale diretta ausiliaria (CP_DX).

Inoltre, si precisa che rampa A27 è stata trattata come somma di due rampe monodirezionali, poiché è stato necessario gestire le transizioni nelle due direzioni di marcia. Infatti, procedendo da Sud verso Nord, si è passati da due carreggiate autostradali (con corsie da 3.75 m.) separate da uno spartitraffico, bifilare prima e monofilare poi, a un'unica carreggiata monodirezionale da 4.00 m. La situazione si è ripresentata, anche se non in maniera del tutto simmetrica, nella direzione opposta.

Per definire correttamente le transizioni, la rampa A27 è stata considerata alla stregua di una rampa diretta autostradale (tipo 1), con velocità di progetto V_P = 80 km/h. Le lunghezze di transizione sono state calcolate in base alla seguente relazione:

$$L_v = V_P \times \sqrt{D}$$

D = C_a – C_b rappresenta la differenza tra le larghezze C delle carreggiate nelle due sezioni di riferimento a e b, mentre V_P è la velocità di progetto, verificando che risultasse $L_V \geq 0.02D$ e adottando sempre il valore maggiore tra i due (Art. 142 del Regolamento - Art. 40 Codice della Strada).

In direzione Nord sono presenti tre transizioni:

1) passaggio da spartitraffico bifilare a spartitraffico monofilare;
2) passaggio da due corsie autostradali da 3.75 m. con spartitraffico bifilare della A27 ad un'unica corsia da 4.00 m. fiancheggiata da spartitraffico monofilare;
3) passaggio da carreggiata monodirezionale da 6.50 m. fiancheggiata in sx da spartitraffico monofilare ad una semicarreggiata da 5.25 m. di una strada di tipo C1 fiancheggiata in sx da spartitraffico monofilare;
4) passaggio da carreggiata C1 fiancheggiata in sx da spartitraffico monofilare ad una semicarreggiata da 5.25 m. tipica della strada di tipo C1;

Nella tabella seguente sono riportate le lunghezze dei rispettivi tratti di raccordo:

Tratto di raccordo	C_a	C_b	D	L_v
	m.	m.	m.	m
1	1.30+0.70	0.30 + 1.00	0.70	67.00
2	2 x 3.75	4.00	3.50	175.00
3	4.00+1.50	3.75+1.50	0.25	50.00
4	0.30+6.00	3.75+1.50	1.30	115.00

Si precisa che il tratto di raccordo 1, compreso all'interno del raccordo 2, è stato calcolato per ottimizzare la posizione dell'asse della rampa monodirezionale da 4.00 m. rispetto allo spartitraffico monofilare esistente.

In direzione Sud sono presenti due transizioni:

1) passaggio da corsia da 4.00 m. a corsia da 3.75 m.;
2) passaggio da spartitraffico monofilare a spartitraffico bifilare.

Nella tabella seguente sono riportate le lunghezze dei rispettivi tratti di raccordo:

Tratto di raccordo	C_a	C_b	D	L_v
	m.	m.	m.	m
1	4.00	3.75	0.25	50.00
2	0.30 + 1.00	1.30+0.70	0.70	70.00

5.2.3 Manovre per gli utenti in uscita dalla A27 in direzione Nord

Il tracciamento della rampa CP_DX è stato ottimizzato per massimizzare la facilità di manovra per gli utenti che, in uscita dalla A27, alla fine della corsia di decelerazione, decidono se proseguire lungo la rampa

CP_DX verso la SS51 attuale in direzione Nord o dirigersi verso l'area di parcheggio Ponte delle Alpi Est eseguendo la manovra conseguente.

Infatti, terminato il tratto di decelerazione, la rampa CP_DX assume un andamento parallelo all'asse autostradale e, a partire dalla PK 0+085, ne è separato da una barriera di sicurezza. Tale situazione viene mantenuta per circa 115m (che corrispondono a quasi 7 secondi di percorrenza a **60 km/h**), prima di incontrare la diramazione per l'Area di Parcheggio.

L'uscita dalla CP_DX all'AdP, che sarà opportunamente presegnalata, è collocata su un tratto di rettifilo, risultando quindi chiaramente visibile e percepibile come diversione, ed avviene lungo il tratto di CP_DX che è fisicamente separato dalla carreggiata "passante" della A27.

5.2.4 Traffico sulle rampe di svincolo

Nel presente paragrafo è riportato uno stralcio dello studio di traffico, con un dettaglio dei volumi di traffico che interesseranno le rampe di svincolo nei due scenari di riferimento (2026 e 2036).

Nelle figure seguenti sono riportati i flussi di traffico (leggeri e pesanti) nel giorno feriale tipo, espressi in termini di TGM (veic/giorno):

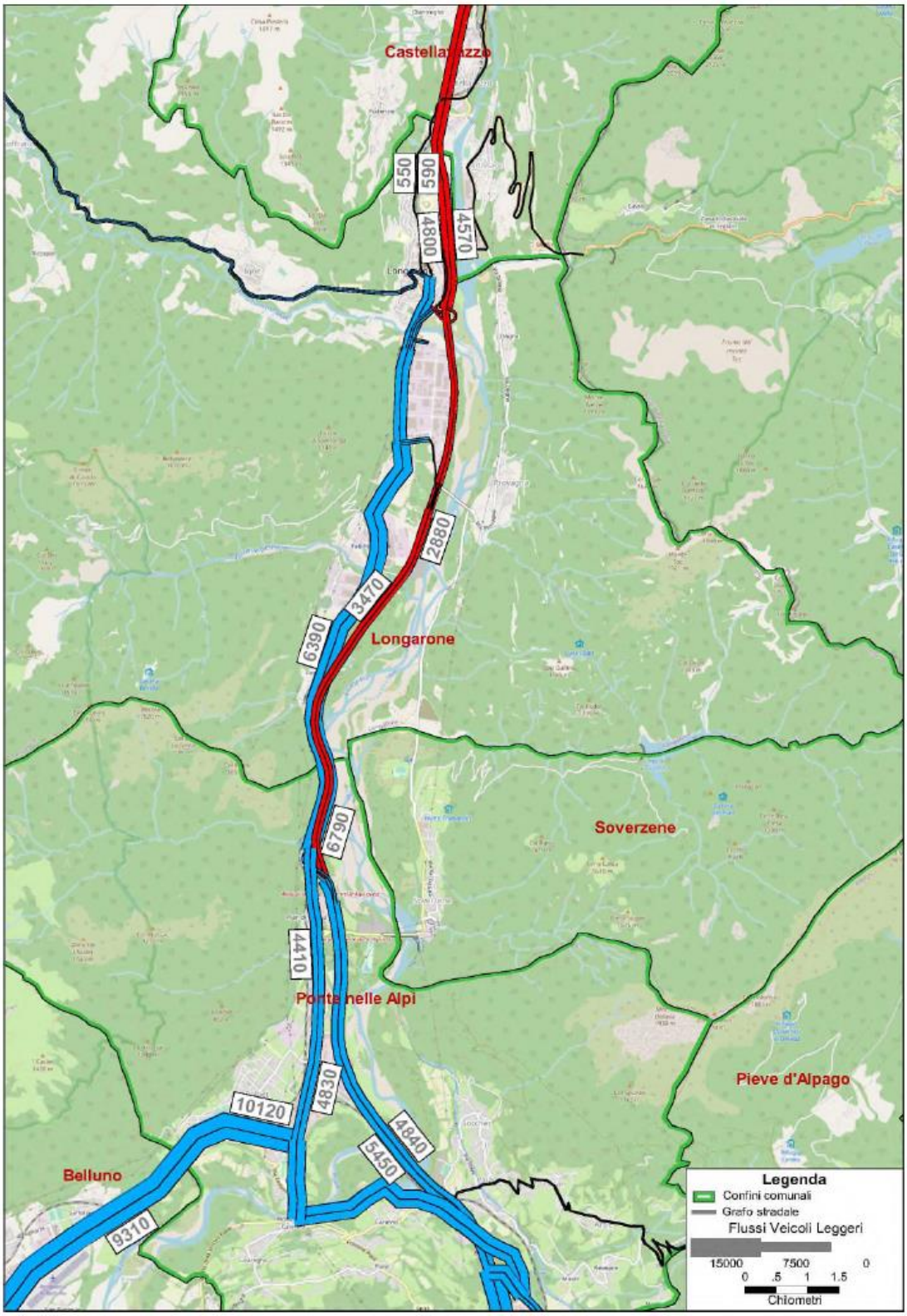


Figura 17 – Flussi di veicoli leggeri nel giorno feriale tipo. Scenario di Progetto. Anno 2026

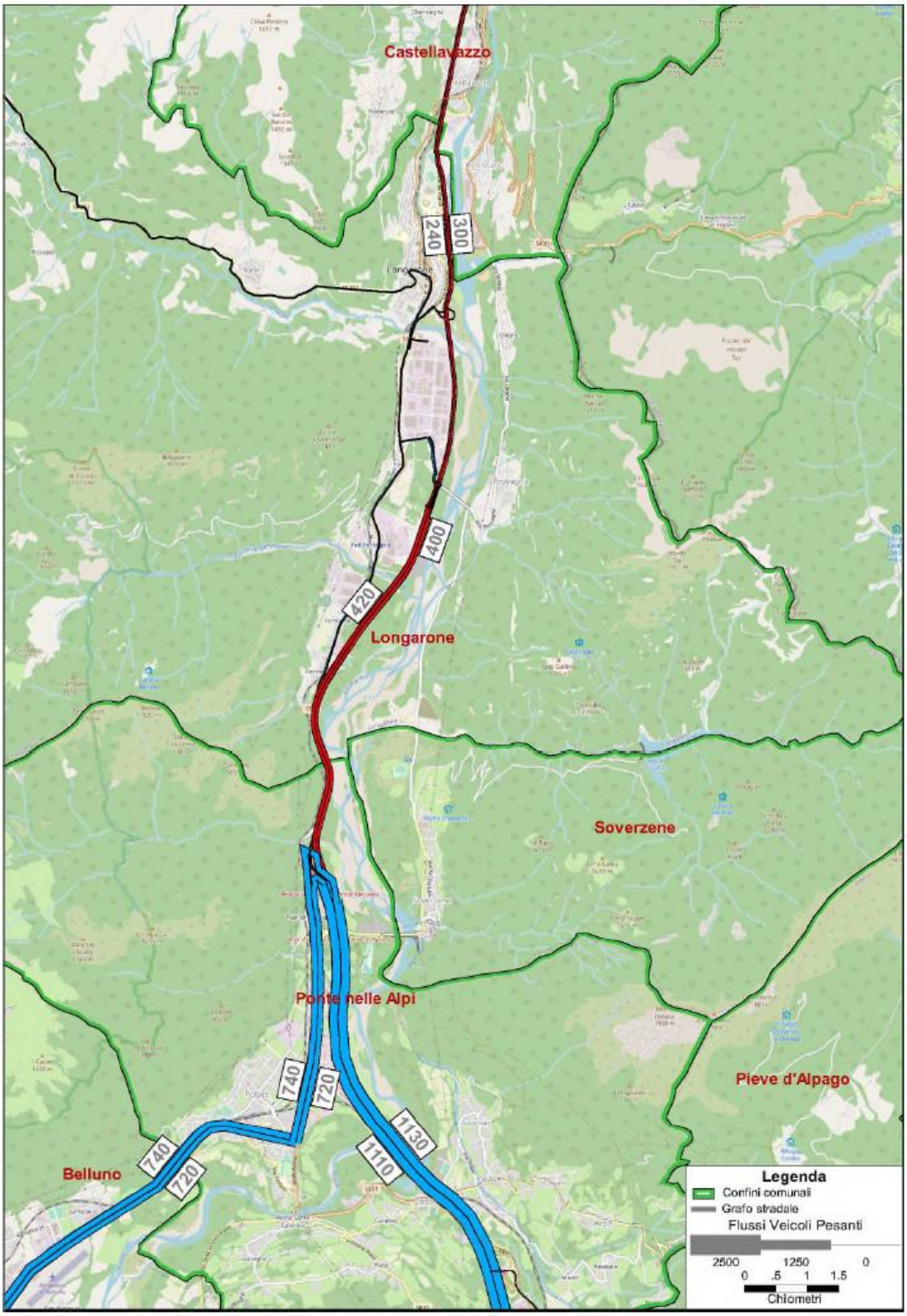


Figura 18 – Flussi di veicoli pesanti nel giorno feriale tipo. Scenario di Progetto. Anno 2026

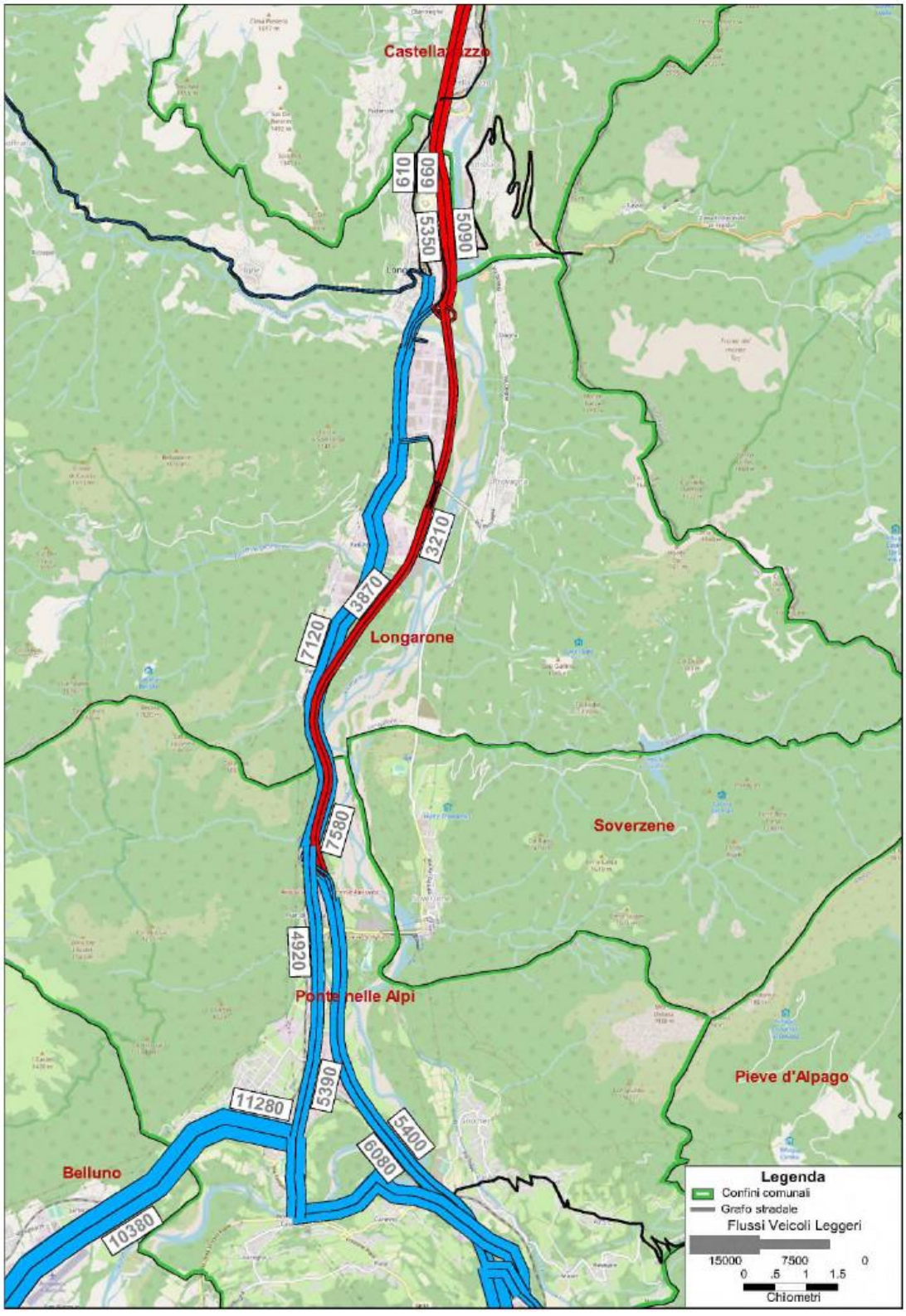


Figura 19 – Flussi di veicoli leggeri nel giorno feriale tipo. Scenario di Progetto. Anno 2036

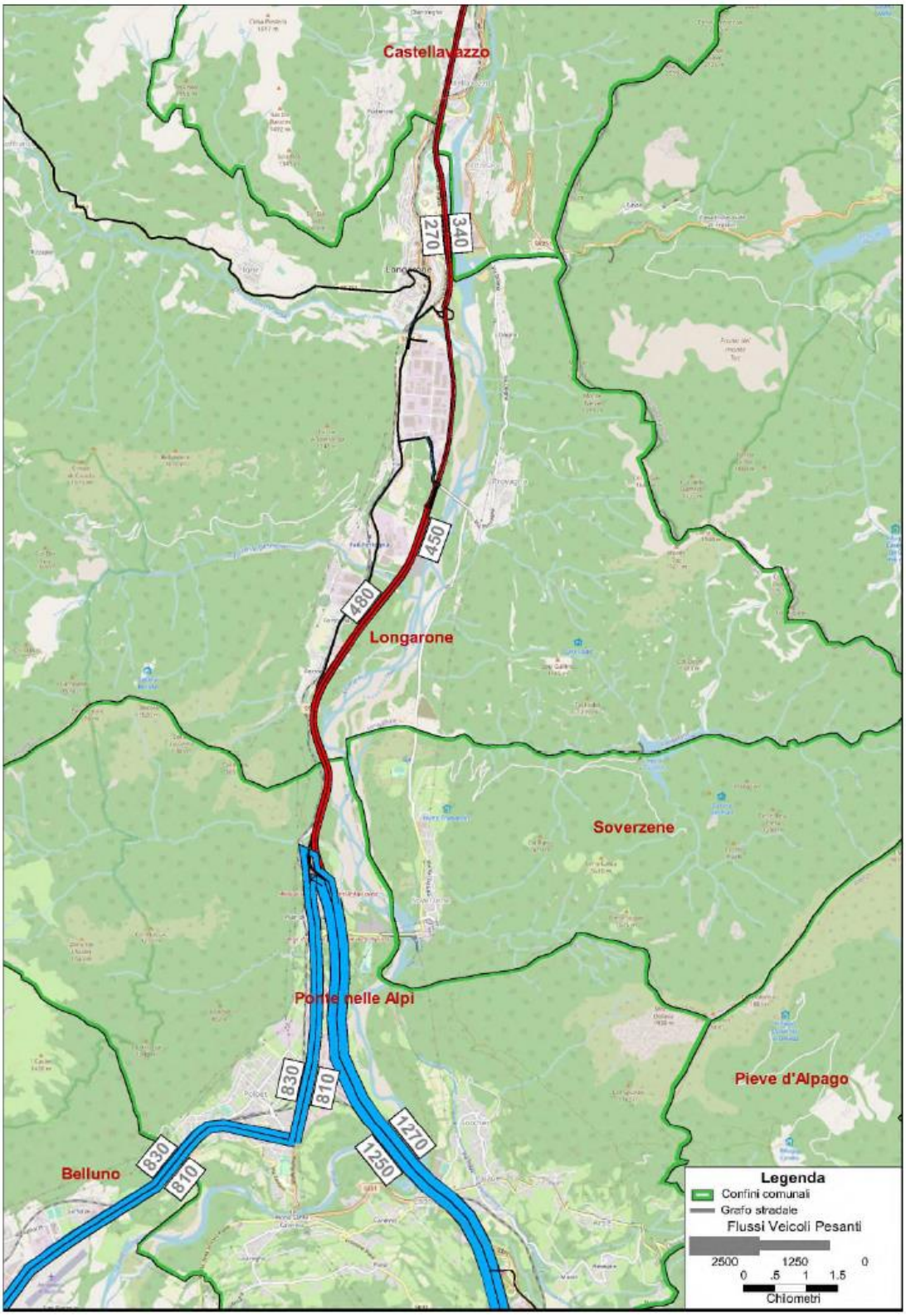


Figura 20 – Flussi di veicoli pesanti nel giorno feriale tipo. Scenario di Progetto. Anno 2036

Dall'analisi dei flussogrammi precedenti si deduce la ripartizione del TGM sui diversi rami nelle direzioni Nord e Sud, come risulta dalle tabelle seguenti:

TGM Direzione NORD						
Assi	2026			2036		
	leggeri	pesanti	Totale	leggeri	pesanti	Totale
	veic/giorno			veic/giorno		
A27	4840	1130	5970	5400	1270	6670
SS51	1960	730	2690	2190	820	3010
SS51var.	2880	400	3280	3210	450	3660

TGM Direzione SUD						
Assi	2026			2036		
	veic/giorno			veic/giorno		
	leggeri	pesanti	Totale	leggeri	pesanti	Totale
A27	5450	1110	6560	6080	1250	7330
SS51	1980	690	2670	2210	770	2980
SS51var.	3470	420	3890	3870	480	4350

Negli schemi seguenti è quindi sintetizzata la ripartizione del TGM nei due scenari di riferimento:

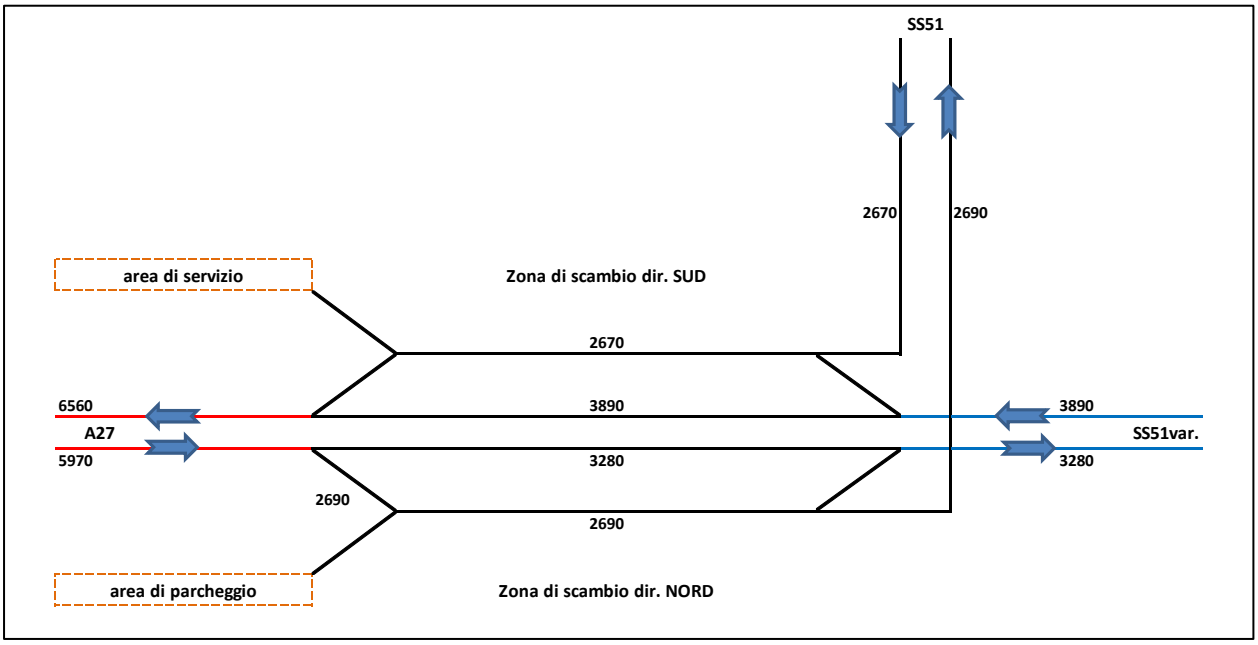


Figura 21 – Schema ripartizione TGM. Scenario di Progetto. Anno 2026

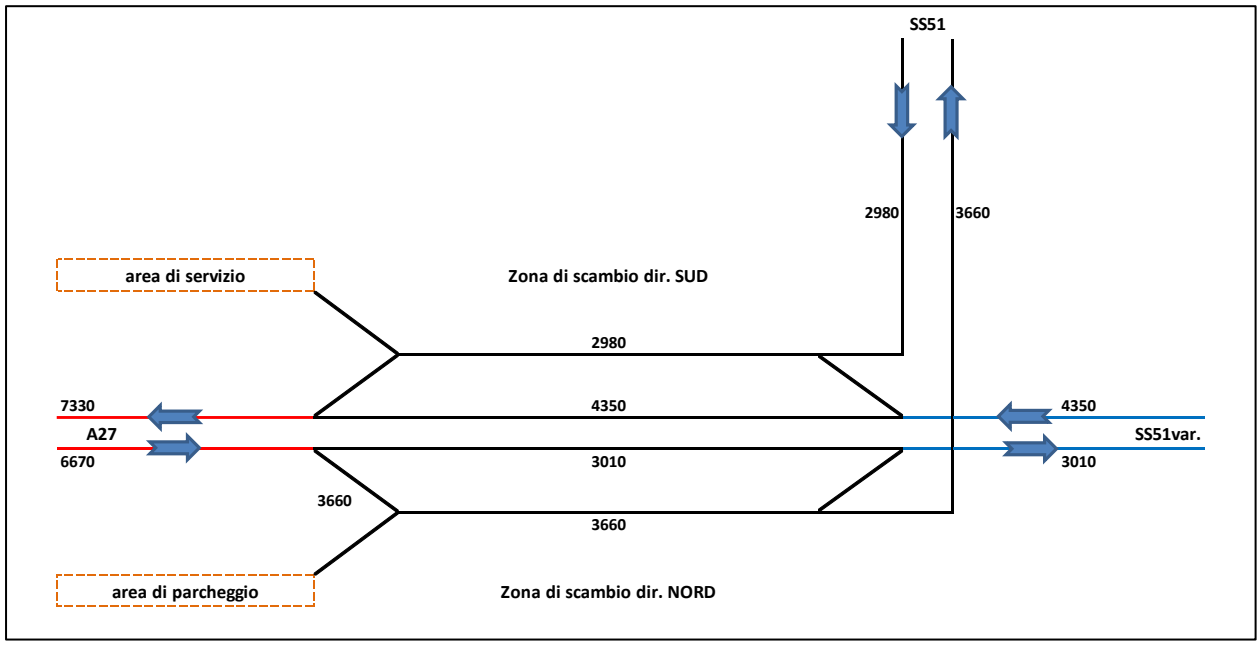


Figura 22 – Schema ripartizione TGM. Scenario di Progetto. Anno 2036

La trasformazione del TGM in traffico dell'ora di punta è stata effettuata mediante la relazione seguente:

$$Q = \frac{K \times TGM}{PHF}$$

K = 10% e PHF = 0.85.

Pertanto, risulterà:

Traffico ora di punta direzione NORD						
Assi	2026			2036		
	leggeri	pesanti	Totale	leggeri	pesanti	Totale
	veic/h			veic/h		
A27	569	133	702	635	149	784
SS51	230	86	316	257	96	353
SS51var.	339	47	386	378	53	431

Traffico ora di punta direzione SUD						
Assi	2026			2036		
	leggeri	pesanti	Totale	leggeri	pesanti	Totale
	veic/h			veic/h		
A27	641	131	772	715	147	862
SS51	233	82	315	260	91	351
SS51var.	408	49	457	455	56	511

Negli schemi seguenti è sintetizzata la ripartizione del traffico nell'ora di punta nei due scenari di riferimento:

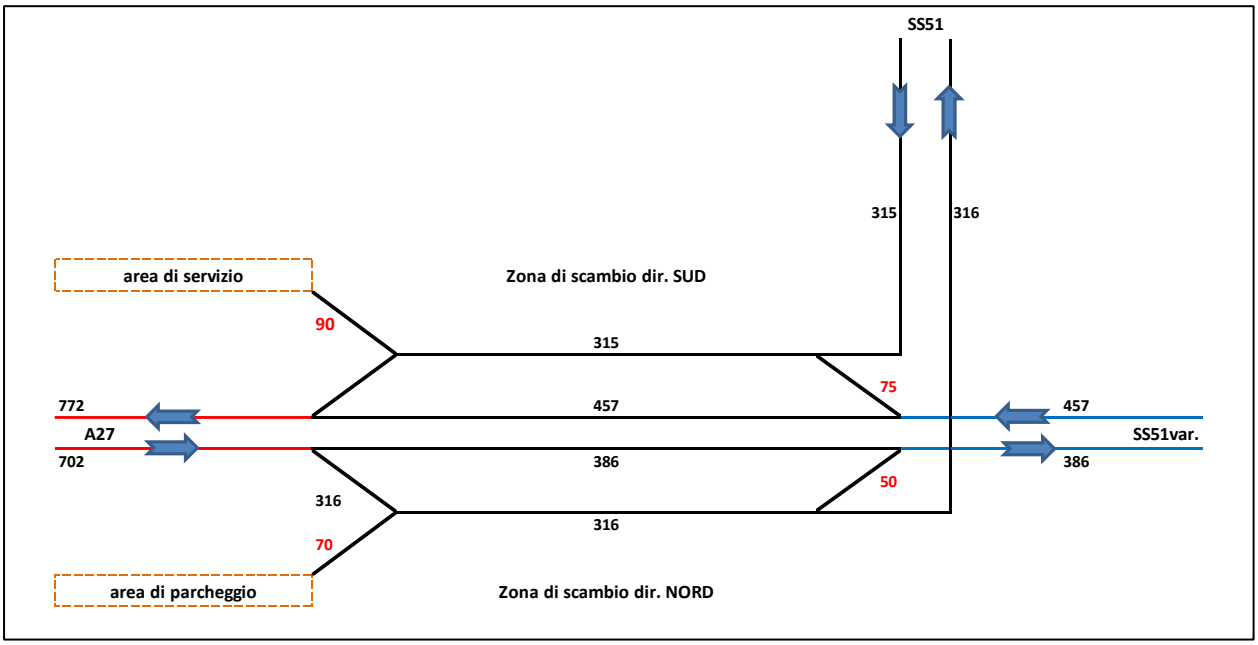


Figura 23 – Schema ripartizione traffico nell'ora di punta. Scenario di Progetto. Anno 2026

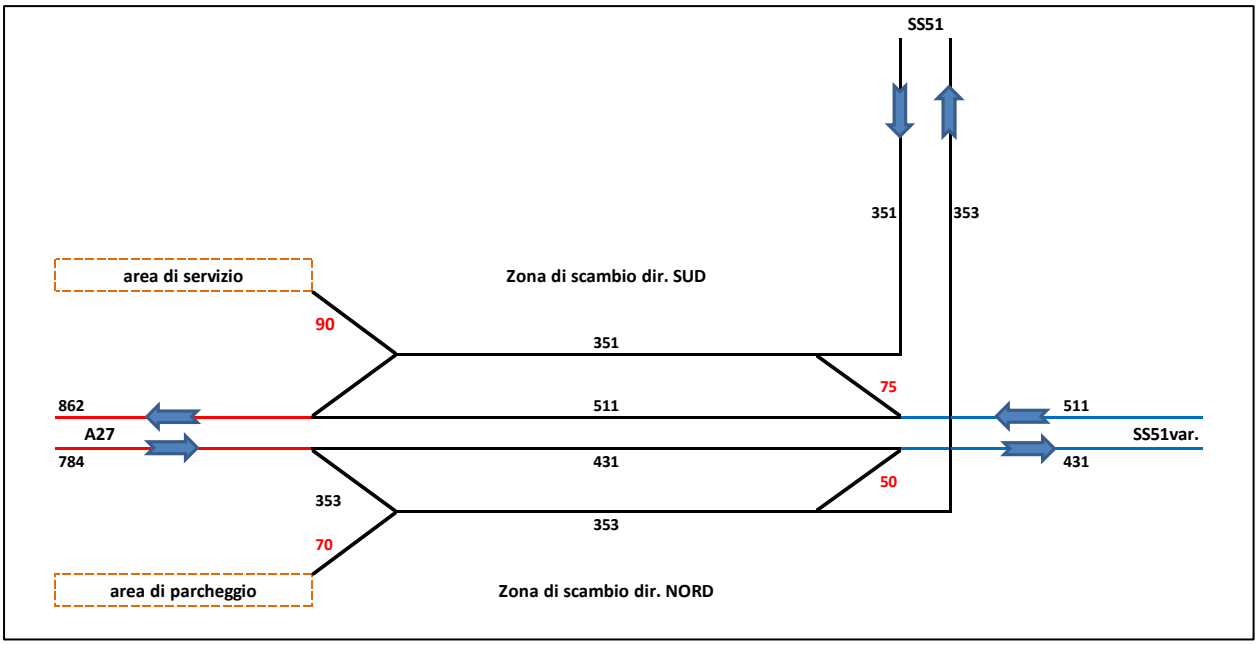


Figura 24 – Schema ripartizione traffico nell'ora di punta. Scenario di Progetto. Anno 2036

Con riferimento agli schemi precedenti si precisa che il traffico pesante è quello effettivo e non è stato trasformato in veicoli leggeri equivalenti, cosa che invece avverrà allorquando saranno eseguite le verifiche funzionali.

Dallo studio di traffico non è stato possibile desumere i flussi veicolari in ingresso ed in uscita dall'area di parcheggio e da quella di servizio. Pertanto, ai fini delle successive verifiche, si assumerà che i volumi

orari che interesseranno dette aree sono quelli riportati in rosso negli schemi precedenti, che sono stati ipotizzati in base a ragionevoli assunzioni circa la loro entità.

5.2.5 Verifiche di rispondenza del progetto al DM 19/04/2006

5.2.5.1 Verifiche cinematiche e di sicurezza per le rampe

Gli elementi compositivi degli assi delle rampe sono coerenti con gli indirizzi del DM 19/04/2006, come si evince dal seguente prospetto:

RAMPE	Curva	R	i_c	VP	Clotoide minima		Parametri della curva			Da	Larghezza Rampa	
					A_{min}	L_{min}	A_{in}	Sv arco	A_{out}		B_{corsia}	$B_{banchina}$
		m	%	Km/h	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.
A27	1	2737.93	**2.50%**	**80**	134.40	6.60	0.00	52.25	900.00	115.00	4.00	1.50
	2	1000.00	**2.90%**	**80**	134.40	18.06	334.00	72.81	334.00	115.00	4.00	1.50
	3	500.00	**4.51%**	**80**	134.40	36.13	210.00	75.31	0.00	115.00	4.00	1.50

RAMPE	Curva	R	i_c	VP	Clotoide minima		Parametri della curva			Da	Larghezza Rampa	
					A_{min}	L_{min}	A_{in}	Sv arco	A_{out}		B_{corsia}	$B_{banchina}$
		m	%	Km/h	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.
SV01_EU	1	35.00	**7.00%**	**35**	23.11	15.25	25.00	8.13	25.00	30.00	4.00	1.00
	2	45.00	**7.00%**	**40**	30.22	20.30	30.00	12.75	30.00	35.00	4.00	1.00
	3	120.00	**6.93%**	**60**	66.92	37.32	76.00	56.64	76.00	70.00	4.00	1.00
	4	100.00	**7.00%**	**55**	56.17	31.55	100.00	33.77	60.00	60.00	4.00	1.00
SV01_EU2	1	75.00	**7.00%**	**50**	46.92	29.36	55.00	22.17	55.00	50.00	4.00	1.00
CD_DX	1	1150.00	**2.50%**	**60**	74.24	4.79	0.00	43.33	0.00	70.00	4.00	1.00
	2	1150.00	**2.50%**	**60**	74.24	4.79	0.00	143.42	0.00	70.00	4.00	1.00
	3	1150.00	**2.50%**	**60**	74.24	4.79	0.00	61.27	0.00	70.00	4.00	1.00
	4	1150.00	**2.50%**	**60**	74.24	4.79	0.00	49.58	0.00	70.00	4.00	1.00
	5	240.00	**4.44%**	**60**	67.85	19.18	80.00	28.10	80.00	70.00	4.00	1.00
	6	1150.00	**2.50%**	**60**	74.24	4.79	0.00	45.31	0.00	70.00	4.00	1.00
SV01_WE	1	1150.00	**2.50%**	**60**	74.24	4.79	0.00	8.74	0.00	70.00	4.00	1.00
	2	120.00	**6.93%**	**60**	66.92	37.32	67.00	5.87	90.00	70.00	4.00	1.00
	3	1146.00	**2.50%**	**60**	74.24	4.81	0.00	19.25	40.00	70.00	4.00	1.00
		60.00	**7.00%**	**45**	38.06	24.14	40.00	7.40	39.50	42.50	4.00	1.00
SV01_WE2	1	40.00	**7.00%**	**35**	22.78	12.97	35.00	70.33	30.00	30.00	4.00	1.00
CD_SX	1	250.00	**4.33%**	**60**	67.98	18.48	68.00	4.40	68.00	70.00	4.00	1.00
	2	1150.00	**2.50%**	**60**	74.24	4.79	0.00	78.04	0.00	70.00	4.00	1.00
	3	1150.00	**2.50%**	**60**	74.24	4.79	0.00	184.72	0.00	70.00	4.00	1.00

La pendenza longitudinale massima si riscontra in corrispondenza della rampa SV01_WE ed è pari al -6.04%, inferiore comunque al massimo consentito per le rampe in discesa.

Tutti i raccordi verticali (convessi e concavi) hanno raggi verticali superiori ai minimi richiesti dal DM 19/04/2006.

Per quanto riguarda tutti i dati di tracciamento si faccia riferimento agli elaborati specifici.

5.2.5.1.1 Diagrammi di velocità e visibilità

Per ognuna delle rampe sono stati redatti i diagrammi di velocità e visibilità, che non hanno evidenziato criticità.

Si previsa che, trattandosi di uno svincolo autostradale e ricompreso in una tratta a gestione ASPI, sono stati adottati valori di fl maggiori (5.1.1 del D.M. 2001).

Le visuali disponibili sono state calcolate mediante l'ausilio del software di progettazione stradale Autodesk Civil 3D, che ha generato un modello tridimensionale in cui il solido stradale è stato considerato nelle sue effettive dimensioni per piattaforma, scarpate (in rilevato e in trincea) ed elementi marginali. In particolare, in corrispondenza degli arginelli, delle opere d'arte e ovunque altro previsto dalla normativa di settore, sono state inserite le barriere di sicurezza, in modo da ottenere una simulazione realistica degli ostacoli alla visibilità presenti lungo i tracciati.

A seguito della suddetta analisi di visibilità, è stato necessario prevedere l'inserimento di allargamenti di piattaforma per la visibilità in corrispondenza delle rampe sotto riportate:

Rampa	Curva	Raggio	Allargamento. max	Lato
SV01_EU	2	120.00	1.00*(1)	interno
	3	100.00	2.75	interno
SV01_EU2	1	75.00	2.25	interno
SV01_WE	1	120.00	3.50*(2)	interno

*(1) per garantire una larghezza minima di 6,50m per la corsia monodirezionale, nel caso del cavalcavia lungo la rampa SV01_EU è stata portata a 1,50m la banchina sinistra, trovandosi questa dal medesimo lato dell'allargamento necessario per la visibilità; la larghezza complessiva della banchina è di 2,0m comprensivi dell'allargamento.

*(2) L'allargamento previsto non è esclusivamente funzionale alla visibilità. Oggi le due rampe confluiscono con un breve tratto parallelo; il progetto prevede il mantenimento della geometria attuale in termini di segnaletica orizzontale, ma la prosecuzione della larghezza della piattaforma a due corsie per un tratto più esteso, zebrando la parte sovrabbondante.

5.2.5.2 Corsie di uscita

Il risezionamento del tratto terminale di A27 per il nuovo allaccio alla variante alla SS51 ha richiesto il rifacimento della corsia d'uscita Ovest, per metterne a norma la sezione trasversale e massimizzare lo spazio disponibile prima dell'ingresso nell'area di parcheggio Ovest, in modo da rendere agevole e sicura la scelta dell'itinerario.

Di seguito è riportato un prospetto con il calcolo degli elementi geometrici delle due corsie d'uscita presente nello svincolo, in cui V_R è la velocità di progetto della rampa e L_2 rappresenta la lunghezza del tratto parallelo:

Rampa	Tipo strada in uscita	Vpi	V_R	a	L_{DU}	L_{MU} (ago)	L_2 (tronco parallelo)
		km/h	Km/h	m/sec2	m	m	m
A27	A	**120**	**60.00**	3.00	139	**90**	**94.00**
CP_SX	C	**100**	**60.00**	2.00	123	**75**	**86.00**

L'ago della corsia d'uscita in corrispondenza del tratto terminale della A27 in direzione Nord si trova a circa 280 m. dall'inizio della rampa di tipo 1 (denominata anch'essa A27). Pertanto, la velocità di progetto in tal punto è di circa 110 km/h (a = 0.8 m/sec^2) ma, a favore di sicurezza è stato comunque deciso di adottare V_P = 120 km/h per il dimensionamento cinematico della corsia stessa.

5.2.5.3 Corsia d'immissione

La determinazione della lunghezza di immissione sarà determinata confrontando i valori risultanti da due metodi di calcolo, come già delineato al paragrafo 5.1.3.2.
I flussi orari dell'ora di punta sono stati desunti dallo studio di traffico allegato al presente progetto, di cui un estratto è riportato al paragrafo 5.2.4. In particolare, il traffico che interessa la corsia di marcia in direzione nord a monte dell'immissione è quello evidenziato nella tabella seguente:

Traffico ora di punta direzione NORD						
Assi	2026			2036		
	leggeri	pesanti	Totale	leggeri	pesanti	Totale
	veic/h			veic/h		
A27	569	133	702	635	149	784
SS51	230	86	316	257	96	353
SS51var.	339	47	386	378	53	431

Prendendo in considerazione il solo scenario al 2036 e trasformando il traffico pesante in autovetture equivalenti (1 veic.pesante = 2 autovetture), il traffico orario nell'ora di punta è pari a Q_1 = 484 veic.equiv./h.

5.2.5.3.1 Metodo cinematico - semi empirico

In base al metodo cinematico – semi empirico di cui al paragrafo 5.1.3.2.2, le dimensioni dei diversi elementi componenti le corsie di immissione sono quelli di cui alla tabella seguente:

RAMPA	V_R	$L_{clot.}$	V_f	$L_{a,e}$	$L_{parall.}$	Q_{AB}	Ripartiz. per corsia	Q_1	$L_{i,e}$	$L_{parall.}$ + $L_{i,e}$	$L_{v,e}$	L_{TOT}
	Km/h	m	km/h	m	m	veic/h		veic/h	m	m	m	m
CP_DX	60.00	0.00	**100**	108.00	108.00	484	100%	**484**	0.00	**108.00**	**75**	**183**

5.2.5.3.2 Metodo probabilistico

Con riferimento alla verifica basata sulla distribuzione probabilistica dei distanziamenti temporali tra i veicoli in marcia, descritta al paragrafo 5.1.3.2.2, il bollettino CNR n. 90 del 15/04/1983 indica di utilizzare un percentile del tempo d'attesa elevato, in genere il 90%.

Nello schema a lato è riportato il prospetto con le probabilità in funzione del numero r di eventi.

A tal proposito si osserva che, per una successione di eventi pari a 1, la probabilità di avere t > T è del 73.4%, cui corrisponde una lunghezza totale del tronco parallelo pari a circa 73 m., mentre, per una successione di 2 eventi, detta probabilità si attesta al 92.9%, per una lunghezza di circa 145 m.

Distribuzione di Erlang				K = 2	CP_DX
r	F(r)	P(r)	L		
1	26.593%	73.407%	72.65		
2	7.072%	92.928%	144.63	90%	**134**
3	1.881%	98.119%	289.26		
4	0.500%	99.500%	433.88		
5	0.133%	99.867%	578.51		
6	0.035%	99.965%	723.14		
7	0.009%	99.991%	867.77		
8	0.003%	99.997%	1012.40		
9	0.001%	99.999%	1157.02		
10	0.000%	100.000%	1301.65		

Mediante un'interpolazione lineare tra tali valori (sovrastimando così il risultato a favore di sicurezza), alla percentuale del 90% corrisponde quindi una lunghezza totale del tratto parallelo pari a **L = 134 m.**

5.2.5.3.3 Confronto tra i due metodi

Mettendo a confronto i due metodi di dimensionamento si desume che la lunghezza totale del tratto parallelo ottenuta con il metodo probabilistico è maggiore di quella ottenuta con il metodo semi-empirico.

Pertanto, la lunghezza del tratto parallelo della corsia d'immissione risulta dalla tabella seguente:

RAMPA	L_{parall}	$L_{v,e}$	L_{TOT}
	m	m	m
CP_DX	135.00	75.00	210.00

5.2.5.4 Zone di scambio

Nell'ambito dello svincolo A27 sono presenti due zone di scambio:

- la zona di scambio direzione Nord, che interessa i flussi che dalla A27 vogliono prendere la SS51 attuale, incrociando i flussi uscenti dall'area di parcheggio Ovest;
- la zona di scambio direzione Sud, che interessa i flussi che dalla SS 51 attuale vogliono entrare sulla A27, incrociando i flussi che dalla variante alla SS51 vogliono entrare nell'area di servizio Est.

La lunghezza di ciascuna è stata verificata con una metodologia di tipo funzionale (paragrafo 5.1.3.3).

I dati di traffico sono desumibili dalle schematizzazioni al paragrafo 5.2.4, cui si rimanda.

La percentuale di veicoli pesanti è pari a circa il 27.2%.

Il fattore dell'ora di punta è stato assunto pari a fhp = 1.00, poiché esso è stato già considerato nel passaggio dal traffico giornaliero medio (TGM) al traffico dell'ora di punta.

La trasformazione dei volumi effettivi in volumi di traffico equivalente è stata eseguita all'interno della procedura HCM per mezzo del fattore f_{HV}, funzione della percentuale di veicoli pesanti e della tipologia di terreno (pianeggiante, ondulato, montuoso).

Gli schemi sotto riportati rappresentano la sintesi dell'assegnazione dei flussi per entrambe le zone di scambio nei due scenari di riferimento.

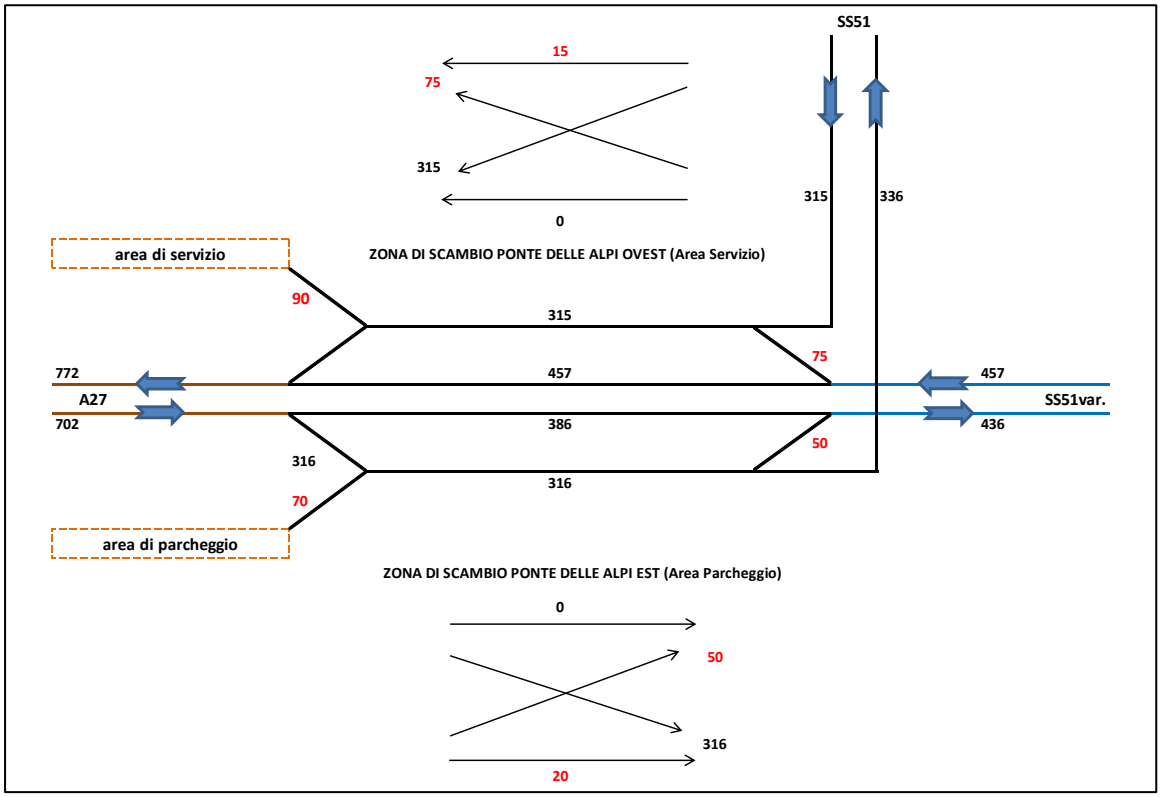


Figura 25 – Schema di assegnazione nelle zone di scambio - Anno 2026

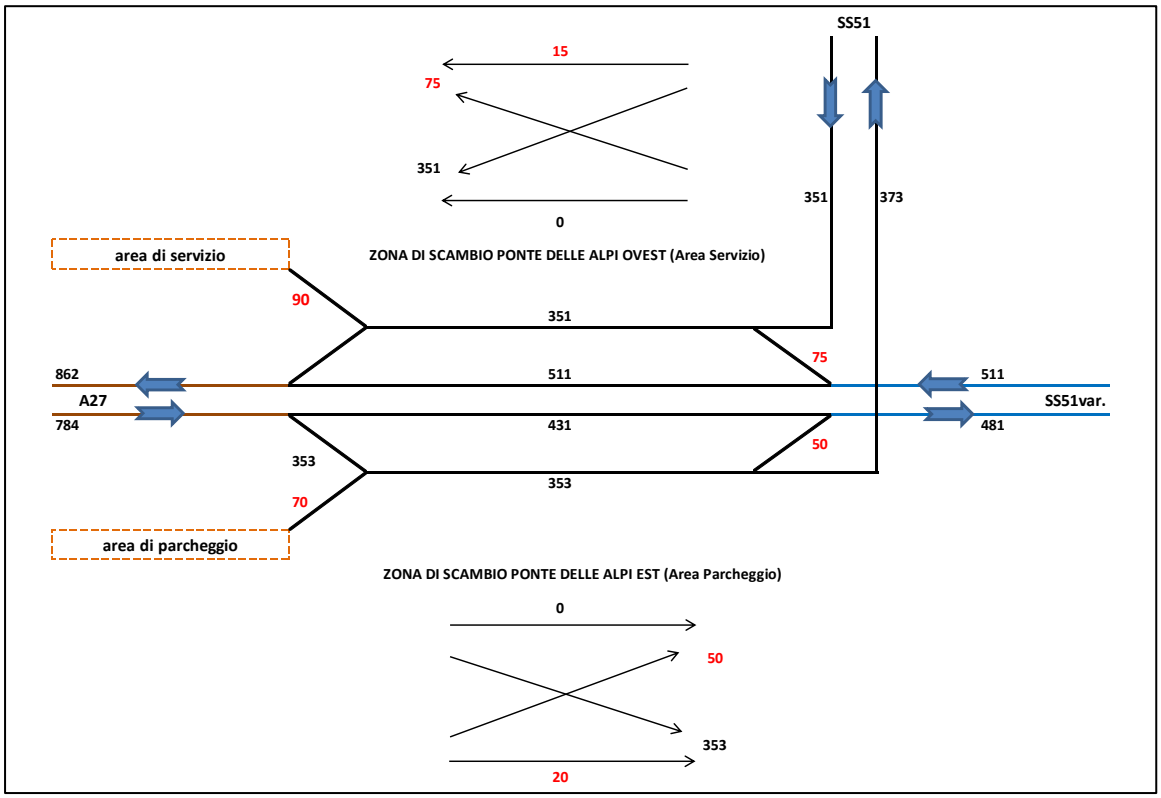


Figura 26 – Schema di assegnazione nelle zone di scambio - Anno 2036

La lunghezza delle zone di scambio è la seguente:

- Zona di scambio Ponte delle Alpi Est (direz. Nord) L = 118.00 m.;
- Zona di scambio Ponte delle Alpi Ovest (direz. Sud) L = 115.00 m.;

Si precisa che, per entrambe le zone di scambio, è stata adottata come velocità operativa V = 60 km/h, corrispondente alla massima velocità di progetto per svincoli di tipo 2.

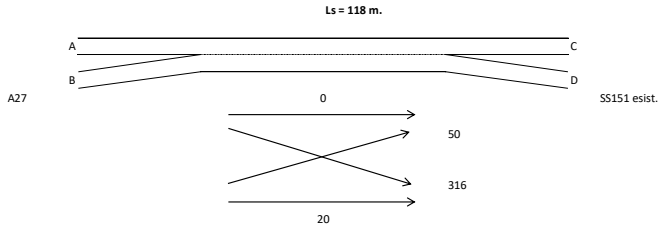
Nel seguito sono riportati i prospetti di verifica eseguiti in base alla metodologia HCM, da cui si evince che il Livello di Servizio delle due zone di scambio si attesta a LoS **A** nello scenario al 2026 e LoS **B** in quello al 2036.

Pertanto, si può concludere che il Livello di Servizio di entrambe le zone di scambio sia coerente con le indicazioni del DM 19/04/2006 circa la funzionalità delle intersezioni.

ZONA DI SCAMBIO PONTE DELLE ALPI EST (Area parcheggio) – 2026

Dati di ingresso

ZONA DI SCAMBIO PONTE DELLE ALPI EST (Area Parcheggio)



Velocità operativa, S_{FF} = 60 km/h
Numero corsie scambio 2
Lunghezza tronco scambio **118.00** m

Terreno Pianeggiante
E_T 1.5
Tipo di scambio ■ Tipo A ☐ Tipo B ☐ Tipo C

Rapporto volumi, $VR = \frac{V_w}{V}$ 0.948
Rapporto volumi scambio, $R = \frac{V_{w2}}{V_w}$ 0.137

Conversione a pc/h in funzione delle condizioni di base

(pc/h)	AADT (veic/giorno)	K	D	V (veic/h)	PHF	% HV	fHV	fp	$v = \frac{V}{PHF \cdot f_{hv} \cdot f_p}$ (HCM2000 Eq. 25-1)
V_{01}				20	1.00	27.2%	0.880	0.90	25
V_{02}				0	1.00	27.2%	0.880	0.90	0
Vw_1				316	1.00	27.2%	0.880	0.90	399
Vw_2				50	1.00	27.2%	0.880	0.90	63
Vw									462
Vnw									25
V									487

Velocità dei flussi che scambiano e dei flussi che non scambiano

	Non vincolato		Vincolato	
	Scambio (i=w)	Non scambio (i=nw)	Scambio (i=w)	Non scambio (i=nw)
a (Exhibit 24-6)	0.15	0.0035	0.35	0.0020
b (Exhibit 24-6)	2.20	4.00	2.20	4.00
c (Exhibit 24-6)	0.97	1.30	0.97	1.30
d (Exhibit 24-6)	0.80	0.75	0.80	0.75
Fattore intensità di scambio, W_i $Wi = \frac{a(1+VR)^b\left(\frac{V}{N}\right)^c}{(3{,}28L)^d}$	1.143	0.732	2.668	0.418
Velocità scambio e non scambio, S_i (km/h) $S_i = 24 + \frac{S_{FF} - 16}{1 + W_i}$	44.53	49.41	36.00	55.02

Numero di corsie necessarie per gestione non vincolata dei flussi, N_w (Exhibit 24-7) 1.36 1.49
Massimo numero di corsie, N_w (max) 1.40

■ se $N_w < N_w$(max) Gestione del flusso non vincolata ☐ se $N_w \geq N_w$(max) Gestione del flusso vincolata

Tronco di scambio: velocità, densità, Livello di Servizio e Capacità

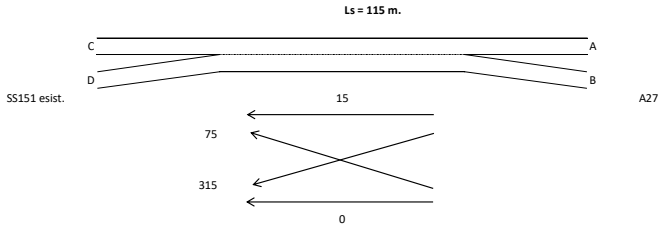
		FLUSSO NON VINCOLATO		FLUSSO VINCOLATO
Velocità lungo il tronco di scambio, S(km/h)	$s = \frac{V}{\left(\frac{V_w}{S_w}\right) + \left(\frac{V_{nw}}{S_{nw}}\right)}$	44.8		36.7
Densità lungo il tronco di scambio, D (pc/lm/ln)	$D = \frac{V/N}{S}$	5.44		6.65
Livello di Servizio, LoS (Exhibit 24-2)		A		B

L_{TOT}	$L_{SCAMBIO}$	D	LoS
m.	m.	veic/km/corsia	
118.00	**118.00**	**5.44**	**A**

ZONA DI SCAMBIO PONTE DELLE ALPI OVEST (Area servizio) - 2026

Dati di ingresso

ZONA DI SCAMBIO PONTE DELLE ALPI OVEST (Area di servizio)



Velocità operativa, S_{FF} = 60 km/h
Numero corsie scambio 2
Lunghezza tronco scambio **115.00** m

Terreno Pianeggiante
E_T 1.5
Tipo di scambio ■ Tipo A ☐ Tipo B ☐ Tipo C

Rapporto volumi, $VR = \frac{V_w}{V}$ 0.963
Rapporto volumi scambio, $R = \frac{V_{w2}}{V_w}$ 0.192

Conversione a pc/h in funzione delle condizioni di base

(pc/h)	AADT (veic/giorno)	K	D	V (veic/h)	PHF	% HV	fHV	fp	$v = \frac{V}{PHF \cdot f_{HV} \cdot f_p}$ (HCM2000 Eq. 25-1)
V_{01}				15	1.00	27.2%	0.880	0.90	19
V_{02}				0	1.00	27.2%	0.880	0.90	0
Vw_1				315	1.00	27.2%	0.880	0.90	398
Vw_2				75	1.00	27.2%	0.880	0.90	95
Vw									492
Vnw									19
V									511

Velocità dei flussi che scambiano e dei flussi che non scambiano

	Non vincolato		Vincolato	
	Scambio (i=w)	Non scambio (i=nw)	Scambio (i=w)	Non scambio (i=nw)
a (Exhibit 24-6)	0.15	0.0035	0.35	0.0020
b (Exhibit 24-6)	2.20	4.00	2.20	4.00
c (Exhibit 24-6)	0.97	1.30	0.97	1.30
d (Exhibit 24-6)	0.80	0.75	0.80	0.75
Fattore intensità di scambio, W_i $Wi = \frac{a(1+VR)^b\left(\frac{V}{N}\right)^c}{(3{,}28L)^d}$	1.243	0.819	2.901	0.468
Velocità scambio e non scambio, S_i (km/h) $S_i = 24 + \frac{S_{FF} - 16}{1 + W_i}$	43.61	48.19	35.28	53.98

Numero di corsie necessarie per gestione non vincolata dei flussi, N_w (Exhibit 24-7) 1.38 1.51

Massimo numero di corsie, N_w (max) 1.40

■ se $N_w < N_w$(max) Gestione del flusso non vincolata ☐ se $N_w \geq N_w$(max) Gestione del flusso vincolata

Tronco di scambio: velocità, densità, Livello di Servizio e Capacità

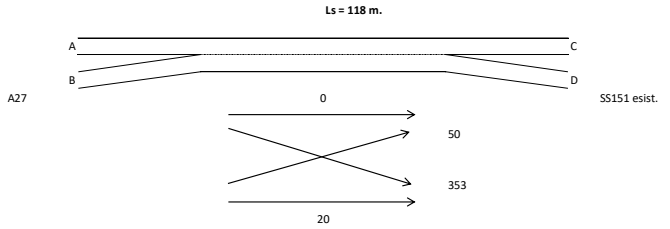
		FLUSSO NON VINCOLATO		FLUSSO VINCOLATO
Velocità lungo il tronco di scambio, S(km/h)	$s = \frac{V}{\left(\frac{V_w}{S_w}\right) + \left(\frac{V_{nw}}{S_{nw}}\right)}$	43.8		35.7
Densità lungo il tronco di scambio, D (pc/lm/ln)	$D = \frac{V/N}{S}$	5.84		7.15
Livello di Servizio, LoS (Exhibit 24-2)		A		B

L_{TOT}	$L_{SCAMBIO}$	D	LoS
m.	m.	veic/km/corsia	
115.00	**115.00**	**5.84**	**A**

ZONA DI SCAMBIO PONTE DELLE ALPI EST (Area parcheggio) – 2036

Dati di ingresso

ZONA DI SCAMBIO PONTE DELLE ALPI EST (Area Parcheggio)



Velocità operativa, S_{FF} = 60 km/h
Numero corsie scambio 2
Lunghezza tronco scambio **118.00** m

Terreno Pianeggiante
E_T 1.5
Tipo di scambio ■ Tipo A ☐ Tipo B ☐ Tipo C

Rapporto volumi, $VR = \frac{V_w}{V}$ 0.953
Rapporto volumi scambio, $R = \frac{V_{w2}}{V_w}$ 0.124

Conversione a pc/h in funzione delle condizioni di base

(pc/h)	AADT (veic/giorno)	K	D	V (veic/h)	PHF	% HV	fHV	fp	$v = \frac{V}{PHF \cdot f_{hv} \cdot f_p}$ (HCM2000 Eq. 25-1)
V_{01}				20	1.00	27.2%	0.880	0.90	25
V_{02}				0	1.00	27.2%	0.880	0.90	0
Vw_1				353	1.00	27.2%	0.880	0.90	446
Vw_2				50	1.00	27.2%	0.880	0.90	63
Vw									509
Vnw									25
V									534

Velocità dei flussi che scambiano e dei flussi che non scambiano

	Non vincolato		Vincolato	
	Scambio (i=w)	Non scambio (i=nw)	Scambio (i=w)	Non scambio (i=nw)
a (Exhibit 24-6)	0.15	0.0035	0.35	0.0020
b (Exhibit 24-6)	2.20	4.00	2.20	4.00
c (Exhibit 24-6)	0.97	1.30	0.97	1.30
d (Exhibit 24-6)	0.80	0.75	0.80	0.75
Fattore intensità di scambio, W_i $Wi = \frac{a(1+VR)^b\left(\frac{V}{N}\right)^c}{(3{,}28L)^d}$	1.256	0.832	2.930	0.476
Velocità scambio e non scambio, S_i (km/h) $S_i = 24 + \frac{S_{FF} - 16}{1 + W_i}$	43.50	48.02	35.19	53.82

Numero di corsie necessarie per gestione non vincolata dei flussi, N_w (Exhibit 24-7) 1.38 1.51
Massimo numero di corsie, N_w (max) 1.40

■ se $N_w < N_w$(max) Gestione del flusso non vincolata ☐ se $N_w \geq N_w$(max) Gestione del flusso vincolata

Tronco di scambio: velocità, densità, Livello di Servizio e Capacità

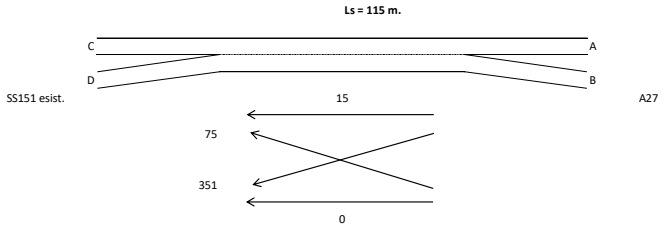
		FLUSSO NON VINCOLATO		FLUSSO VINCOLATO
Velocità lungo il tronco di scambio, S(km/h)	$s = \frac{V}{\left(\frac{V_w}{S_w}\right) + \left(\frac{V_{nw}}{S_{nw}}\right)}$	43.7		35.8
Densità lungo il tronco di scambio, D (pc/lm/ln)	$D = \frac{V/N}{S}$	6.11		7.46
Livello di Servizio, LoS (Exhibit 24-2)		B		B

L_{TOT}	$L_{SCAMBIO}$	D	LoS
m.	m.	veic/km/corsia	
118.00	**118.00**	**6.11**	**B**

ZONA DI SCAMBIO PONTE DELLE ALPI OVEST (Area servizio) - 2036

Dati di ingresso

ZONA DI SCAMBIO PONTE DELLE ALPI OVEST (Area di servizio)



Velocità operativa, S_{FF} = 60 km/h
Numero corsie scambio 2
Lunghezza tronco scambio **115.00** m
Terreno Pianeggiante
E_T 1.5
Tipo di scambio ■ Tipo A ☐ Tipo B ☐ Tipo C
Rapporto volumi, $VR = \frac{V_w}{V}$ 0.966
Rapporto volumi scambio, $R = \frac{V_{w2}}{V_w}$ 0.176

Conversione a pc/h in funzione delle condizioni di base

(pc/h)	AADT (veic/giorno)	K	D	V (veic/h)	PHF	% HV	fHV	fp	$v = \frac{V}{PHF \cdot f_{hv} \cdot f_p}$ (HCM2000 Eq. 25-1)
V_{01}				15	1.00	27.2%	0.880	0.90	19
V_{02}				0	1.00	27.2%	0.880	0.90	0
Vw_1				351	1.00	27.2%	0.880	0.90	443
Vw_2				75	1.00	27.2%	0.880	0.90	95
Vw									538
Vnw									19
V									557

Velocità dei flussi che scambiano e dei flussi che non scambiano

	Non vincolato		Vincolato	
	Scambio (i=w)	Non scambio (i=nw)	Scambio (i=w)	Non scambio (i=nw)
a (Exhibit 24-6)	0.15	0.0035	0.35	0.0020
b (Exhibit 24-6)	2.20	4.00	2.20	4.00
c (Exhibit 24-6)	0.97	1.30	0.97	1.30
d (Exhibit 24-6)	0.80	0.75	0.80	0.75
Fattore intensità di scambio, W_i $Wi = \frac{a(1+VR)^b\left(\frac{V}{N}\right)^c}{(3{,}28L)^d}$	1.355	0.920	3.162	0.526
Velocità scambio e non scambio, S_i (km/h) $S_i = 24 + \frac{S_{FF} - 16}{1 + W_i}$	42.68	46.91	34.57	52.84

Numero di corsie necessarie per gestione non vincolata dei flussi, N_w (Exhibit 24-7) 1.39 1.53
Massimo numero di corsie, N_w (max) 1.40

■ se $N_w < N_w$(max) Gestione del flusso non vincolata ☐ se $N_w \geq N_w$(max) Gestione del flusso vincolata

Tronco di scambio: velocità, densità, Livello di Servizio e Capacità

		FLUSSO NON VINCOLATO		FLUSSO VINCOLATO
Velocità lungo il tronco di scambio, S(km/h)	$s = \frac{V}{\left(\frac{V_w}{S_w}\right) + \left(\frac{V_{nw}}{S_{nw}}\right)}$	42.8		35.0
Densità lungo il tronco di scambio, D (pc/lm/ln)	$D = \frac{V/N}{S}$	6.50		7.96
Livello di Servizio, LoS (Exhibit 24-2)		B		B

L_{TOT}	$L_{SCAMBIO}$	D	LoS
m.	m.	veic/km/corsia	
115.00	**115.00**	**6.50**	**B**

5.3 SVINCOLO A27 – Studio di un layout alternativo

5.3.1 Descrizione

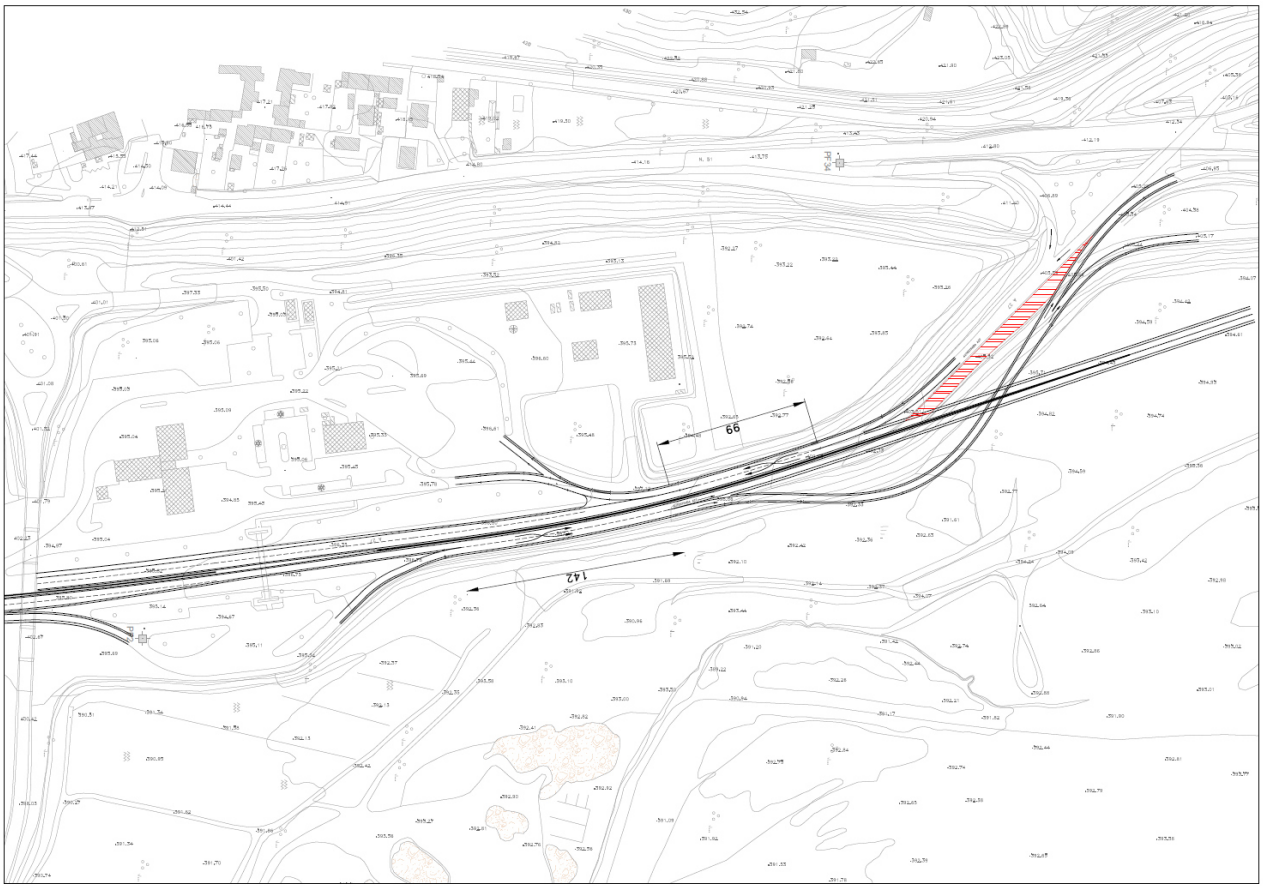


Figura 27 – Svincolo A27 – layout alternativo senza complanari.

Nelle fasi iniziali del progetto è stato valutato un layout di svincolo che non prevedesse le complanari, e che risolvesse le manovre di entrata uscita per le rampe dirette alla SS51, all'Area di Servizio (AdS) e all'Area di Parcheggio (AdP) mediante corsie di scambio in fregio alla bretella autostradale A27/SS51var.

Si presenta a seguire tale layout, congiuntamente alle principali verifiche funzionali condotte, per meglio circostanziare il processo di scelta della soluzione definitivamente adottata rispetto ad altre opzioni. L'obiettivo di tale studio era di verificare se fosse possibile operare in una logica di minima alterazione della configurazione esistente rispettando al contempo tutti i requisiti funzionali, normativi e di sicurezza.

Tale layout è stato scartato, come si vedrà nel seguito, in quanto gli spazi presenti tra l'attuale svincolo con la SS51 e i punti di entrata/uscita della AdS e AdP non consentono l'inserimento di corsie di scambio di lunghezza sufficiente a gestire il traffico previsto con accettabile funzionalità e sicurezza.

Anche in questo schema, l'approccio prevedeva di modificare parzialmente la connessione oggi esistente tra l'autostrada A27 e la SS51 attuale per permettere l'inserimento della variante. Tutte le manovre già consentite tra le due viabilità nella vecchia configurazione dello svincolo sono mantenute, mentre la

variante si allaccia all'autostrada in continuità con quest'ultima, mediante un progressivo restringimento della carreggiata. Sono invece interdette tutte le relazioni tra il ramo Nord della nuova viabilità e la SS51 attuale.

Lo svincolo è costituito da:

- Un tratto bidirezionale di raccordo tra la A27 e la variate alla SS51, con tratti di transizione da due a una corsia e viceversa;
- Un'uscita diretta dalla bretella A27 per la AdP. Si mantiene l'uscita esistente senza modifiche.
- Un'entrata diretta (si mantiene l'esistente senza modifiche) dalla AdP alla bretella A27, che si allaccia a una corsia di scambio interposta tra l'entrata di cui sopra e la successiva rampa monodirezionale semidiretta di tipo 2 (SV01_EU), che consente la manovra di uscita dalla A27 per gli utenti che intendono imboccare la SS51 attuale in direzione Nord;
- Una rampa monodirezionale indiretta di tipo 2 (SV01_EU2) che, distaccandosi dalla precedente SV01_EU mediante un ago, consente la manovra di uscita dalla A27 per gli utenti che intendono imboccare la SS51 attuale in direzione Sud, con riconnessione alla rampa esistente;
- Una rampa monodirezionale diretta di tipo 2 (SV01_WE) che, riprendendo la rampa esistente, consente l'immissione sulla A27 per gli utenti della SS51 attuale provenienti da Nord e diretti verso Sud;
- Una rampa monodirezionale indiretta di tipo 2 (SV01_WE2) che, immettendosi sulla precedente SV01_WE mediante un ago, consente la manovra di entrata sulla A27 per gli utenti provenienti dalla SS51 attuale da Sud;
- Una corsia di scambio interposta tra l'entrata WE di cui sopra e l'uscita per l'AdS (esistente, leggermente modificata per aumentare le dimensioni della corsia di scambio).

5.3.2 Traffico sulle rampe di svincolo

Si riporta a seguire uno stralcio dello studio di traffico, con un dettaglio dei volumi di traffico (traffico nell'ora di punta) che interesseranno le rampe di svincolo nello scenario di riferimento 2036.

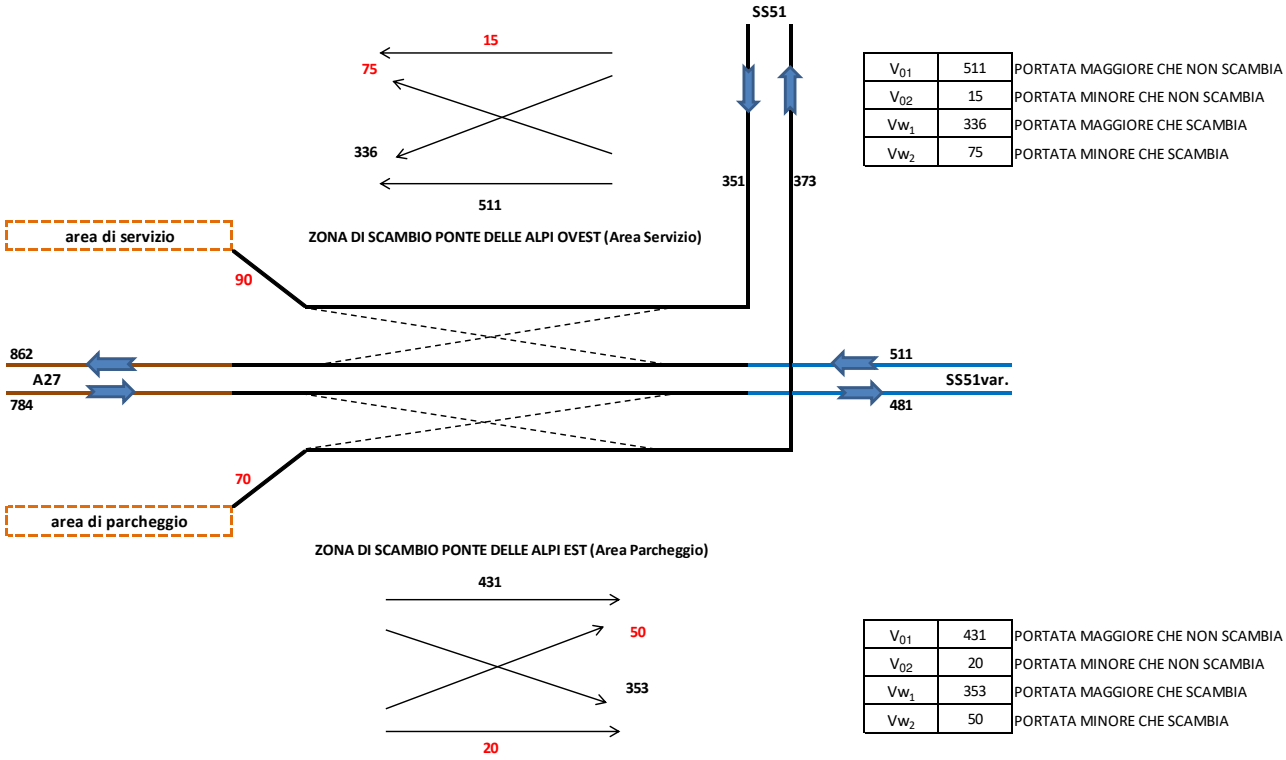


Figura 28 – Schema ripartizione traffico nell'ora di punta. Scenario di Progetto. Anno 2036

Con riferimento agli schemi precedenti si precisa che il traffico pesante è quello effettivo e non è stato trasformato in veicoli leggeri equivalenti, cosa che invece avverrà allorquando saranno eseguite le verifiche funzionali.

Dallo studio di traffico non è stato possibile desumere i flussi veicolari in ingresso ed in uscita dall'area di parcheggio e da quella di servizio. Pertanto, ai fini delle successive verifiche, si assumerà che i volumi orari che interesseranno dette aree sono quelli riportati in rosso negli schemi precedenti, che sono stati ipotizzati in base a ragionevoli assunzioni circa la loro entità.

5.3.3 Zone di scambio

Nell'ambito dello svincolo A27 sono presenti **due zone di scambio**:

1) la **zona di scambio Est (direzione Nord)**, che interessa i flussi che dalla A27 vogliono prendere la SS51 attuale, incrociando i flussi uscenti dall'area di parcheggio Est;
2) la **zona di scambio Ovest (direzione Sud)**, che interessa i flussi che dalla SS 51 attuale vogliono entrare sulla A27, incrociando i flussi che dalla variante alla SS51 vogliono entrare nell'area di servizio Ovest.

Nel layout con complanari tali scambi avvengono lungo la rampa dedicata; in tal modo, il traffico passante A27 – SS51var non viene interessato alle manovre di scambio. Inoltre, la velocità di progetto più bassa presente lungo le rampe è ideale per la funzionalità delle manovre di scambio.

Per contro, nel layout senza complanari, il traffico passante è soggetto a interferenza, e le differenze di velocità tra corsia passante e entrate/uscite crea situazioni problematiche.
La lunghezza delle zone di scambio è la seguente:

- Zona di scambio Ponte delle Alpi Est (direz. Nord) L = ca. 140.00 m.;
- Zona di scambio Ponte delle Alpi Ovest (direz. Sud) L = ca. 100.00 m.;

5.3.4 Corsia di scambio direzione Nord

La lunghezza del tratto parallelo è di circa 140m.
Si osserva subito che la lunghezza di tale tratto risulta insufficiente persino se confrontata a quanto necessario per consentire la manovra di accelerazione per chi dalla AdP rientra in A27/SS51var, essendo richiesti 160m solo per la parte cinematica, prescindendo dal tratto funzionale e dal tronco di manovra.

Accelerazione rampa											
RAMPA	V_R	$L_{clot.}$	V_f	$0{,}8*V_f$	$L_{a,e}$	$L_{parall.}$	Q_{AB}	Ripartiz. per corsia	Q_1	$L_{i,e}$	$L_{parall.} + L_{i,e}$
	Km/h	m	km/h	km/h	m	m	veic/h		veic/h	m	m
AdP	40.00	25.00	**100**	**80.00**	185.00	160.00	734	100%	**734**	8.00	**168.00**

Anche per quanto riguarda la manovra di decelerazione (per chi esce in direzione della rampa verso la SS51), la lunghezza della corsia è scarsa, essendo necessari, per la decelerazione da 100 km/h a 60 km/h, circa 120 m (escludendo il tratto di manovra).
Volendo verificare la funzionalità della corsia in funzione di scambio con le formule dell'HCM, ne consegue la necessità di abbassare la velocità operativa S_{FF} lungo il tronco di scambio.
Per ottenere dei valori funzionali, si deve imporre una S_{FF} pari a 60 km/h sul tronco. Questo comporta quindi l'apposizione di un limite di velocità di 50 km/h (con congruo preavviso e limiti intermedi in avvicinamento) sulla bretella A27 a monte del tratto di scambio; provenendo da 140 km/h l'inizio della limitazione deve cominciare almeno 770 m prima.
I valori caratteristici che risultano per la manovra di scambio sono in ogni caso problematici: infatti si riscontra un **livello di servizio C** e le velocità dei veicoli scambianti e non scambianti assumono valori compresi tra 40 e 48 km/h.

Velocità lungo il tronco di scambio, S(km/h)	$S = \frac{V}{\left(\frac{V_w}{S_w}\right) + \left(\frac{V_{nw}}{S_{nw}}\right)}$	44.3
Densità lungo il tronco di scambio, D (pc/lm/ln)	$D = \frac{V/N}{S}$	12.18
Livello di Servizio, LoS (Exhibit 24-2)		C

Si conferma quindi che in tale tratto si avrebbe la presenza di veicoli procedenti ad una velocità decisamente bassa in una zona che, per caratteristiche geometriche e di visibilità, porterebbe ad adottare velocità decisamente superiori, creando quindi una situazione potenzialmente pericolosa.

5.3.5 Corsia di scambio direzione Sud

La lunghezza del tratto parallelo è di circa 100m. Tale lunghezza è condizionata dalla posizione della rampa esistente, dalla presenza dell'alveo fluviale (che non consente uno spostamento verso Nord di tale rampa) e dalla posizione della uscita per l'AdS esistente (anch'essa non modificabile se non per un lieve ritracciamento locale).

Si osserva subito che la lunghezza di tale tratto, inferiore anche a quello dello scambio dir. Nord, risulta scarsa se confrontata a quanto necessario per consentire la manovra di accelerazione per chi dalla rampa SV1_WE rientra in A27/SS51var, essendo richiesti 85m solo per la parte cinematica, prescindendo dal tratto funzionale e dal tronco di manovra.

Accelerazione rampa											
RAMPA	V_R	$L_{clot.}$	V_f	$0{,}8*V_f$	$L_{a,e}$	$L_{parall.}$	Q_{AB}	Ripartiz. per corsia	Q_1	$L_{i,e}$	$L_{parall.} + L_{i,e}$
	Km/h	m	km/h	km/h	m	m	veic/h		veic/h	m	m
AdP	60.00	25.00	**100**	**80.00**	108.00	83.00	734	100%	**734**	8.00	**91.00**

Anche per quanto riguarda la manovra di decelerazione (per chi esce verso la AdS), la lunghezza della corsia è scarsa, essendo necessari, per la decelerazione da 100 km/h a 40 km/h, circa 110m (con a=3 m/s^2 ed escludendo il tratto di manovra).

Volendo verificare la funzionalità della corsia in funzione di scambio con le formule dell'HCM, ne consegue anche qui la necessità di abbassare la velocità operativa S_{FF} lungo il tronco di scambio.

Per ottenere dei valori funzionali, si deve imporre una S_{FF} pari a 60 km/h sul tronco. Questo comporta quindi l'apposizione di un limite di velocità di 50 km/h (con congruo preavviso e limiti intermedi in avvicinamento) sulla SS51var a monte del tratto di scambio; proveniendo da 100 km/h l'inizio della limitazione deve cominciare almeno 310m prima.

I valori caratteristici che risultano per la manovra di scambio sono in ogni caso problematici: infatti si riscontra un livello di servizio C e le velocità dei veicoli scambianti e non scambianti assumono valori compresi tra 40 e 47 km/h.

Velocità lungo il tronco di scambio, S(km/h)	$s = \frac{V}{\left(\frac{V_w}{S_w}\right) + \left(\frac{V_{nw}}{S_{nw}}\right)}$	44.1
Densità lungo il tronco di scambio, D (pc/lm/ln)	$D = \frac{V/N}{S}$	13.40
Livello di Servizio, LoS (Exhibit 24-2)		C

Si conferma quindi che in tale tratto si avrebbe la presenza di veicoli procedenti ad una velocità decisamente bassa in una zona che, per caratteristiche geometriche e di visibilità, porterebbe ad adottare velocità decisamente superiori, creando quindi una situazione potenzialmente pericolosa.

5.3.6 Conclusioni

Riassumendo:

- Entrambi i tronchi di scambio hanno una lunghezza insufficiente rispetto a quelle necessarie per effettuare i necessari cambi di velocità da/per le corsie insistenti sul ramo di scambio.
- Si rende necessario adottare un limite di velocità di 50 km/h sui tronchi di scambio, non coerente con i tratti precedenti e successivi del tracciato.
- Il livello di servizio è scarso e il tronco vedrebbe la presenza di veicoli scambianti con velocità molto basse rispetto a quelle ideali.

Da tali considerazioni si è concluso che tale layout non presenta caratteristiche accettabili di sicurezza, e lo si è pertanto scartato, in favore della soluzione progettualmente sviluppata.

5.4 SVINCOLO ZONA INDUSTRIALE

5.4.1 Descrizione

Lo svincolo per la zona industriale di Villanova è costituito da una rotatoria su cui convergeranno le rampe di uscita e immissione da e per l'asse principale (direzione Nord - Sud) e le viabilità esistenti (direzione Est - Ovest). La variante alla SS51 sovrapasserà la rotatoria in viadotto.

La forma dello svincolo è stata determinata dai vincoli territoriali presenti, che non hanno consentito di sviluppare le rampe secondo gli schemi ordinari, ma hanno costretto a tracciarle parallele all'asse principale (sia da un lato sia dall'altro), accostandone il più possibile la carreggiata a quest'ultimo. Da questo vincolo geometrico è inoltre derivato il diametro della rotatoria stessa, che ha le dimensioni minime tali da consentire il corretto inserimento dei rami d'ingresso e di uscita.

L'attuale tracciato della SP251 (via Provagna) sarà ritoccato per l'inserimento della nuova rotatoria, con il suo ramo Ovest modificato per un corretto inserimento e quello Est in prosecuzione dell'attuale rettifilo in approccio al ponte sul Piave.

È prevista inoltre la sistemazione della rotatoria esistente che si trova all'ingresso sud della zona industriale.

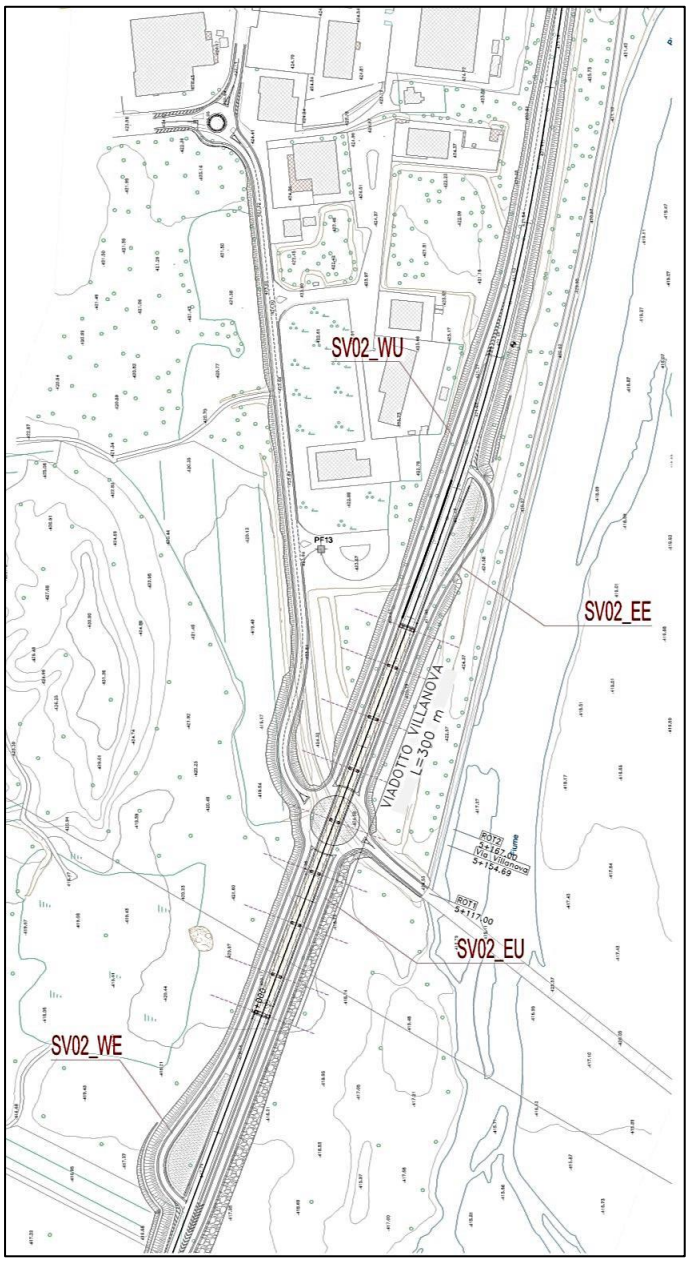


Figura 29 – Svincolo zona industriale Villanova.

5.4.2 Verifiche di rispondenza del progetto al DM 19/04/2006

5.4.2.1 Verifiche cinematiche e di sicurezza per le rampe

Gli elementi compositivi degli assi delle rampe sono coerenti con gli indirizzi del DM 19/04/2006, come si evince dal seguente prospetto:

RAMPE	Curva	R	j	VP	Clotoide minima		Parametri della curva			Da	Larghezza Rampa	
					A_{min}	L_{min}	A_{in}	Sv arco	A_{out}		B_{corsia}	$B_{banchina}$
		m	%	Km/h	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.
SV02_EU	1	400.00	**3.21%**	**60**	70.44	12.41	90.00	18.21	90.00	70.00	4.00	1.00
	2	400.00	**3.21%**	**60**	70.44	12.41	90.00	18.25	90.00	70.00	4.00	1.00
SV02_EE	1	225.00	**4.63%**	**60**	67.66	20.35	76.00	35.24	62.00	70.00	4.00	1.00
	2	30.00	**7.00%**	**30**	16.70	9.29	26.00	28.67	19.00	25.00	4.00	1.00
SV02_WU	1	500.00	**2.78%**	**60**	72.39	10.48	120.00	44.46	100.00	70.00	4.00	1.00
	2	1150.00	**2.50%**	**60**	74.24	4.79	0.00	34.42	0.00	70.00	4.00	1.00
SV02_WE	1	250.00	**4.33%**	**60**	67.98	18.48	76.00	50.00	67.00	70.00	4.00	1.00
	2	30.00	**7.00%**	**30**	16.70	9.29	26.00	25.78	22.00	25.00	4.00	1.00

La pendenza longitudinale massima si riscontra in corrispondenza della rampa SV02_EE ed è pari al -4.35%, inferiore comunque al massimo consentito per le rampe in salita.
Tutti i raccordi verticali (convessi e concavi) hanno raggi verticali in linea con i valori minimi richiesti dal DM 19/04/2006 per le diverse velocità di progetto delle rampe.
Per quanto riguarda tutti i dati di tracciamento si faccia riferimento agli elaborati specifici.

5.4.2.1.1 Diagrammi di velocità e visibilità

Per ognuna delle rampe sono stati redatti i diagrammi di velocità, che non hanno evidenziato criticità.
Le visuali disponibili sono state calcolate con la medesima metodologia già utilizzata per lo svincolo della A27.
A seguito della suddetta analisi di visibilità, non è stato necessario prevedere l'inserimento di allargamenti di piattaforma per la visibilità in corrispondenza delle rampe.

5.4.2.2 Corsia di uscita

Di seguito è riportato un prospetto con il calcolo degli elementi geometrici delle due corsie d'uscita presenti nello svincolo, in cui V_R è la velocità di progetto della rampa e L_2 rappresenta la lunghezza del tratto parallelo:

Rampa	Tipo strada in uscita	Vpi	V_R	a	L_{DU}	L_{MU} (ago)	L_2 (tronco parallelo)
		km/h	Km/h	m/sec2	m	m	m
SV02_EU	C	**100**	**60.00**	2.00	123	**75**	**85.50**
SV02_WU	C	**100**	**60.00**	2.00	123	**75**	**85.50**

5.4.2.3 Verifica di visibilità in corrispondenza delle rampe d'immissione

La regolazione delle intersezioni avverrà mediante STOP.

La velocità di riferimento sarà:

- V_m = 100 km/h – L' = 165 m.

Nelle figure seguenti sono riportati i triangoli di visibilità per le rampe SV02_WE e SV02_EE:

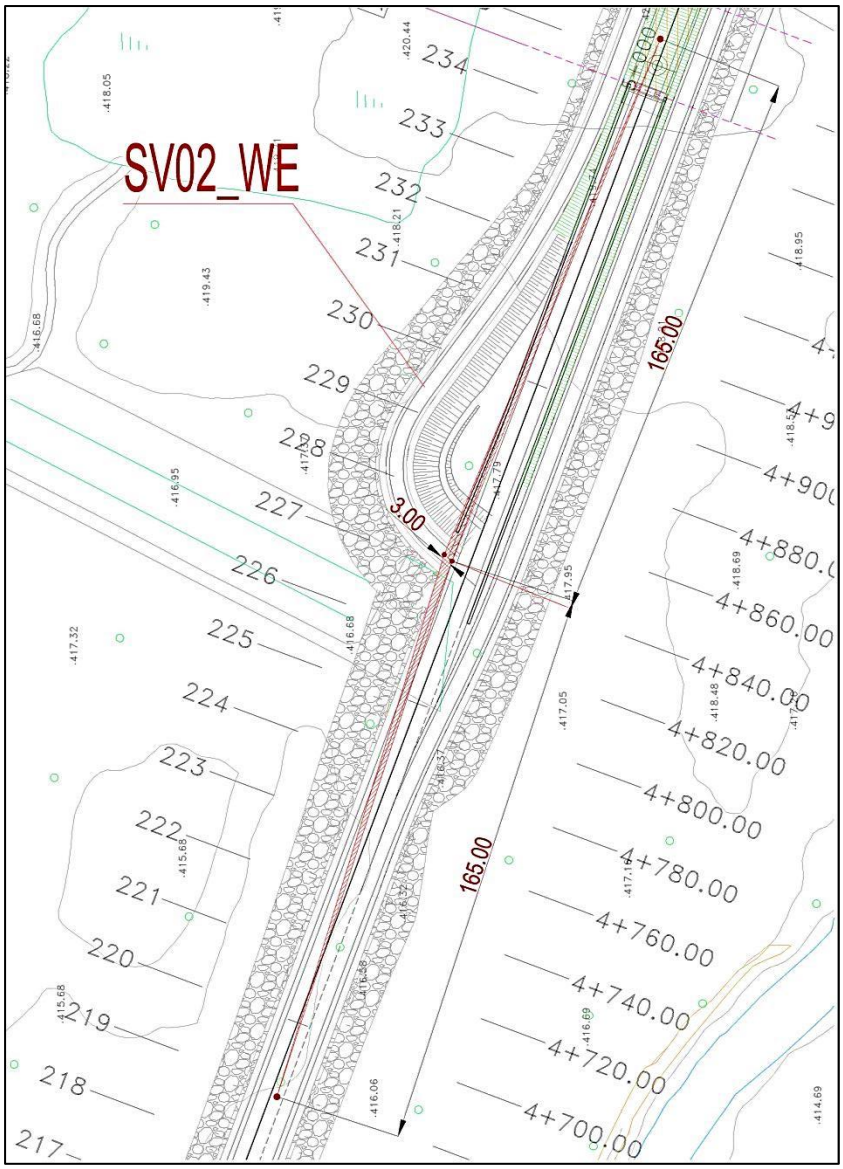


Figura 30. Triangoli di visibilità rampa SV02_WE

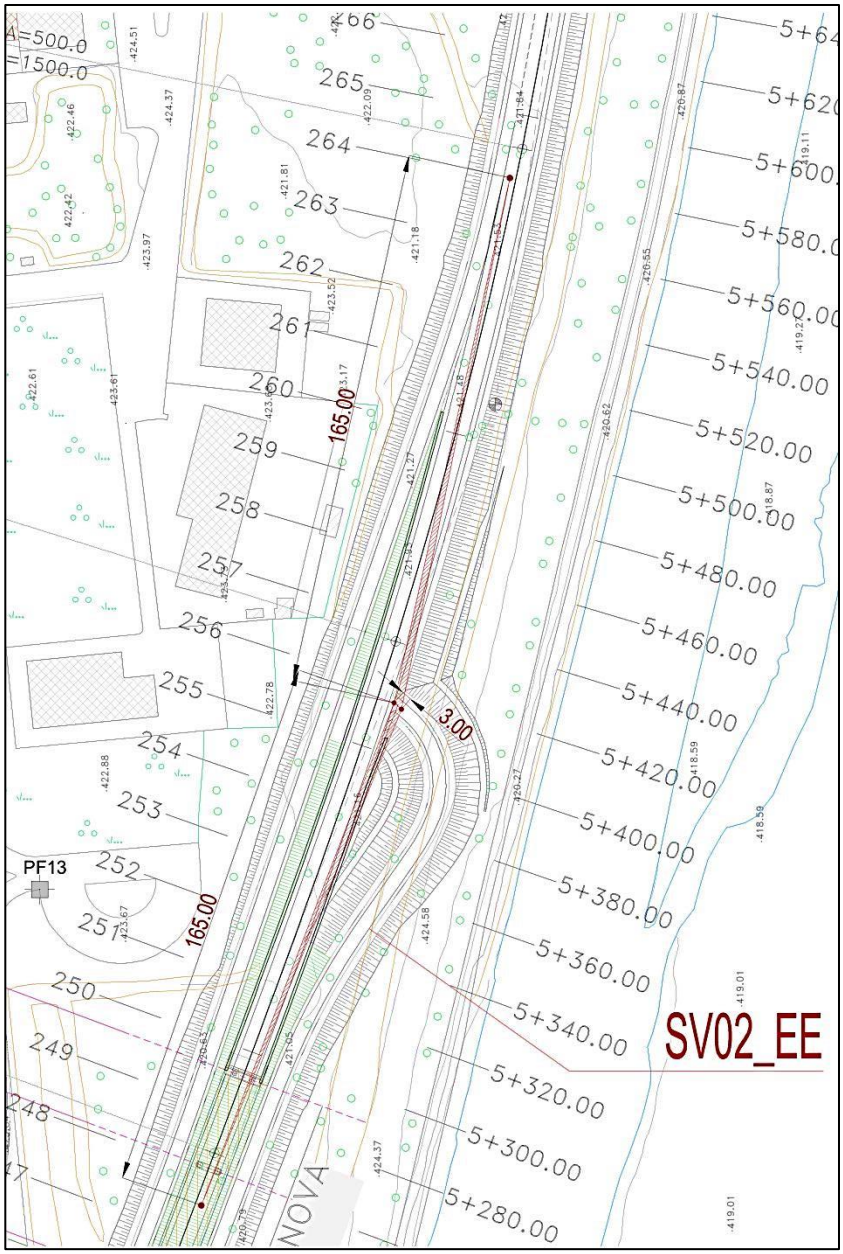


Figura 31. Triangoli di visibilità rampa SV02_EE

Dalle verifiche risulta che non ci saranno ostacoli alla visibilità, giacché i previsti muri di sostegno saranno arretrati e inclinati in modo tale che la barriera di sicurezza in testa a questi non costituisca ostacolo alla visibilità.

Anche le curve tricentriche di raccordo dei cigli saranno tracciate in maniera tale che le barriere di sicurezza siano adeguatamente arretrate, utilizzando come riferimento per il loro tracciamento proprio i triangoli di visibilità.

Lo spazio residuale tra bordo corsia e bordo ciglio sarà segnalato mediante apposita zebratura.

5.4.2.4 Rotatoria di svincolo SV02_ROT1

Per quanto riguarda le dimensioni della rotatoria e dei bracci in essa confluenti si faccia riferimento a quanto riportato al paragrafo 5.1.4. Per maggiori dettagli si consultino gli elaborati specifici.

5.4.2.4.1 Verifiche geometriche

Sono stati eseguiti i controlli per la deflessione delle traiettorie e risulta che gli angoli di deviazione β sono sempre > 45°, come si può evincere dagli schemi seguenti:

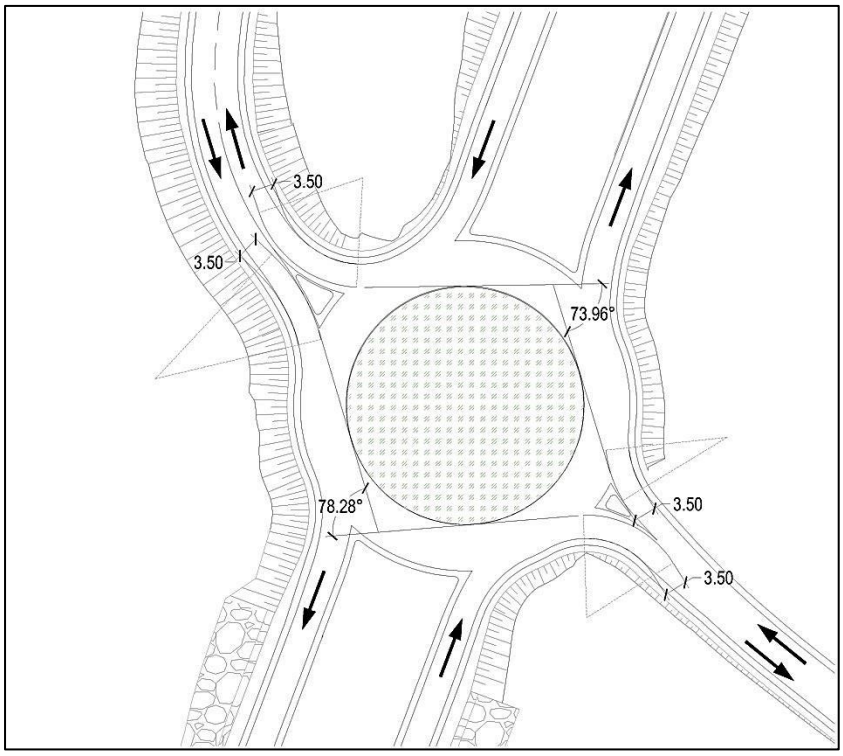


Figura 32 – Rotatoria SV02_ROT1 – Verifica delle traiettorie di deflessione.

Si precisa che le verifiche delle traiettorie di deflessione sono state eseguite solo per i rami Est – Ovest su via Provagna, poiché le rampe da e per la variante alla SS51 sono a senso unico e si è ritenuto improbabile che ci siano flussi veicolari in attraversamento, ossia utenti che, uscendo dalla variante alla SS51, impegnino la rotatoria per rientrare nella variante stessa immediatamente dopo.
Sono stati altresì eseguiti i controlli per la visibilità a sinistra in base allo schema riportato in normativa e risulta che questa è sempre assicurata per almeno ¼ di corona giratoria, come si evince dallo schema seguente:

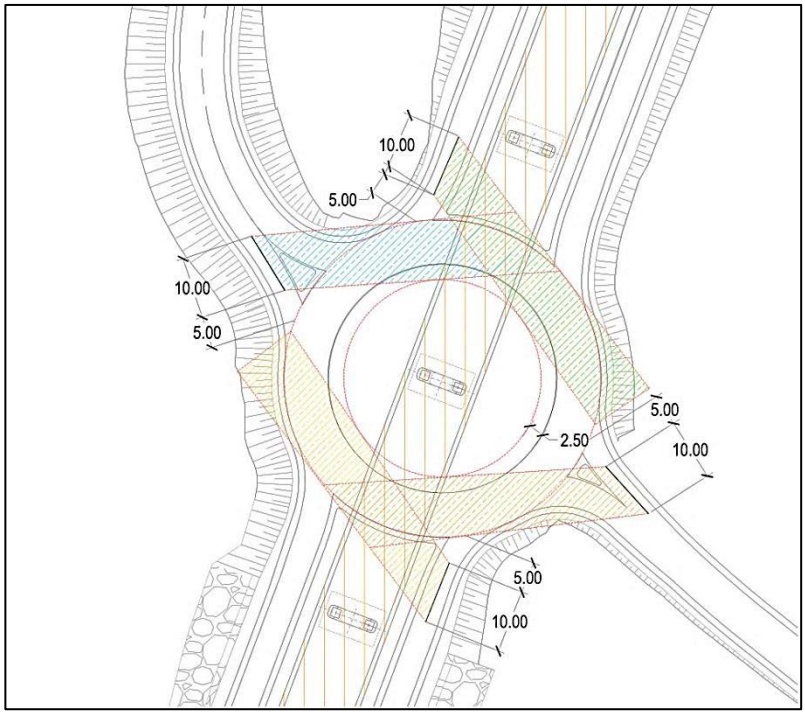
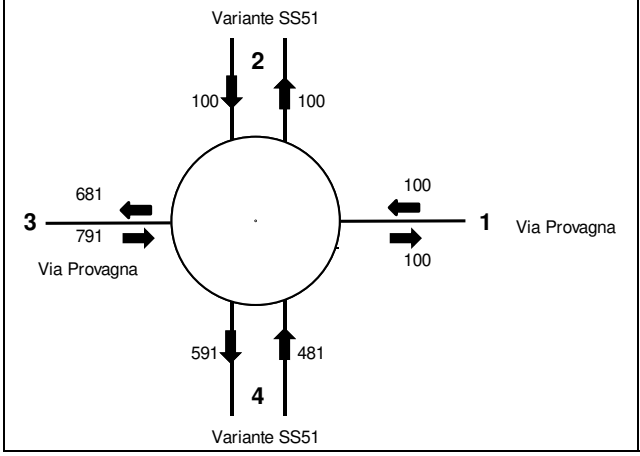


Figura 33 – Rotatoria SV02_ROT1 – Verifica delle visibilità a sinistra.

5.4.2.4.2 Verifiche funzionali

I dati di traffico riguardanti i flussi sono stati desunti dallo studio di traffico allegato al presente progetto, prendendo a riferimento lo scenario di progetto a 10 anni. Nella figura seguente è riportato lo schema della rotatoria e la relativa matrice O/D, con l'attribuzione dei volumi di traffico per ogni ramo, espressi in termini di TGM equivalente.



		Rami in uscita				
		1	2	3	4	Qe
Rami in entrata	1	0	0	100	0	100
	2	0	0	100	0	100
	3	100	100	0	591	791
	4	0	0	481	0	481
	Qu	100	100	681	591	1472

Per eseguire le verifiche, i TGM sono stati trasformati in portate orarie mediante la relazione seguente:

$$Q = \frac{K \times TGM}{PHF}$$

K = 10% e PHF = 0.85.

La matrice O/D espressa in veic.equiv/ora è la seguente:

Matrice O/D transiti						
		Rami in uscita				$Q_{e,i}$
		1	2	3	4	
Rami in entrata	1	0 eph	0 eph	12 eph	0 eph	12 eph
	2	0 eph	0 eph	12 eph	0 eph	12 eph
	3	12 eph	12 eph	0 eph	70 eph	94 eph
	4	0 eph	0 eph	57 eph	0 eph	57 eph
	$Q_{u,i}$	12 eph	12 eph	81 eph	70 eph	175 eph

I dati geometrici inerenti larghezza dell'anello ANN, dei bracci in entrata ENT e dell'isola SEP sono i seguenti:

ANN 1	**ANN 2**	**ANN 3**	**ANN 4**
6.00 m	6.00 m	6.00 m	6.00 m
1.170	1.170	1.170	1.170
ENT 1	**ENT 2**	**ENT 3**	**ENT 4**
3.50 m	**3.50 m**	**3.50 m**	**3.50 m**
1.000	1.000	1.000	1.000
SEP 1	**SEP 2**	**SEP 3**	**SEP 4**
4.00 m	**19.00 m**	**4.00 m**	**19.00 m**
0.733	0.000	0.733	0.000

Le elaborazioni, eseguite in base alla configurazione di cui sopra, hanno dato i seguenti risultati:

Riserva di capacità

	Ramo 1	Ramo 2	Ramo 3	Ramo 4
Qe	12 eph	12 eph	94 eph	57 eph
Qu	12 eph	12 eph	81 eph	70 eph
Qc	69 eph	69 eph	0 eph	24 eph
Qd	88 eph	81 eph	46 eph	28 eph
C	**1,269 eph**	**1,273 eph**	**1,298 eph**	**1,310 eph**
R_C (%)	99%	99%	93%	96%
R_C	1,257 eph	1,261 eph	1,204 eph	1,253 eph
Condizione di esercizio	Fluida	Fluida	Fluida	Fluida

Capacità pratica

Ramo	Capac. pratica (-150)	Capac. pratica (80%)	Flussi in ingresso	C-150 > Qe		0.80C > Qe	
1	102 eph	201 eph	12 eph	90 eph	verificata	189 eph	verificata
2	3 eph	123 eph	12 eph	-9 eph	Saturazione	111 eph	verificata
3	543 eph	555 eph	59 eph	484 eph	verificata	496 eph	verificata
4	1,035 eph	948 eph	57 eph	978 eph	verificata	891 eph	verificata

Livello di Servizio

	Ramo 1	Ramo 2	Ramo 3	Ramo 4
Ci (veic/h)	1,269 eph	1,273 eph	1,298 eph	1,310 eph
Qe,i (veic/h)	12 eph	12 eph	94 eph	57 eph
x	0.01	0.01	0.07	0.04
T (h)	0.25	0.25	0.25	0.25
d (sec)	2.91	2.90	3.35	3.09
LoS	A	A	A	A
Q_{95}	0.03	0.03	0.23	0.14
L coda m.)	0.10	0.10	1.40	0.80

Dai prospetti sopra riportati si evince che, dati anche gli esigui volumi di traffico che la impegnano, la rotatoria funziona in maniera ottimale, con una riserva di capacità >> 30% e un eccellente livello di servizio (LoS A) in corrispondenza di tutti i rami.

5.4.2.5 Rotatoria di svincolo SV02_AS_ROT

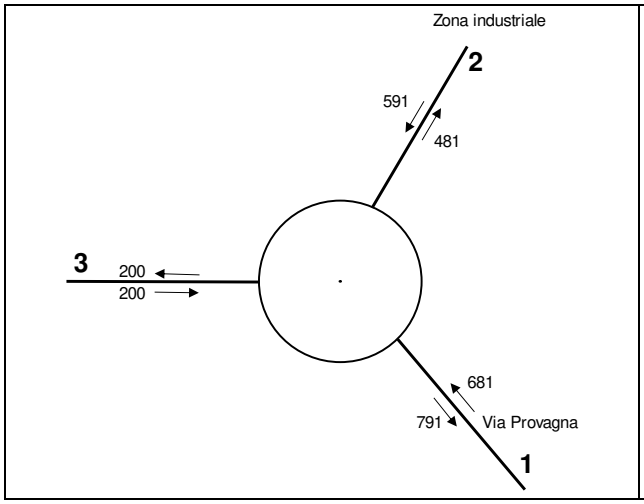
Per quanto riguarda le dimensioni della rotatoria e dei bracci in essa confluenti si faccia riferimento a quanto riportato al paragrafo 5.1.4. Per maggiori dettagli si consultino gli elaborati specifici.

5.4.2.5.1 Verifiche geometriche

Le verifiche geometriche sono state omesse poiché l'intervento riguarda solo la sistemazione di una rotatoria esistente, senza modifiche sostanziali agli angoli d'ingresso dei rami che in essa convergono.

5.4.2.5.2 Verifiche funzionali

I dati di traffico riguardanti i flussi sono stati desunti dallo studio di traffico allegato al presente progetto, prendendo a riferimento lo scenario di progetto a 10 anni.
Nella figura seguente è riportato lo schema della rotatoria e la relativa matrice O/D, con l'attribuzione dei volumi di traffico per ogni ramo espressi in termini di TGM equivalente.



		Rami in uscita			
		1	2	3	Qe
Rami in entrata	1	0	481	200	681
	2	591	0	0	591
	3	200	0	0	200
	Qu	791	481	200	1472

Per eseguire le verifiche, i TGM saranno trasformati in portate orarie mediante la relazione seguente:

$$Q = \frac{K \times TGM}{PHF}$$

K = 10% e PHF = 0.85.

La matrice O/D espressa in veic.equiv/ora è la seguente:

Matrice O/D transiti					
		Rami di entrata			$Q_{e,i}$
		1	2	3	
Rami di uscita	1	0 eph	57 eph	24 eph	81 eph
	2	70 eph	0 eph	0 eph	70 eph
	3	24 eph	0 eph	0 eph	24 eph
	$Q_{u,i}$	94 eph	57 eph	24 eph	175 eph

I dati geometrici inerenti larghezza dell'anello ANN, dei bracci in entrata ENT e dell'isola SEP sono i seguenti:

ANN 1	**ANN 2**	**ANN 3**
7.00 m	7.00 m	7.00 m
1.085	1.085	1.085
ENT 1	**ENT 2**	**ENT 3**
3.50 m	**3.50 m**	**3.50 m**
1.000	1.000	1.000
SEP 1	**SEP 2**	**SEP 3**
3.95 m	**4.10 m**	**2.40 m**
0.737	0.727	0.840

Le elaborazioni, eseguite in base alla configurazione di cui sopra, hanno dato i seguenti risultati:

Riserva di capacità

	Ramo 1	Ramo 2	Ramo 3
$Q_{i,e}$	81 eph	70 eph	24 eph
$Q_{i,u}$	94 eph	57 eph	24 eph
Qc	0 eph	24 eph	70 eph
Qd	50 eph	56 eph	91 eph
C	**1,295 eph**	**1,291 eph**	**1,267 eph**
R_C (%)	94%	95%	98%
R_C	1,214 eph	1,221 eph	1,243 eph
Condizione di esercizio	Fluida	Fluida	Fluida

Capacità pratica

Ramo	Capac. pratica (-150)	Capac. pratica (80%)	Flussi in ingresso	C-150 > Qe		0.80C > Qe	
1	636 eph	629 eph	81 eph	555 eph	verificata	548 eph	verificata
2	800 eph	760 eph	70 eph	730 eph	verificata	690 eph	verificata
3	360 eph	408 eph	24 eph	336 eph	verificata	384 eph	verificata

Livello di Servizio

	Ramo 1	Ramo 2	Ramo 3
Ci (veic/h)	1,295 eph	1,291 eph	1,267 eph
Qe,i (veic/h)	81 eph	70 eph	24 eph
x	0.06	0.05	0.02
T (h)	0.25	0.25	0.25
d (sec)	7.97	7.95	7.90
LoS	**A**	**A**	**A**
Q_{95}	0.20	0.17	0.06
L coda m.)	1.10	1.00	0.30

Dai prospetti sopra riportati si evince che la rotatoria funziona in maniera ottimale, con una riserva di capacità >30% e un eccellente livello di servizio (LoS A) in corrispondenza di tutti i rami.

5.5 SVINCOLO DI LONGARONE

5.5.1 Descrizione

Lo svincolo di Longarone ha uno schema a trombetta, con entrambe le rampe dirette ubicate in sinistra della variante nel senso delle progressive crescenti, mentre quella semidiretta e quella indiretta sottopassano la variante in sottovia.

Il collegamento con la viabilità esistente avverrà per mezzo di una rotatoria in corrispondenza dell'attuale incrocio canalizzato tra via G. Trevisan e via G. Protti.

Si deve a tale scopo precisare che via Trevisan corre parallela, almeno per un tratto, alla SS51 attuale, poiché è una viabilità che serve la zona industriale di Villanova. Pertanto, il traffico che da sud impegnerà il nuovo svincolo vi accederà uscendo dalla SS51 all'altezza dell'ingresso principale alla zona industriale e percorrerà via Trevisan per circa 800 m., contribuendo a scaricare ulteriormente la SS51 esistente nell'abitato di Longarone.

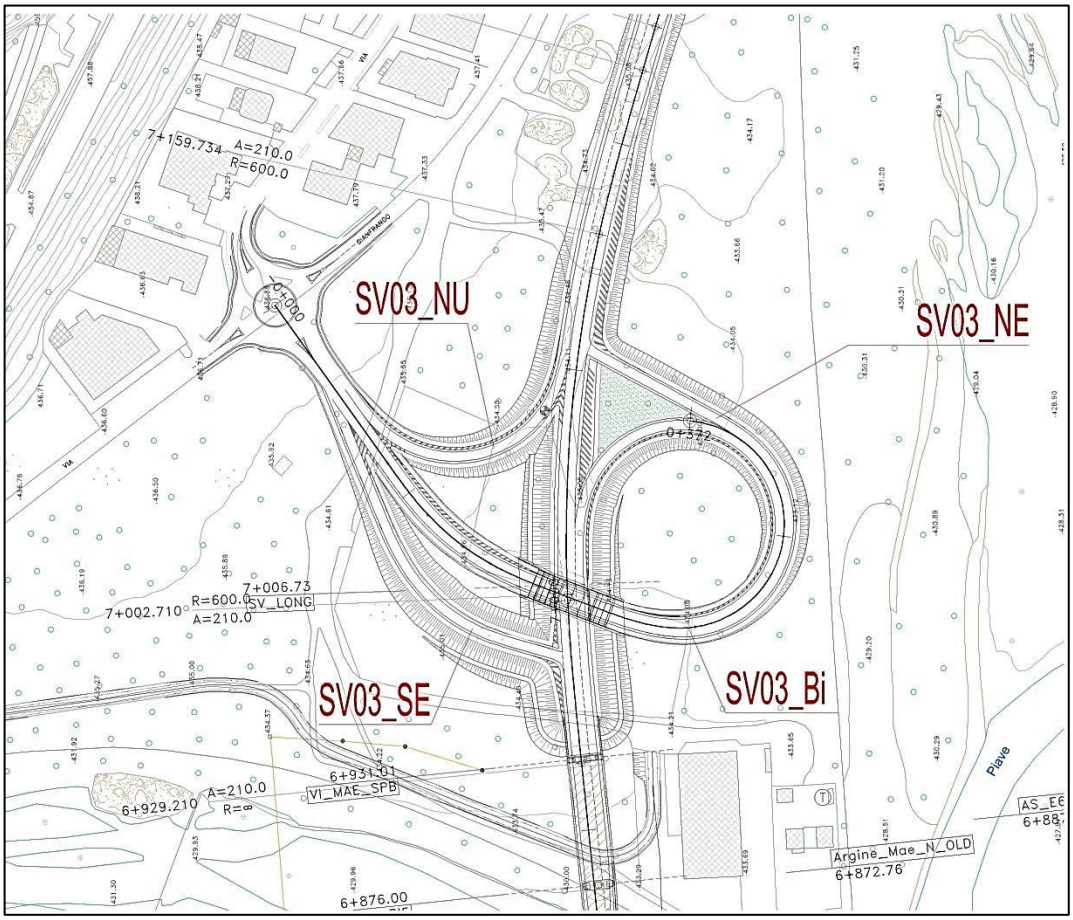


Figura 34 – Svincolo di Longarone.

5.5.2 Verifiche di rispondenza del progetto al DM 19/04/2006

5.5.2.1 Verifiche cinematiche e di sicurezza per le rampe

Gli elementi compositivi degli assi delle rampe sono coerenti con gli indirizzi del DM 19/04/2006, come si evince dal seguente prospetto:

RAMPE	Curva	R	j	VP	Clotoide minima		Parametri della curva			Da	Larghezza Rampa	
					A_{min}	L_{min}	A_{in}	Sv arco	A_{out}		B_{corsia}	$B_{banchina}$
		m	%	Km/h	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.
SV03_NU	1	45.00	**7.00%**	**40**	30.22	20.30	35.00	79.90	34.00	35.00	4.00	1.00
SV03_SE	1	75.00	**7.00%**	**50**	46.92	29.36	50.00	43.86	34.00	50.00	4.00	1.00
SV03_NE	1	45.00	**7.00%**	**40**	30.22	20.30	35.00	10.00	10.00	35.00	4.00	1.00
SV03_SU	1	41.00	**7.00%**	**35**	22.71	12.58	40.81	37.82	10.00	30.00	4.00	1.00
SV03_Bi	1	110.00	**7.00%**	**55**	55.51	28.02	56.00	34.08	60.00	60.00	3.50	1.00
	2	45.00	**7.00%**	**40**	30.22	20.30	45.00	131.09	10.00	35.00	3.50	1.00

La pendenza longitudinale massima si riscontra in corrispondenza della rampa SV03_SE ed è pari al -6.46%, inferiore comunque al massimo consentito per le rampe in salita.

Tutti i raccordi verticali (convessi e concavi) hanno raggi verticali in linea con i valori minimi richiesti dal DM 19/04/2006 per le diverse velocità di progetto delle rampe.
Per quanto riguarda tutti i dati di tracciamento si faccia riferimento agli elaborati specifici.

5.5.2.1.1 Diagrammi di velocità e visibilità

Per ognuna delle rampe sono stati redatti i diagrammi di velocità, che non hanno evidenziato criticità.
Le visuali disponibili sono state calcolate con la medesima metodologia già utilizzata per rampe dei precedenti svincoli.
A seguito della suddetta analisi di visibilità, è stato necessario prevedere l'inserimento di allargamenti di piattaforma per la visibilità in corrispondenza delle rampe sotto riportate:

Rampa	Curva	Raggio	Allargamento . max	Lato
SV03_EU	1	45.00	1.00	interno
SV03_SU	1	41.00	0.75	interno
SV03_Bi	1	110.00	1.60	interno

5.5.2.2 Corsia di uscita

Di seguito è riportato un prospetto con il calcolo degli elementi geometrici delle due corsie d'uscita presenti nello svincolo, in cui V_R è la velocità di progetto della rampa e L_2 rappresenta la lunghezza del tratto parallelo:

Rampa	Tipo strada in uscita	**Vpi**	**V_R**	**a**	L_{DU}	L_{MU} (ago)	L_2 (tronco parallelo)
		km/h	Km/h	m/sec2	m	m	m
SV03_NU	C	**100**	**40.00**	2.00	162	**75**	**124.50**
SV03_SU	C	**100**	**40.00**	2.00	162	**75**	**124.50**

5.5.2.3 Verifica di visibilità in corrispondenza delle rampe d'immissione

La regolazione delle intersezioni avverrà mediante STOP.
La velocità di riferimento sarà:

- V_m = 100 km/h – L' = 165 m.

Nelle figure seguenti sono riportati i triangoli di visibilità per le rampe SV03_NE e SV03_SE:

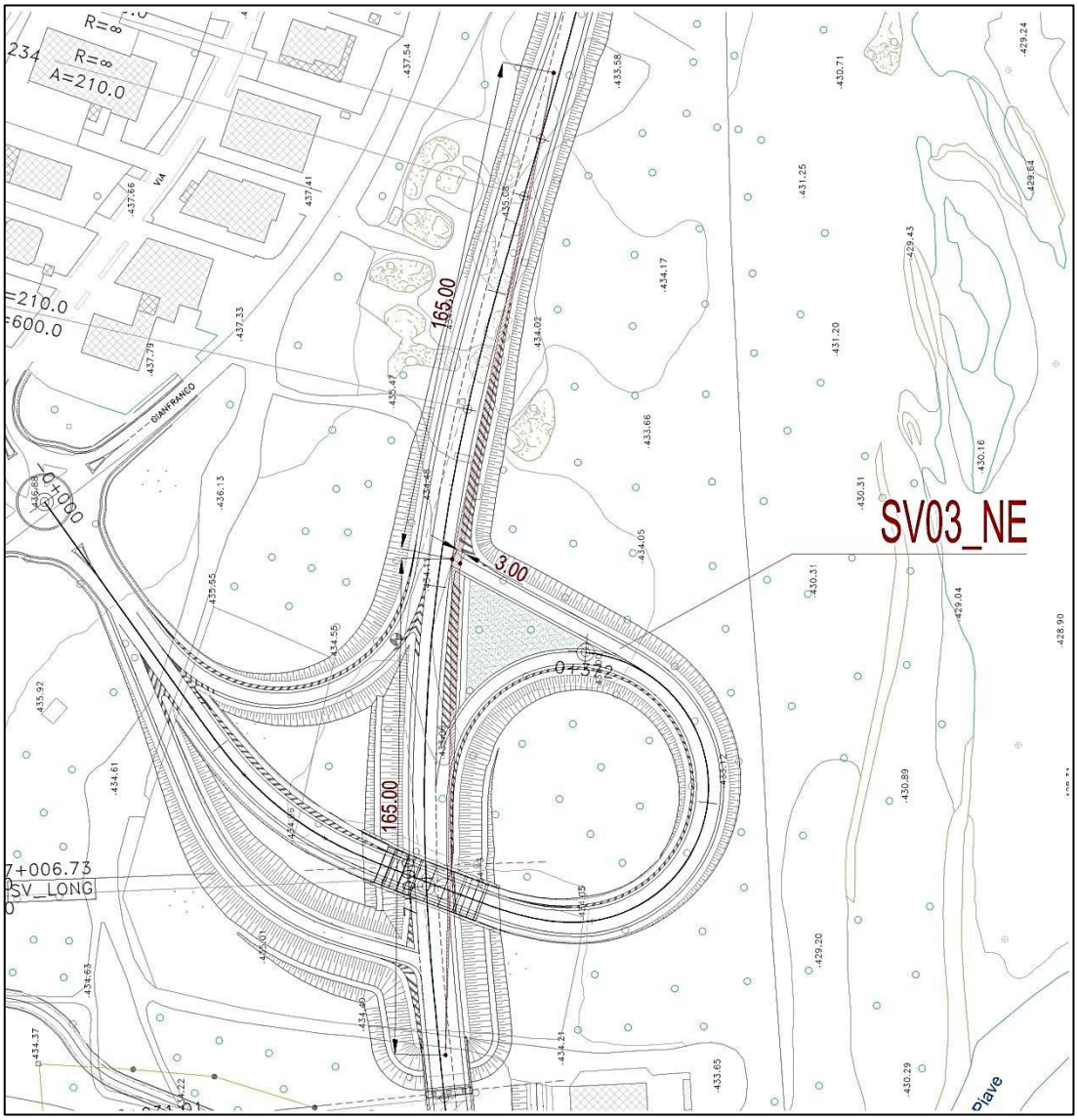


Figura 35. Triangoli di visibilità rampa SV03_NE

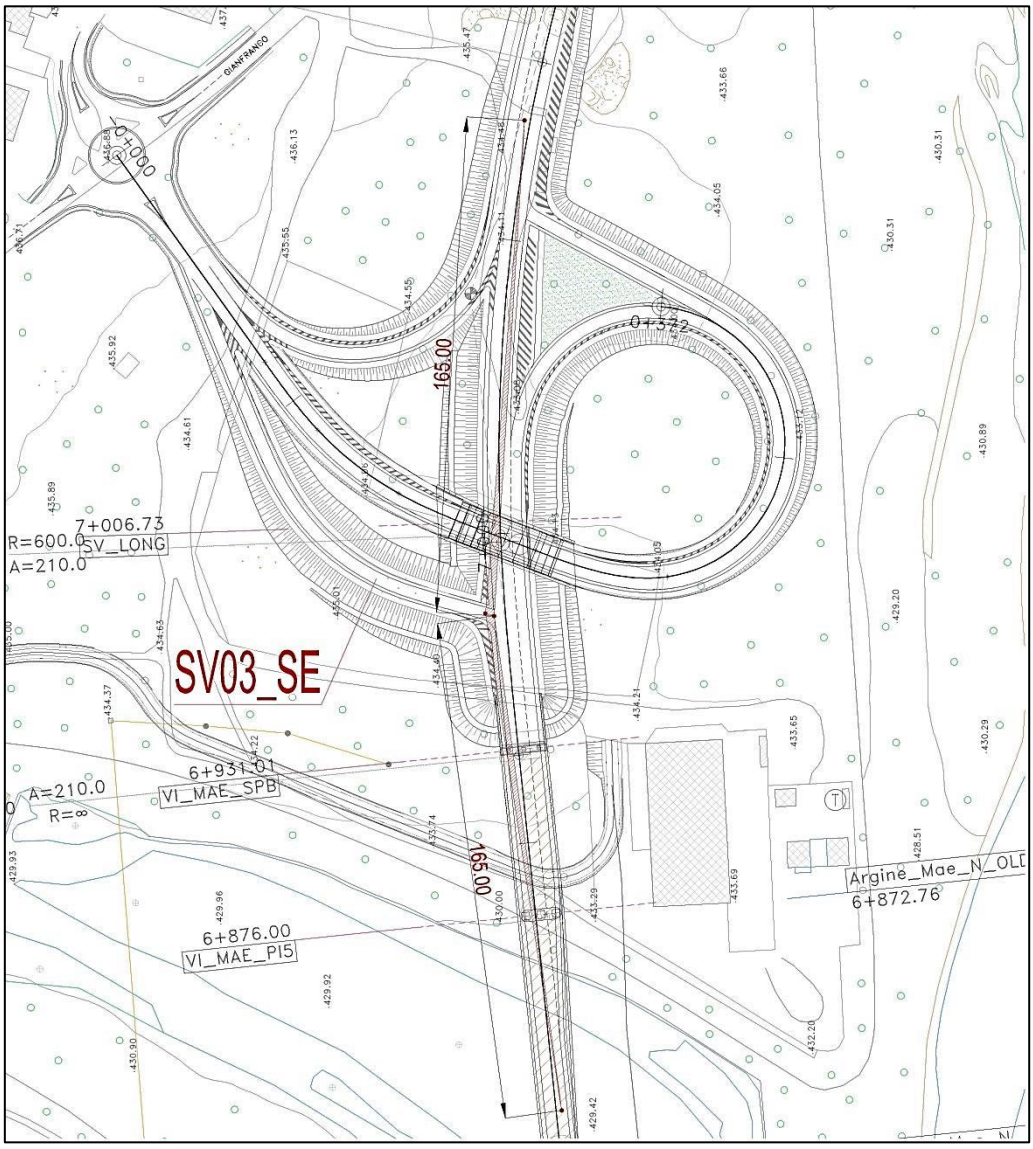


Figura 36. Triangoli di visibilità rampa SV03_SE

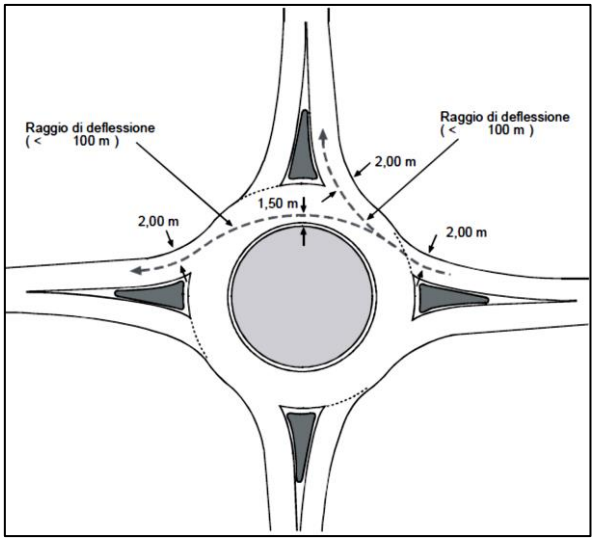
Dalle verifiche risulta che non ci saranno ostacoli alla visibilità, giacché sono state già previste idonee zebrature e arretramenti delle barriere di sicurezza tali da non costituire ostacolo alla visibilità.
Anche le curve tricentriche di raccordo dei cigli sono state tracciate in maniera tale che le barriere di sicurezza siano adeguatamente arretrate, utilizzando come riferimento per il loro tracciamento i triangoli di visibilità stessi.

5.5.2.4 Rotatoria di svincolo SV03_ROT1

Per quanto riguarda le dimensioni della rotatoria e dei bracci in essa confluenti si faccia riferimento a quanto riportato al paragrafo 5.1.4. Per maggiori dettagli si consultino gli elaborati specifici.

5.5.2.4.1 Verifiche geometriche

Nel caso in esame i controlli della deflessione sono stati eseguiti in maniera parzialmente diversa rispetto a quanto indicato nel paragrafo 5.1.4. Il motivo è legato al fatto che il ramo in ingresso proveniente dallo svincolo dev'essere necessariamente a due corsie, poiché in esso confluiscono la rampa diretta SV03_NU e quella indiretta SV03_Bi. A fronte di ciò il diametro della rotatoria (e corrispondentemente della sua isola centrale) non può essere di maggiori dimensioni, dato il contesto urbano entro cui la rotatoria si colloca. Pertanto, la verifica della deflessione mediante l'angolo di deviazione β non ha dato esito positivo.



Tuttavia, sulla scorta delle indicazioni del Rapporto di Sintesi "Norme sulle caratteristiche funzionali e geometriche delle intersezioni stradali", è stato verificato che le traiettorie che interessano due rami opposti abbiano una geometria compatibile con velocità non superiori ai 50 km/h. Infatti, si definisce deflessione di una traiettoria il raggio dell'arco di cerchio che passa a 1,50 m dal bordo dell'isola centrale e a 2,00 m dal ciglio delle corsie di entrata e uscita. Tale raggio non deve superare i valori di 100 m, anche se è preferibile adottare valori sensibilmente inferiori a questo limite massimo.

Nella figura seguente è riportata la verifica di deflessione eseguita in base al criterio sopra delineato, da cui si deduce che i raggi sono tutti sensibilmente inferiori ai 100 m. limite, garantendo quindi la bassa velocità all'interno della rotatoria.

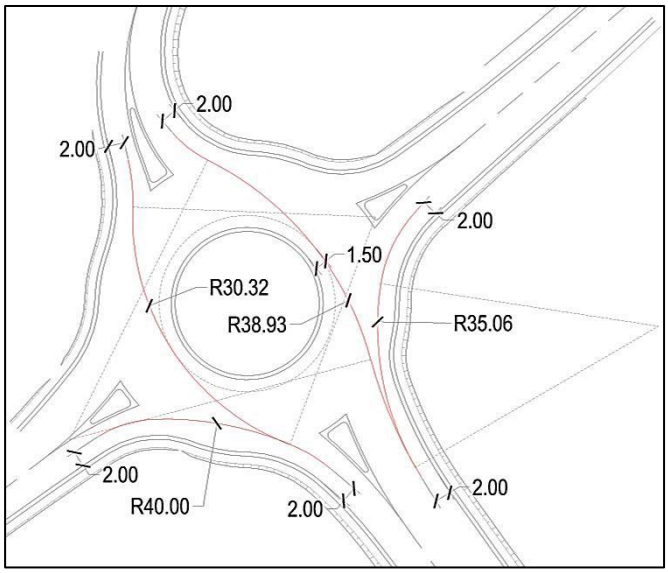


Figura 37. Rotatoria SV03_ROT1 – Verifica delle traiettorie di deflessione 1.

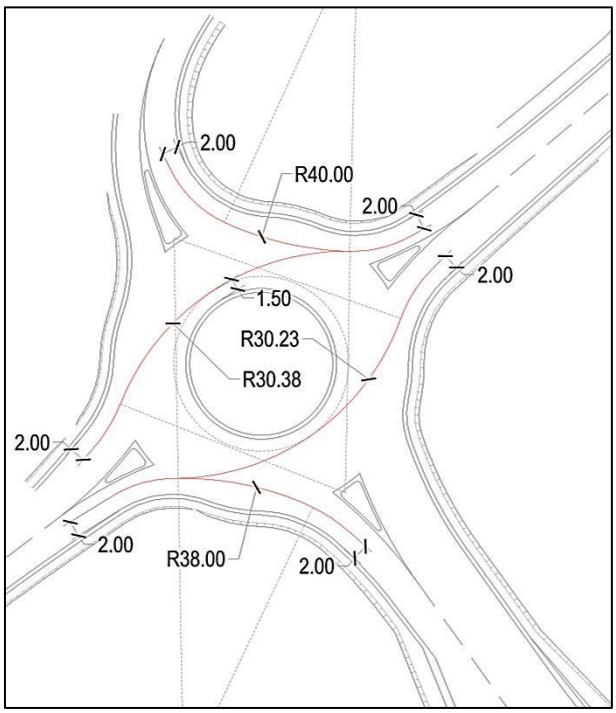


Figura 38. Rotatoria SV03_ROT1 – Verifica delle traiettorie di deflessione 2.

Sono stati altresì eseguiti i controlli per la visibilità a sinistra in base allo schema di normativa e risulta che questa è sempre assicurata per almeno ¼ di corona giratoria, come si evince dallo schema seguente:

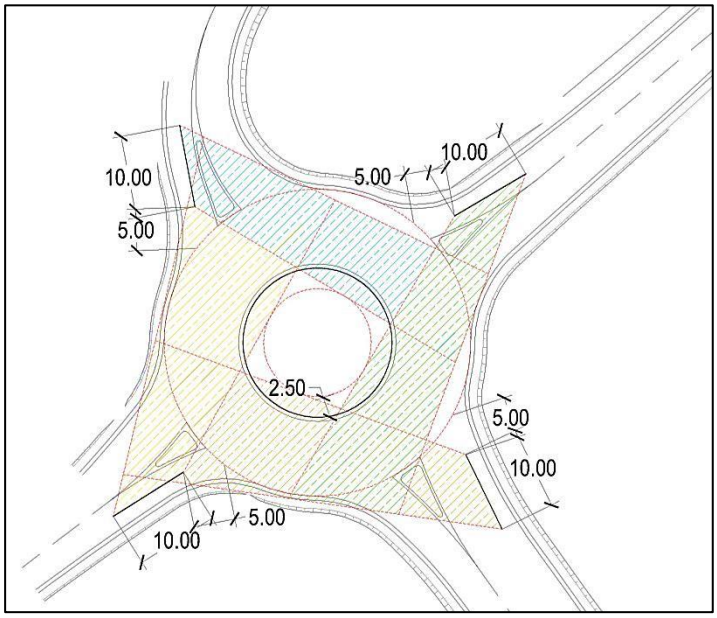
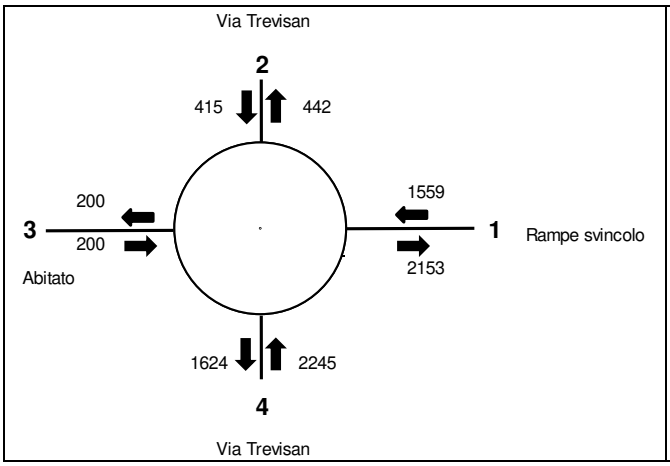


Figura 39. Rotatoria SV03_ROT1 – Verifica visibilità a sinistra.

5.5.2.4.2 Verifiche funzionali

I dati di traffico riguardanti i flussi sono stati desunti dallo studio di traffico allegato al presente progetto, prendendo a riferimento lo scenario di progetto a 10 anni.

Nella figura seguente è riportato lo schema della rotatoria e la relativa matrice O/D, con l'attribuzione dei volumi di traffico per ogni ramo espressi in termini di TGM equivalente.



		Rami in uscita				
		1	2	3	4	Qe
Rami in entrata	1	0	33	200	1326	1559
	2	117	0	0	298	415
	3	200	0	0	0	200
	4	1836	409	0	0	2245
	Qu	2153	442	200	1624	4419

Per eseguire le verifiche, i TGM saranno trasformati in portate orarie mediante la relazione seguente:

$$Q = \frac{K \times TGM}{PHF}$$

K = 10% e PHF = 0.85.

La matrice O/D espressa in veic.equiv/ora è la seguente:

Matrice O/D transiti						
		Rami in uscita				$Q_{e,i}$
		1	2	3	4	
Rami in entrata	1	0 eph	4 eph	24 eph	156 eph	184 eph
	2	14 eph	0 eph	0 eph	36 eph	50 eph
	3	24 eph	0 eph	0 eph	0 eph	24 eph
	4	216 eph	49 eph	0 eph	0 eph	265 eph
	$Q_{u,i}$	254 eph	53 eph	24 eph	192 eph	523 eph

I dati geometrici inerenti larghezza dell'anello ANN, dei bracci in entrata ENT e dell'isola SEP sono i seguenti:

ANN 1	**ANN 2**	**ANN 3**	**ANN 4**
9.00 m	9.00 m	9.00 m	9.00 m
0.915	0.915	0.915	0.915
ENT 1	**ENT 2**	**ENT 3**	**ENT 4**
6.00 m	**3.50 m**	**3.50 m**	**3.50 m**
1.250	1.000	1.000	1.000
SEP 1	**SEP 2**	**SEP 3**	**SEP 4**
5.20 m	**4.90 m**	**5.40 m**	**9.00 m**
0.653	0.673	0.640	0.400

Le elaborazioni, eseguite in base alla configurazione di cui sopra, hanno dato i seguenti risultati:

Riserva di capacità

	Ramo 1	Ramo 2	Ramo 3	Ramo 4
Qe	184 eph	50 eph	24 eph	265 eph
Qu	254 eph	53 eph	24 eph	192 eph
Qc	49 eph	180 eph	206 eph	38 eph
Qd	146 eph	186 eph	198 eph	82 eph
C	**1,535 eph**	**1,199 eph**	**1,191 eph**	**1,273 eph**
R_C (%)	88%	96%	98%	79%
R_C	1,351 eph	1,149 eph	1,167 eph	1,008 eph
Condizione di esercizio	Fluida	Fluida	Fluida	Fluida

Capacità pratica

Ramo	Capac. pratica (-150)	Capac. pratica (80%)	Flussi in ingresso	C-150 > Qe		0.80C > Qe	
1	**1,007 eph**	**926 eph**	**147 eph**	**860 eph**	verificata	**779 eph**	verificata
2	**405 eph**	**444 eph**	**50 eph**	**355 eph**	verificata	**394 eph**	verificata
3	**155 eph**	**244 eph**	**15 eph**	**139 eph**	verificata	**229 eph**	verificata
4	**649 eph**	**639 eph**	**265 eph**	**384 eph**	verificata	**374 eph**	verificata

Livello di Servizio

	Ramo 1	Ramo 2	Ramo 3	Ramo 4
Ci (veic/h)	1,535 eph	1,199 eph	1,191 eph	1,273 eph
Qe,i (veic/h)	184 eph	50 eph	24 eph	265 eph
x	0.12	0.04	0.02	0.21
T (h)	0.25	0.25	0.25	0.25
d (sec)	3.26	3.34	3.18	4.61
LoS	**A**	**A**	**A**	**A**
Q_{95}	0.41	0.13	0.06	0.78
L coda m.)	2.40	0.70	0.30	4.70

Dai prospetti sopra riportati si evince che la rotatoria funziona in maniera ottimale, con una riserva di capacità >30% e un eccellente livello di servizio (LoS A) in corrispondenza di tutti i rami.

6 VIABILITA' SECONDARIE

Per la realizzazione della nuova infrastruttura è stato necessario prevedere alcune deviazioni e ricuciture di viabilità minori. Tutte queste viabilità sono a destinazione particolare e quindi non caratterizzabili per mezzo del parametro "velocità di progetto".

Sono state previste tre diverse tipologie di sezione tipo, in funzione delle dimensioni della viabilità preesistente deviata/riconnessa:

- Tipo 1: carreggiata da 9.50 m. costituita da due corsie da 3.50 m. fiancheggiate da banchine da 1.25 m.;
- Tipo 2: carreggiata da 4.00 m. costituita da una corsia da 3.00 m. fiancheggiata da banchine da 0.50 m.;
- Tipo 3: carreggiata da 6.50 m. costituita da due corsie da 2.75 m. fiancheggiate da banchine da 0.50 m.

Gli elementi marginali saranno costituiti da arginelli erbosi, di larghezza pari a 0.75 m, contenuti da un cordolo in conglomerato cementizio. Nel caso della sezione tipo 2 l'elemento marginale sarà invece costituito da marciapiedi da 1.50 m., poiché si tratta di viabilità urbana.

La conformazione delle scarpate, rivestite con terra vegetale, di norma avrà una pendenza strutturale massima del 2/3.

Per maggiori dettagli si consultino gli elaborati specifici.

6.1 AS01_E27

L'asse AS01_E27 è un breve tratto previsto per ricostituire un collegamento esistente che sarebbe stato interrotto dalla realizzazione della variante alla SS51.

Il tracciato avrà una lunghezza L ≅ 94.00 m., con una carreggiata da 4.00 m. (sezione tipo locale 2).

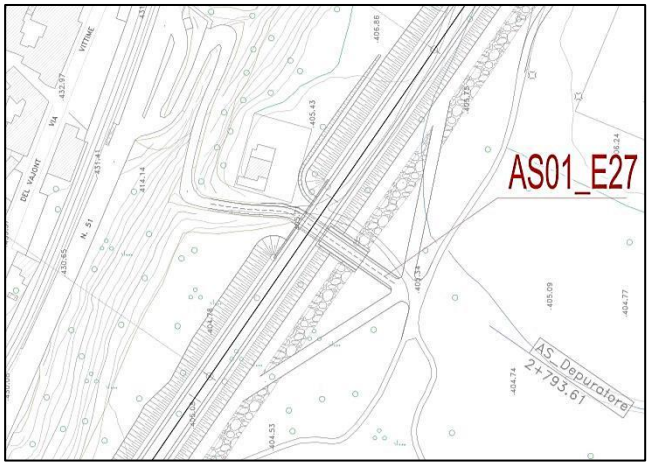


Figura 40. Viabilità AS01_E27

La strada, come si vede nella immagine soprastante, si dirama dalla SS51 e scende con una pendenza molto elevata (ca. 20%) e due tornanti stretti, e conduce al depuratore di Fortogna.

Dopo il depuratore, diventa una strada bianca di accesso al campo sportivo di Fortogna.

L'intervento prevede semplicemente il mantenimento della continuità della strada mediante un nuovo sottopasso, senza modificare il tracciato planoaltimetrico della strada.

Il tracciato non presenta criticità dal punto di vista della visibilità, giacché non ci sono ostacoli a bordo strada e il sottovia ha una luce interna di 5.00 m., sufficiente affinché i piedritti del manufatto non rappresentino un ostacolo alla visibilità.

La velocità operativa, anche per via dei vincoli sopradetti, si attesta a 15 km/h, come si può evincere dalla tabella seguente:

ASSE	R	Voperativa	Verso	DVL	Semi piattaforma		Allargamento per visibilità	
					Corsia	Banchina	Ritorno	Andata
	m	Km/h		m.	m.	m.	m.	m.
AS_01_E27	**75.00**	**30**	SX	32.00	1.75	0.25	**0.00**	**0.00**
	20.00	**15**	DX	14.00	1.75	0.25	**0.00**	**0.13**

6.2 AS02_E68

L'asse AS02_E68 è previsto per ricostituire il collegamento tra via Trevisan e il depuratore, interrotto per la realizzazione della variante alla SS51.

Il tracciato avrà una lunghezza L ≅ 429.00 m., con una carreggiata da 4.00 m. (sezione tipo locale 2)

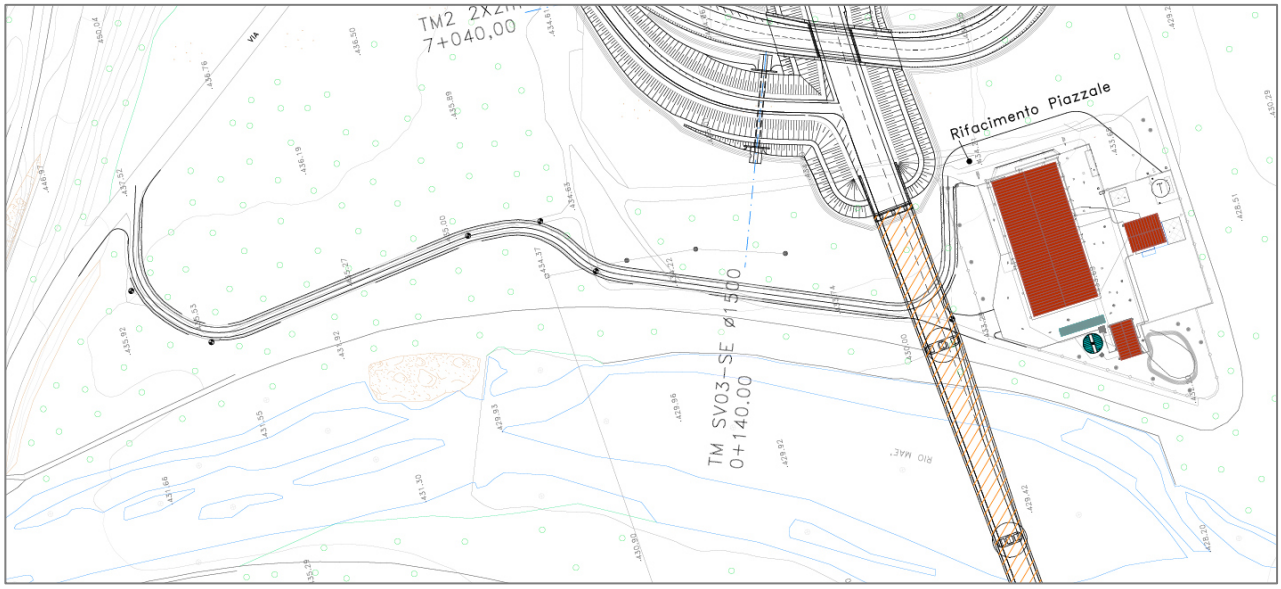
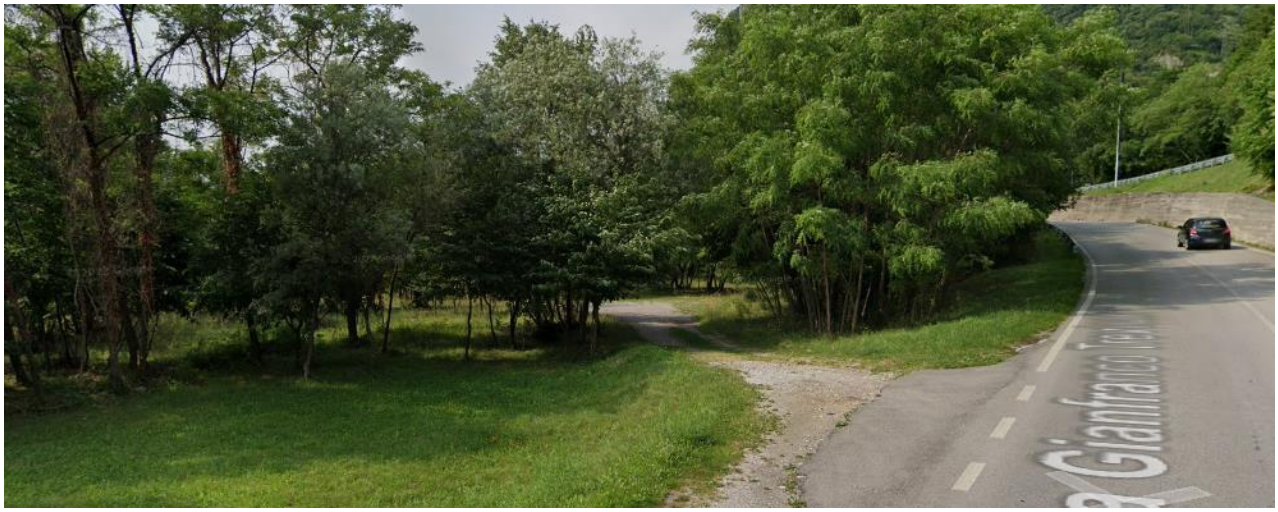


Figura 41. Viabilità AS02_E68



Nella immagine soprastante si vede l'inizio del ramo Nord della attuale strada bianca di accesso al depuratore. La strada ha anche funzione di accesso alle sponde e argini del Maè. L'intervento prevede il miglioramento di tale ramo della attuale strada per mantenere l'accesso all'impianto e alle sponde.

Il tracciato non presenta altre criticità. Inoltre, le dimensioni della carreggiata sono tali da consentire una velocità operativa di 20 km/h senza necessità di allargamenti, come si può evincere dalla tabella seguente:

ASSE	R	Voperativa	Verso	DVL	Semi piattaforma		Allargamento per visibilità	
					Corsia	Banchina	Ritorno	Andata
	m	Km/h		m.	m.	m.	m.	m.
AS_02_E68	**30.00**	**20**	SX	18.00	1.75	0.25	**0.19**	**0.00**
	30.00	**20**	SX	18.00	1.75	0.25	**0.19**	**0.00**
	60.00	**20**	DX	18.00	1.75	0.25	**0.00**	**-**
	30.00	**20**	DX	18.00	1.75	0.25	**0.00**	**0.19**
	30.00	**20**	SX	18.00	1.75	0.25	**0.19**	**0.00**
	20.00	**20**	SX	18.00	1.75	0.25	**0.86**	**0.00**

I residui allargamenti riportati in tabella sono solo apparenti, dato che non sono previsti dispositivi di ritenuta che possano fungere da ostacolo alla visibilità.

Il dettaglio della sistemazione della strada in prossimità del depuratore è stato analizzato di concerto con l'ente gestore dell'impianto, tenendo conto dei veicoli di manutenzione di cui è previsto il transito, e ha tenuto conto del progetto di ampliamento dello stesso, che è riportato nelle planimetrie.

Il franco minimo libero sotto il viadotto Maè è di 5,0 m.

6.3 AS03_E85

L'asse AS03 corrisponde al tratto di SP251 (via Provagna) compreso tra la rotatoria dello svincolo 2 e quella in corrispondenza della zona industriale.

L'intervento prevede un risezionamento di questo tratto di SP251 modificando la carreggiata, che sarà portata a 9.50 m. (sezione tipo locale 1).

L'attuale tracciato sarà inoltre ritoccato per l'inserimento della nuova rotatoria dello svincolo, con il suo ramo Ovest modificato per un corretto inserimento e quello Est in prosecuzione dell'attuale rettifilo in approccio al ponte sul Piave.

Il tracciato avrà una lunghezza complessiva L ≅ 538.00 m.

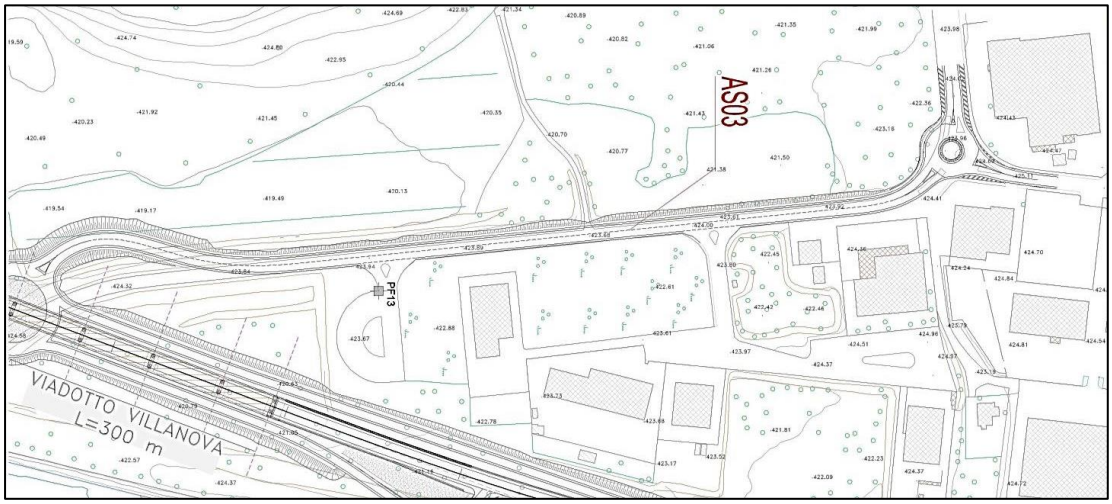


Figura 42. Viabilità AS03_E85

Nella immagine soprastante si vede l'attuale sezione della viabilità e in lontananza la rotatoria di ingresso alla Z.I.

6.3.1 Andamento planimetrico e altimetrico

Gli elementi compositivi del tracciato planimetrico dell'asse sono in linea con la normativa.
Anche l'andamento altimetrico, a sua volta, è coerente con le indicazioni di normativa, sia per quanto riguarda le livellette, sia i raccordi verticali.
Le pendenze trasversali sono state calcolate in base ai criteri di normativa, con una piattaforma avente una pendenza minima del 2.5% e massima del 7%.
Si rimanda agli allegati grafici per il dettaglio degli elementi geometrici plano-altimetrici.

6.3.2 Diagramma di velocità

Il diagramma delle velocità è stato redatto per ogni senso di marcia.
A tal proposito si precisa che, poiché il tracciato inizia in corrispondenza della rotatoria dello svincolo per la zona industriale (SV02) e termina nella rotatoria SV02_AS_ROT, le velocità di progetto iniziale e finale saranno entrambe V_P = 20 km/h.
Il diagramma, quindi sarà triangolare (con due brevi tratti a V_P=cost. in corrispondenza delle rotatorie), in cui la velocità varia linearmente con a = ± 0.80 m/sec^2, come si evince dal prospetto seguente:

Progressiva	V_P
	km/h
0+000.00	20
0+025.00	20
0+273.97	74.75
0+522.95	20
0+537.95	20

6.3.3 Verifiche di visibilità

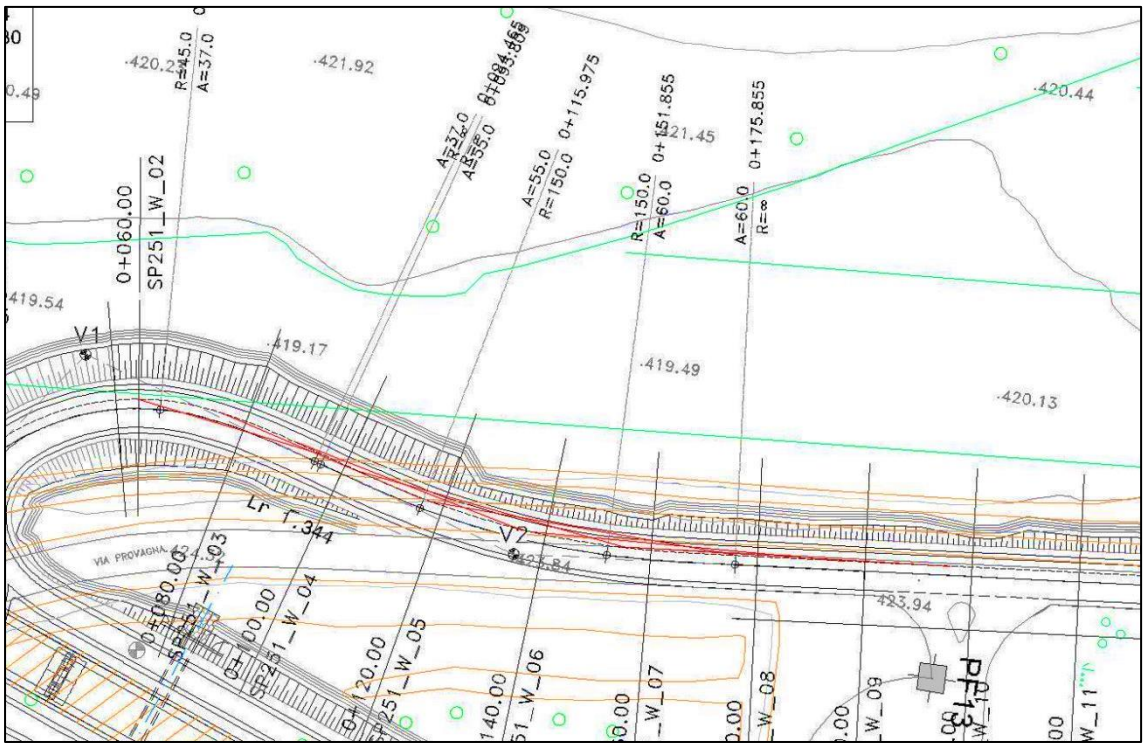
Lungo tutto il tracciato dev'essere sempre garantita la distanza di visibilità per l'arresto.

Nel caso in esame l'ostacolo alla visibilità è costituito dalla presenza delle barriere di sicurezza, che dovranno essere previste, dato che per un lungo tratto il tracciato è in rilevato ed ha un'altezza superiore a 1.00 m.

Le verifiche sono state condotte confrontando la visuale libera disponibile con la distanza di arresto, entrambe calcolate in base al diagramma della velocità.

Nella figura seguente è riportato l'inviluppo delle distanze d'arresto, calcolate in base ai valori puntuali della velocità di progetto in corrispondenza della curva num. 2, di raggio R = 150 m., poiché è quella che potenzialmente viene affrontata alla maggiore velocità di progetto, da cui si deduce che non è necessario inserire alcun allargamento per garantire la necessaria DVL per l'arresto.

Si precisa inoltre che le restanti due curve, entrambe in approccio alle rotatorie, vengono percorse a velocità di progetto molto basse, prossime ai 20 km/h e non richiedono allargamenti per visibilità.



6.4 AS04_E109

L'asse AS04_E109 è stato previsto per riprendere l'attuale SS51, che dev'essere deviata a causa della realizzazione delle pile del viadotto Fason.

Il tracciato avrà una lunghezza L ≅ 124.00 m., con una carreggiata che passa da 7.50 m. (attuale SS51) a 6.50 m. (attuale via Termine).

Figura 43. Viabilità AS06_E109

L'intervento, poiché il ramo della SS51 che sale alla Galleria Termine verrà chiuso in quanto occupato dal nuovo viadotto, prevede il mantenimento della continuità del percorso storico lungo la Via Termine, continuità peraltro già esistente, anche nelle traiettorie, e utilizzata in caso di chiusura temporanea della galleria.

Il ramo in oggetto della SS51 ha caratteristiche planoaltimetriche equiparabili ad una tipo F, avendo curve con raggi inferiori a 117 m e larghezza complessiva di 7,50 m.

La verifica di sicurezza mostra che lungo le due curve destrorse di raggio 60 m prima e dopo il ponte tubo la velocità di sicurezza (valutazione della DVL disponibile) è pari a 33 km/h.

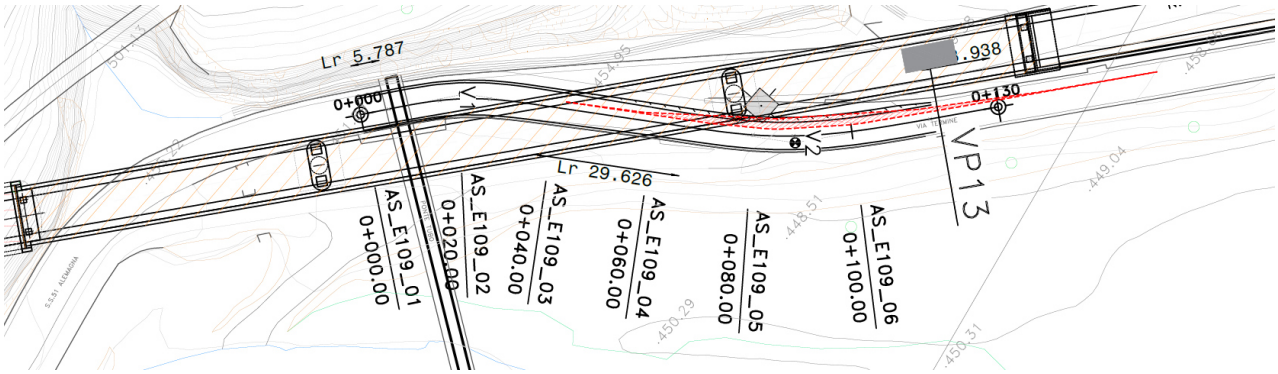
R	Vsicurezza	Verso	DVL	Semi piattaforma		Allargamento per visibilità	
				Corsia	Banchina	Ritorno	Andata
m	Km/h		m.	m.	m.	m.	m.
m	Km/h		m.	m.	m.	m.	m.
60.00	33	DX	31.00	3.25	0.50	0.00	-
60.00	33	DX	31.00	3.25	0.50	0.00	-

I margini stradali oggi presenti (vedi foto sottostante) costituiscono l'argine del Piave, e sono stati oggetto di recente manutenzione e messa in sicurezza da parte di ANAS.

Tale constatazione trova peraltro riscontro nel fatto che lungo il ramo di SS51 che porta alla curva che prevede il ponte-tubo vige un limite di velocità di 30 km/h.

Costruendo graficamente l'inviluppo dei raggi visuali lungo il tratto di connessione tra la SS51 e Via Termine (la velocità si assume aumenti gradualmente a partire dai 30km/h della curva da 60m, con a=0,80 m/s^2), si ricava la necessità di un minimo allargamento (0,5m) dal lato di monte.

Nella immagine seguente si mostra l'inviluppo dei raggi visuali.



Il ciglio stradale, anche tenendo conto dell'allargamento, mantiene comunque una distanza minima di 2,50 m dalla nuova pila del viadotto, consentendo quindi l'impiego di comuni barriere di sicurezza ANAS tipo H2 BL.

7 PAVIMENTAZIONE STRADALE

7.1 PREMESSA

Nel presente capitolo sarà sviluppato il dimensionamento delle pavimentazioni stradali previste nel progetto.

Il calcolo è finalizzato a verificare che le pavimentazioni abbiano una resistenza a fatica tale da rimanere in efficienza durante tutta la vita utile prevista e che se ne debba prevedere il rifacimento integrale solo al termine di quest'ultima.

Le verifiche sono state eseguite con la metodologia semi-empirica dell'AASHTO Guide for Design of Pavement Structures.

7.2 METODO AASHTO

Il metodo AASHTO permette di ricavare il numero totale di passaggi di assi equivalenti da 8.2t ($N_{8,2max}$ [ESALS]) che una pavimentazione di assegnate caratteristiche meccaniche riesce a sopportare prima di raggiungere un grado di ammaloramento, cioè un livello di funzionalità accettabile, in relazione alla "Affidabilità" richiesta.

Il numero ricavato è confrontato con quello dei passaggi di assi standard alla fine della "Vita utile" ($N_{8.2}$), calcolati attraverso lo spettro di traffico indicato nel Catalogo delle Pavimentazioni Stradali CNR.

L'obiettivo si sostanzia attraverso la definizione dei seguenti parametri:

- La "Vita utile", intesa come il numero di anni durante il quale la pavimentazione deve assicurare, attraverso normali operazioni di manutenzione, condizioni di funzionalità superiori allo stato limite;
- Lo "stato limite", cioè il livello minimo di funzionalità della sovrastruttura ritenuto accettabile, superato il quale è necessario intervenire. Nel metodo empirico si fa riferimento al PSI (Present Serviceability Index);
- L'"affidabilità", cioè la probabilità che la sovrastruttura sia in grado di assicurare, con normali operazioni di manutenzione, condizioni di circolazione superiori allo stato limite per l'intera durata della vita utile.

7.2.1 Valutazione del traffico veicolare

Il traffico veicolare è stato desunto dallo studio di traffico allegato al presente progetto. Ai fini del dimensionamento della pavimentazione, il TGM considerato è quello al primo anno di apertura della nuova strada (2026), riportato nelle figure seguenti, rispettivamente per i veicoli leggeri e per quelli pesanti.

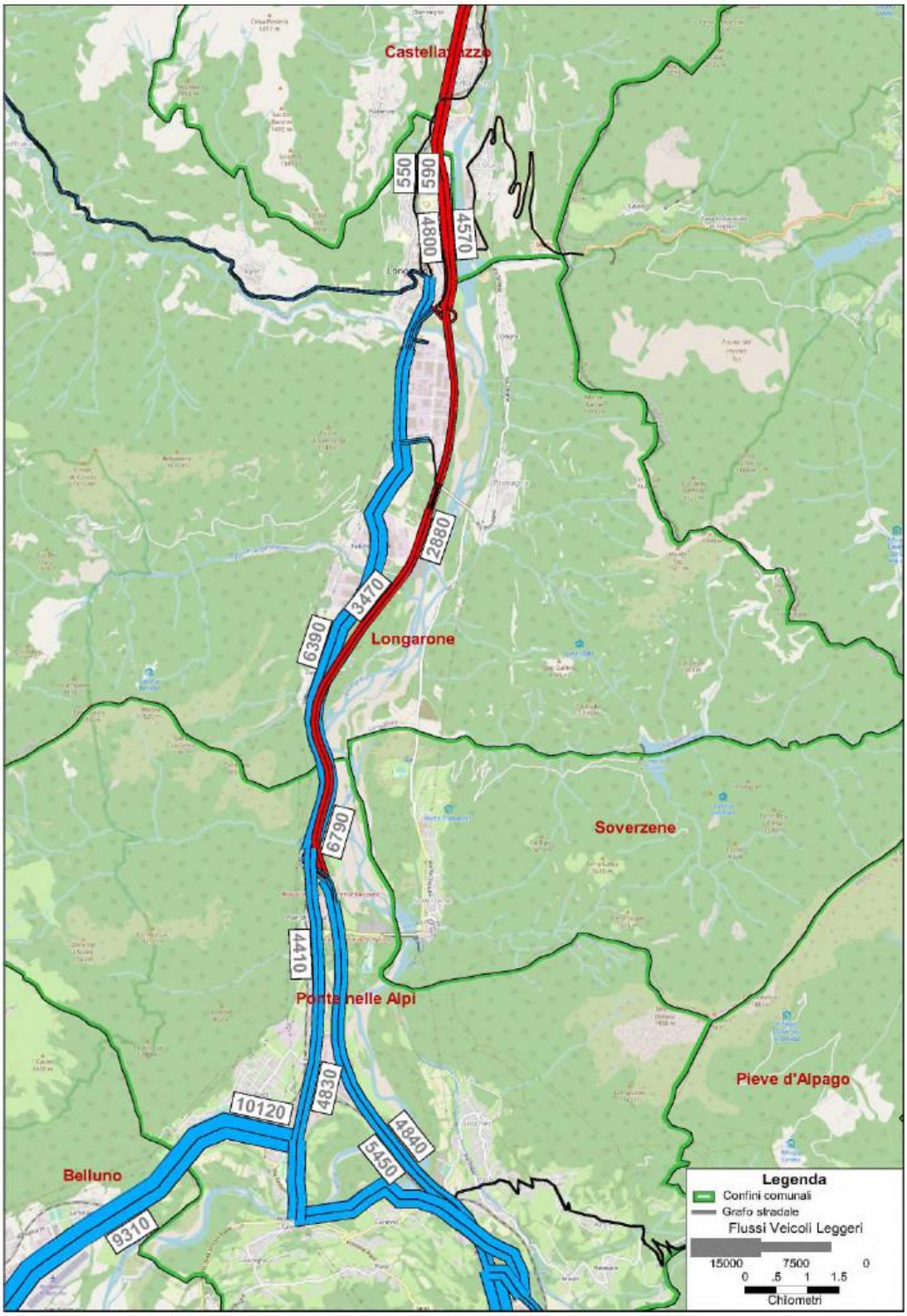


Figura 44 – Flussi di veicoli leggeri nel giorno feriale tipo. Scenario di Progetto. Anno 2026

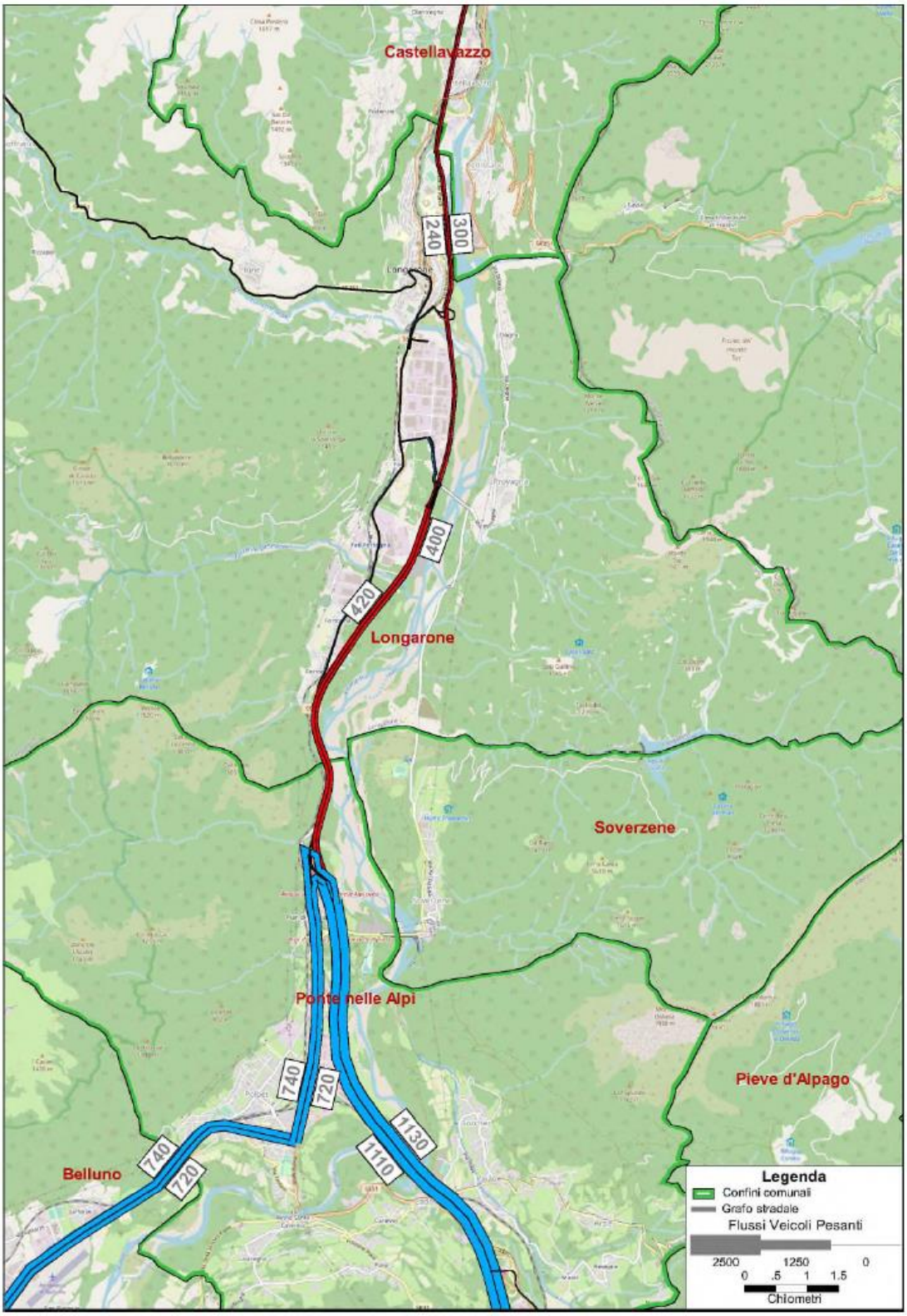


Figura 45 – Flussi di veicoli pesanti nel giorno feriale tipo. Scenario di Progetto. Anno 2026

Nella tabella seguente sono riportati i flussi veicolari giornalieri nella configurazione di progetto al 2026:

Direzione NORD				
Assi	TGM			% pesanti
	leggeri	pesanti	Totale	
	veic/giorno			
A27	4840	1130	5970	18.93%
SS51	**1960**	**730**	**2690**	**27.14%**
SS51var.	2880	400	3280	12.20%

Direzione SUD				
Assi	TGM			% pesanti
	veic/giorno			
	leggeri	pesanti	Totale	
A27	5450	1110	6560	16.92%
SS51	1980	690	2670	25.84%
SS51var.	3470	420	3890	10.80%

Ai fini del dimensionamento del pacchetto di pavimentazione delle rampe (tutte monodirezionali) dello svincolo A27, è stato utilizzato il TGM sulla SS51 esistente in direzione Nord. Il tasso annuo d'incremento del traffico pesante è pari a 1.20%, come risulta dallo Studio del Traffico.

Con riferimento invece alla pavimentazione della variante alla SS51, il traffico di progetto si differenzia lungo il tracciato (vedi figure Figura 44 – Flussi di veicoli leggeri nel giorno feriale tipo. Scenario di Progetto. Anno 2026 e Figura 45 – Flussi di veicoli pesanti nel giorno feriale tipo. Scenario di Progetto. Anno 2026) e si distinguono due tratti:

A. Tratto Pian di Vedoia - Zona Industriale (ZI) Villanova;

B. Tratto Zona Industriale (ZI) Villanova - Longarone - imbocco galleria.

Il TGM al 2026 per ognuno di essi è sintetizzato nella tabella seguente:

Direzione	Tratto A		Tratto B	
	TGM			
	veic/giorno			
	Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti
Nord	2880	400	4570	300
Sud	3470	420	4800	240
Sommano	6350	820	9370	540
TGM totale	7170		9910	
% pesanti		11.44%		5.45%

Anche in questo caso il tasso annuo d'incremento del traffico pesante è pari a 1.20%.

La differenza tra i flussi nelle due direzioni corrisponde approssimativamente a uno split 60/40.

7.2.2 Numero dei passaggi di veicoli commerciali previsto alla fine della "Vita utile"

La vita utile della pavimentazione è pari a 25 anni per tutti i pacchetti di pavimentazione previsti.

Il numero di passaggi cumulati di veicoli commerciali alla fine della Vita utile è fornito dalla seguente espressione:

$$T^N = N_{vca} \cdot \frac{(1+R)^N - 1}{R}$$

N è la vita utile della sovrastruttura espressa in anni;

R è il tasso di incremento annuo del traffico commerciale;

N_{vca} è il numero dei passaggi di veicoli commerciali che si prevede transiterà durante il primo anno successivo all'apertura della strada, ed è definito da:

$$N_{vca} = TGM_{tot} \cdot p_c \cdot p_{sm} \cdot p_{corsia} \cdot d \cdot gg_{comm}$$

TGM_{tot} il traffico giornaliero medio TGM in veicoli/giorno, che transita o si presume che transiterà nell'infrastruttura durante il primo anno di vita utile;

p_c la percentuale di veicoli commerciali di peso non inferiore a 3 ton sul traffico totale;

p_{sm} aliquota di traffico nella direzione più carica;

p_{corsia} la percentuale dei veicoli commerciali sulla corsia di marcia normale;

d coefficiente di dispersione delle traiettorie;

gg_{comm} numero di giorni commerciali per anno.

Noto il numero dei veicoli commerciali transitanti sulla corsia più lenta alla fine della vita utile, il calcolo del numero di assi standard equivalenti è stato eseguito ricorrendo ai coefficienti di equivalenza definiti da AASHTO e agli spettri di traffico suggeriti nel Catalogo delle Pavimentazioni Stradali:

Tipi di veicoli commerciali, numero d'assi, distribuzione dei carichi per asse															
Tipologie di veicoli commerciali		Numero totale	Numero di assi distribuiti per peso	Peso assi (kN)											
				10	20	20	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
1	Autocarri leggeri	2		1	1											
2	Autocarri leggeri	2			1	1										
3	Autocarri medi e pesanti	2					1				1					
4	Autocarri medi e pesanti	2						1						1		
5	Autocarri pesanti	3					1				2					
6	Autocarri pesanti	3							1				2			
7	Autotreni e autoarticolati	4					1				2	1				
8	Autotreni e autoarticolati	4							1				3			
9	Autotreni e autoarticolati	5					1				4					
10	Autotreni e autoarticolati	5							1			2	2			
11	Autotreni e autoarticolati	5					1				3		1			
12	Autotreni e autoarticolati	5							1			3		1		
13	Mezzi d'opera	5						1							1	3
14	Autobus	2					1				1					
15	Autobus	2							1				1			
16	Autobus	2						1			1					

Veicoli commerciali, numero di assi, distribuzione dei carichi per asse (Catalogo Pavimentazioni CNR)

Spettri di traffico di veicoli commerciali per ciascun tipo di strada																		
Tipo di strada		Categoria strada	Tipo di veicolo															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Autostrade extraurbane	AE	12.20	0.00	24.40	14.60	2.40	12.20	2.40	4.90	2.40	4.90	2.40	4.90	0.10	0.00	0.00	12.20
2	Autostrade urbane	AU	18.20	18.20	16.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	18.20	27.30	0.00
3	Strade extraurbane principali e secondarie	B	0.00	13.10	39.50	10.50	7.90	2.60	2.60	2.50	2.60	2.50	2.60	2.60	0.50	0.00	0.00	10.50
4	Strade extraurbane secondarie ordinarie	C	0.00	0.00	58.80	29.40	0.00	5.90	0.00	2.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	2.90
5	Strade extraurbane secondarie turistiche	FE	24.50	0.00	40.80	16.30	0.00	4.15	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	12.20
6	Strade urbane di scorrimento	D	18.20	18.20	16.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	18.20	27.30	0.00
7	Strade urbane di quartiere e locali	E	80.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	0.00	0.00
	Strade urbane locali	FU	80.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	0.00	0.00
8	Corsie preferenziali	PR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	47.00	53.00	0.00

Tipici spettri di traffico di veicoli commerciali per ciascun tipo di strada (Catalogo Pavimentazioni CNR)

In definitiva, si pone:

$$N_{8,2} = T^N \cdot C_{SN} \cdot n_a$$

in cui n_a è il numero medio di assi per veicolo commerciale; C_{SN} un coefficiente di equivalenza tra il generico asse reale, di peso P_i e tipologia T_i, e l'asse singolo standard da 8,2 ton, ed è definito dalla seguente espressione:

$$C_{SNi} = C_{SN}\left(P_i, T_i, PSF_f\right) = 10^{-A}$$

$$A = \left\{4.79 \cdot [log(18+1) - log(0.225 \cdot P_i + T_i)] + 4.33 \cdot log(T_i) + \frac{G}{B_i} - \frac{G}{B^*}\right\}$$

$$G = log\frac{PSI_i - PSI_f}{2.7}$$

$$B_i = 0.40 + \frac{0.081 \cdot (0.225 \cdot P_i + T_i)^{3.23}}{\left(\frac{SN}{2.54} + 1\right)^{5.19} \cdot T_i^{3.23}}$$

PSI_i è il Present Serviceability Index all'apertura della strada, assunto pari a 4.2 per tenere conto delle inevitabili imperfezioni costruttive;

PSI_f è il Present Serviceability Index al termine della vita utile, assunto in funzione del tipo di strada e scelto in base alle indicazioni del Catalogo delle Pavimentazioni CNR:

SN è l'Indice Strutturale relativo alla sovrastruttura, meglio definito nel seguito.

	Tipo di strada	Cat. strada	Affidabilità	PSI
1	Autostrade extraurbane	AE	90%	3,00
2	Autostrade urbane	AU	95%	3,00
3	Strade extraurbane principali e secondarie a forte traffico	B	90%	2,50
4	Strade extraurbane secondarie ordinarie	C	85%	2,50
5	Strade extraurbane secondarie turistiche	FE	80%	2,50
6	Strade urbane di scorrimento	D	95%	2,50
7	Strade urbane di quartiere e locali	E	90%	2,00
	Strade urbane locali	FU	90%	2,00
8	Corsie preferenziali	PR	95%	2,50

7.2.3 Indice Strutturale (o Structural Number) SN della pavimentazione

Lo "Structural Number" SN è un parametro che tiene conto della "resistenza strutturale" della pavimentazione. Esso è funzione degli spessori degli strati s_i, della "resistenza" dei materiali impiegati rappresentata, attraverso i "coefficienti strutturali di strato" a_i, e della loro sensibilità all'acqua rappresentata attraverso i "coefficienti di drenaggio" m_i. L'espressione analitica dello Structural Number è:

$$SN = \sum_i a_i \cdot s_i \cdot m_i$$

- i è il numero degli strati costituenti la sovrastruttura stradale;
- a_i è un coefficiente che esprime la capacità relativa dei materiali impiegati nei vari strati della pavimentazione a contribuire come componenti strutturali alla funzionalità della sovrastruttura. Tali coefficienti sono funzione del tipo e proprietà del materiale;
- s_i è lo spessore dello strato i-esimo della sovrastruttura in pollici (inch);
- m_i è un coefficiente funzione della qualità del drenaggio e della percentuale di tempo durante il quale la pavimentazione è esposta a livelli di umidità prossimi alla saturazione.

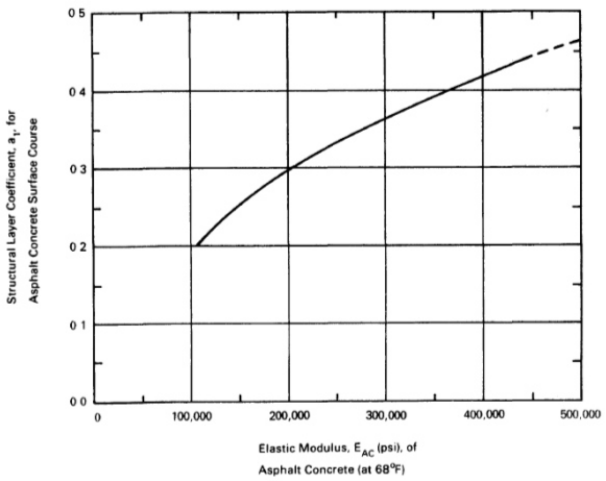
I coefficienti di struttura per gli strati di usura (a_1) e di base (a_3) si ricavano direttamente dai monogrammi presenti nell'AASHTO Guide. Il valore del coefficiente dello strato di collegamento (binder) (a_2), invece, si ricava per interpolazione lineare tra i parametri a_1 e a_3 (poiché negli Stati Uniti non è previsto tale strato), utilizzando il corrispondente valore della stabilità Marshall. Il coefficiente di struttura dello strato di fondazione a_4 in misto granulare si ricava utilizzando l'apposito nomogramma dell'AASHTO Guide in funzione del CBR della fondazione.

Il metodo AASHTO caratterizza i conglomerati bituminosi per mezzo della stabilità Marshall a 50 colpi.

Nella tabella a lato sono riportati i valori della stabilità a 75 colpi (secondo la normativa italiana), espressi in daN e della corrispondente a 50 colpi, espressa in libbre.

Stabilità Marshall			
Strato	S_{75} (daN)	S_{50} (daN)	S_{50} (lb)
usura	1100	916.67	2060.67
binder	1000	833.33	1873.33
base	800	666.67	1498.67

A questo proposito si deve rilevare che la procedura AASHTO consente la valutazione del coefficiente a_1 per mezzo di un apposito diagramma, che mette però in relazione detto parametro con il *modulo resiliente del conglomerato bituminoso*. Non essendo disponibili correlazioni dirette tra la stabilità Marshall e il modulo resiliente del conglomerato bituminoso, tali da consentire l'utilizzo diretto del diagramma di cui alla figura, le valutazioni sono state eseguite utilizzando i dati contenuti nel prospetto seguente, prendendo a riferimento e mediando i parametri evidenziati, tipici dei conglomerati bituminosi per usura, da cui risulta:



$$a_1 = 0.50*(0.425 + 0.450) \cong 0.43$$

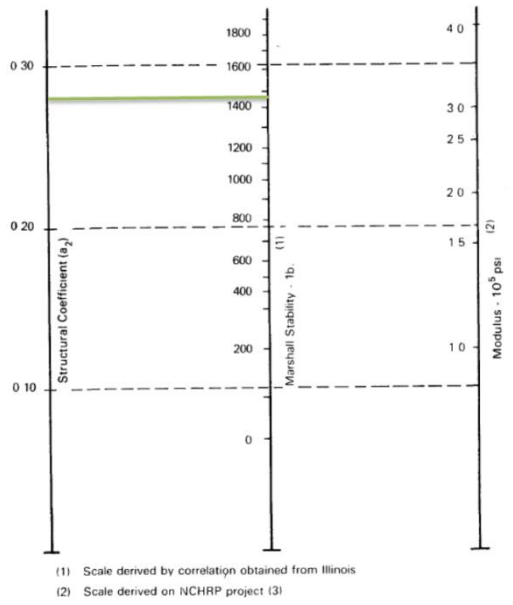
Pavement Layer	Layer Strength Coefficient a_i				
	TRL (1975)	AASHTO (1993)	Paterson (1987)	CRRI (1993b)	Cenek and Patrick (1994)
Surface Courses					
Surface Treatment (ST)			0.20 - 0.40		0.300
Surface Dressing (SSD/DSD)	0.100				
Premix Carpet (PMC)				0.180	
Semi-Dense Carpet (SDC), 25mm				0.250	
Asphalt Mixture	0.200		0.200		0.200
(cold/hot premix of low stability)					
Asphalt Concrete (AC), 25 mm	0.180				
Asphalt Concrete (AC), 40/ 25 mm				0.300	
AC, MR30 = 1500 MPa			0.300		0.300
AC, MR30 = 2500 MPa			0.400		0.400
AC, MR30 = 4000 MPa			0.500		0.450
Elastic Mod. at 68F, E = 100,000 psi		0.200			
Elastic Mod. at 68F, E = 200,000 psi		0.300			
Elastic Mod. at 68F, E = 300,000 psi		0.350			
Elastic Mod. at 68F, E = 400,000 psi		0.425			
Base Courses					
GB, CBR = 30%	0.070	0.095	0.00-0.07		
GB, CBR = 50%	0.100	0.110	0.00-0.10		
GB, CBR = 70%	0.120	0.125	0.10-0.12		
CBR = 90%	0.135	0.130	0.12-0.13		
CBR = 110%	0.140	0.140	0.140		
Water Bound Macadam (WBM)				0.140	0.140
CB, UCS = 0.7 MPa	0.100	0.100	0.100		
CB, UCS = 2.0 MPa	0.150	0.140	0.150		
CB, UCS = 3.5 MPa	0.200	0.175	0.200		
CB, UCS = 5.0 MPa	0.245	0.205	0.240		
Bituminous Base Material			0.320		
Dense Bituminous Macadam/				0.200	
Built-Up Spray Grout (BUSG)				0.160	
Thin Bituminous Layer, BT				0.140	
AB, Marshall Stability, 200 lb		0.120			
AB, Marshall Stability, 400 lb		0.160			
AB, Marshall Stability, 800 lb		0.200			
AB, Marshall Stability, 1200 lb		0.240			
Sub-base Courses					
GB, CBR = 5%	0.055	0.040	0.060		
GB, CBR = 15%	0.085	0.090	0.090		
GB, CBR = 25%	0.100	0.100	0.100		
GB, CBR = 50%	0.120	0.130	0.120		
GB, CBR = 100%	0.140	0.140	0.140		
Water Bound Macadam, Oversized				0.140	
Brick Soling				0.120	
Brick Ballast/ Aggregates				0.120	
Local Gravel/ Kankar				0.100	
Cemented Materials,			0.140		

Source: Chakrabarti and Bennett (1994)

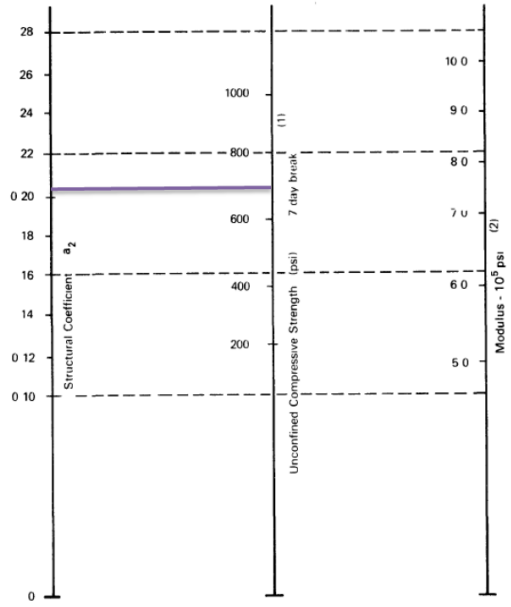
Il coefficiente di struttura a_3 per lo strato di base (che corrisponde ad a_2 nella metodologia AASHTO, dato che nei paesi anglosassoni non si usa distinguere il binder) è stato desunto dall'apposito nomogramma, valutato con riferimento alla specifica stabilità Marshall ($S_{50} \cong 1498$ lb), da cui risulta $a_3 = 0.28$.

Per quanto detto in precedenza, il coefficiente di struttura dello strato di collegamento (binder) è stato calcolato per interpolazione lineare tra a_1 e a_3, ognuno con il proprio valore di stabilità Marshall, da cui risulta $a_2 = 0.38$.

Il coefficiente di struttura per lo strato in misto cementato è stato ottenuto utilizzando l'apposito nomogramma AASHTO, che in questo caso mette in relazione questo parametro con la resistenza a compressione a 7 gg. Il capitolato ANAS indica un range 2.5 – 5.5 MPa ed è stato scelto il valore di 5.00 MPa. Pertanto, risulta $a_4 = 0.20$.



Nomogramma per il calcolo di a_3

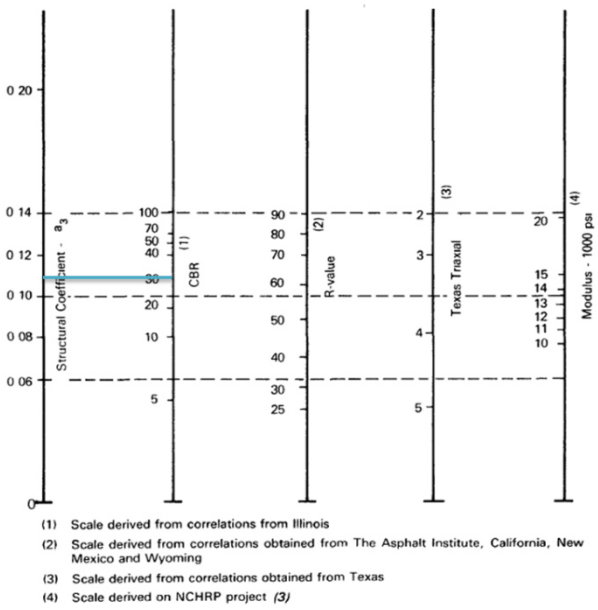


Nomogramma per il calcolo di a_4

Il coefficiente di struttura a_5 per lo strato in misto granulare stabilizzato granulometricamente è stato ricavato ancora mediante un nomogramma AASHTO in funzione del CBR. Il bollettino CNR sulle pavimentazioni richiede che, per questo strato, debba essere CBR ≥ 30%, da cui $a_5 = 0.11$.

In sintesi, i coefficienti di struttura sono i seguenti:

STRATO	COEFFICIENTE DI STRUTTURA
Usura	$a_1 = 0.43$
Binder	$a_2 = 0.38$
Base	$a_3 = 0.28$
Sub - base	$a_4 = 0.20$
Fondazione	$a_5 = 0.11$



7.2.4 Affidabilità percentuale R1 e fattore di Affidabilità Zr

Per "Affidabilità" s'intende la probabilità che la sovrastruttura sia in grado di assicurare, con normali operazioni di manutenzione, condizioni di circolazione superiori allo stato limite per l'intera durata della vita utile. Il Catalogo delle Pavimentazioni Stradali del CNR suggerisce, per una strada extraurbana secondaria, un'affidabilità percentuale R_1 pari all'85%. Tuttavia, considerata l'importanza dell'infrastruttura, detto parametro è stato posto pari al 90%. Definita R_1, si determina il fattore di affidabilità Z_r da inserire nella formula per il calcolo del numero massimo di passaggi di assi equivalenti (paragrafo 7.2.6):

Fattore di Affidabilità Z_r				
R_1	80%	85%	90%	95%
Z_r	-0.841	-1.037	-1.282	-1645

Fattore di affidabilità Z_r

7.2.5 Portanza del sottofondo

La "portanza" di un terreno è la sua capacità di sopportare i carichi senza che si verifichino eccessive deformazioni, che risultano essere di tipo elasto – plastico - viscoso.

Il parametro d'interesse da impiegare nel calcolo della pavimentazione con il metodo empirico è il Modulo Resiliente M_R. Per la sua valutazione sono state utilizzate le seguenti correlazioni:

$$Md = \frac{CBR_{LAB}}{0.20}$$

$$M_R = 2555 \cdot (CBR_{LAB})^{0,64}\ (psi)$$

in cui:

M_d Modulo di deformabilità, ottenuto attraverso prove di carico su piastra di 300 mm;

CBR Indice di CBR del sottofondo.

Tenuto conto che il CSA ANAS prescrive che: "*L'ultimo strato di 30 cm, costituente il piano di posa della fondazione della pavimentazione, dovrà presentare un grado di costipamento pari, o superiore, al 95%; il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) dovrà risultare non inferiore a 50 MPa, nell'intervallo compreso tra 50÷150 kPa (0.15 - 0.25 N/mm²) sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale in rilevato*", nei calcoli si è assunto un valore del modulo di deformazione del sottofondo pari a **M_D = 50 MPa.**

7.2.6 Numero massimo di passaggi di assi equivalenti da 8,2 ton.

Il numero massimo di passaggi di assi equivalenti che la pavimentazione può sopportare ($N^*_{8,2max}$) è ricavabile dalla seguente espressione:

$$log\left(N^*_{8,2max}\right) = Z_r \cdot S_0 + 9.36 \cdot log(SN+1) - 0.20 + \frac{log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot log(M_r) - 8.07$$

essendo:

ΔPSI la differenza tra l'indice di funzionalità della pavimentazione e al termine della vita utile;

S_0 la deviazione standard relativa all'aleatorietà delle previsioni di traffico e delle prestazioni della pavimentazione, assunta pari a 0.45;

M_R il modulo resiliente del sottofondo, espresso in psi;

SN l'indice strutturale della pavimentazione precedentemente definito

Occorre poi valutare la correzione per la temperatura (*R*), al fine di considerare il diverso comportamento dei materiali che si trovano in zone climatiche differenti da quelle in cui è stato validato il modello:

$$log(N_{8.2max}) = log\left(N^*_{8,2max}\right) - logR$$

7.2.7 Verifica della pavimentazione – Fattore di sicurezza a fatica FS

I risultati delle verifiche sono espressi attraverso il "fattore di sicurezza a fatica FS", dato dal rapporto tra il numero massimo ($N_{8.2max}$) di passaggi di assi equivalenti sopportabili dalla struttura nell'arco della vita utile e il numero di assi effettivamente transitanti sulla pavimentazione $N_{8.2}$ nel medesimo intervallo temporale:

$$FS = \frac{N_{8.2max}}{N_{8.2}}$$

7.3 ASSE PRINCIPALE E RAMPE DI SVINCOLO

Dato il volume di traffico e il relativo mix di progetto, è stato scelto un pacchetto di pavimentazione semi-rigida con uno spessore totale di 60 cm. costituito da:

- Usura in CB a bassa emissione sonora: 4 cm.
- Binder CB caldo: 6 cm.
- Base CB caldo. 10 cm.
- Sub base in misto cementato 20 cm.
- Fondazione in misto granulare: 20 cm.

Tra lo strato d'usura e il binder è prevista una mano d'attacco con bitume modificato hard, mentre tra lo strato di binder e la base sarà stesa una mano d'attacco con emulsioni bituminose non modificate.
I manti d'usura a bassa emissione sonora saranno costituiti da miscele di conglomerato bituminoso di tipo chiuso aventi caratteristiche granulometriche tali da ridurre le emissioni sonore generate dal contatto ruota-pavimentazione. La riduzione del rumore da rotolamento è dovuta esclusivamente al particolare assortimento granulometrico.
Nella tabella seguente sono sintetizzati i dati d'ingresso utilizzati per le verifiche:

Dati di ingresso	Tratto	**Svincolo A27**	**Variante SS51 e svincoli**	
		rampe	Tratto A	Tratto B
Vita utile	anni	25	25	25
TGM_{iniz}	Veic/giorno	2690	7170	9910
Percentuale veicoli pesanti	%	27.14%	11.44%	5.45%
Split	%	100%	60%	60%
Incremento traffico commerciale	%/anno	1.20%	1.20%	1.20%
M_D	MPa	50	50	50

Le verifiche, come risulta dai prospetti seguenti, hanno dato esito positivo.
Il coefficiente di sicurezza a fine vita utile, nella situazione più gravosa, è pari a **FS = 1.22** e si riferisce alla pavimentazione delle rampe monodirezionali dello svincolo A27 dove, a un più contenuto valore del TGM, corrisponde una percentuale di veicoli pesanti notevolmente maggiore rispetto a quella prevista sulla variante alla SS51.

LAVORO: PAVIMENTAZIONI PER STRADE DI CATEGORIA C RAMPE A27
VERIFICA PAVIMENTAZIONE STRADALE - AASHTO GUIDE DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES

Parametri fondamentali	**Var**	**unità**	
Tipo di strada di progetto	Cat.		C
Tipo di strada di progetto (Catalogo Pavimentazioni Stradali CNR)			3
Vita utile della pavimentazione	Vu	anni	25
Present Serviceability Index (PFI) iniziale	PSI_i		4.2
Present Serviceability Index (PFI) finale	PSI_f		2.5

Portanza del sottofondo	**Var**	**unità**	
Modulo deformabilità da prove di carico su piastra D300	Md	MPa	50
Valore del CBR del sottofondo	CBR	%	10
Modulo resiliente del sottofondo in MPa	Mr	MPa	**77**
Modulo resiliente del sottofondo in psi	Mr	psi	**11168**

Structural Number caratteristico della pavimentazione	**sp (cm)**	**(inch)**	**ai**	**mi**	**SN (inch)**
Strato di Usura drenante	4	1.57	0.43	1.0	0.68
Strato di Binder	6	2.36	0.38	1.0	0.90
Strato di Base	10	3.94	0.28	1.0	1.10
Sub-base in misto cementato	20	7.87	0.20	1.0	1.57
Fondazione in misto granulare stabilizzato	20	7.87	0.11	1.0	0.87
	60			**Totale**	**5.12**

Structural Number caratteristico della pavimentazione + sottofondo	SN	inch	**5.12**

Numero di passaggi di veicoli commerciali previsto nella Vita utile	**Var**	**unità**	
Traffico giornaliero medio all'attualità	TGM	veicoli/giorno	2690
Percentuale di veicoli commerciali di peso superiore a 3 ton	p_c	%	27.20%
Percentuale di traffico nel senso di marcia	p_{sm}	%	100%
Percentuale dei veicoli commerciali sulla corsia di calcolo	p_{corsia}	%	100%
Coefficiente di dispersione delle traiettorie	d	%	80%
Numero giorni commerciali per settimana	gg_{sett}	gg	7
Numero settimane commerciali per anno	s_{anno}	sett.	52
numero di veicoli commerciali in transito durante il primo anno di vita utile	N_{vco}	num.	213,065
Numero medio di assi per veicolo commerciale	n_a	num.	2.12
incremento annuo di traffico commerciale	R	%	1.20%
Traffico giornaliero medio al termine della vita utile	TGM_f	veicoli/giorno	3625
numero di veicoli commerciali transitanti nell'arco della vita utile	T^N	num.	6,169,134

Numero di passaggi di assi standard equivalenti alla fine della Vita utile	**Var**	**unità**	
Coefficiente di equivalenza	C_{sN}		1.972
Numero di passaggi di assi equivalenti da 8.2 ton: $n_a x T^N$ x CsN	**$N_{8.2}$**		**25,787,126**

Affidabilità di progetto	**Var**	**unità**	
Affidabilità percentuale di progetto	R_1	%	90%
fattore di affidabilità	Z_R		-1.282
deviazione standard relativa all'aleatorietà delle prev. Di traffico e prest. Pav.	S_0		0.45

Condizioni climatiche	**Var**	**unità**	
Coefficiente di correzione	R		1.00

Calcolo del traffico sopportabile - $N_{8.2max}$

	Var	**unità**

$$log(N^*_{8.2max}) = Z_r \cdot S_0 + 9.36 \cdot log(SN+1) - 0.20 + \frac{log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot log(M_r) - 8.07$$

log ($N^*_{8.2max}$)	log ($N^*_{8.2max}$)	7.50
traffico sopportabile in termini di assi standard da 8.2 ton equivalenti	$N^*_{8.2max}$	31,441,125

Traffico sopportabile in termini di assi standard da 8.2 ton equivalenti	**$N_{8.2max}$**	**31,441,125**

Coefficiente di sicurezza N8.2max / N8.2	**FS**	**1.22**
Status Check	**Ch**	**OK**

LAVORO: PAVIMENTAZIONI PER STRADE DI CATEGORIA C TRATTO A

VERIFICA PAVIMENTAZIONE STRADALE - AASHTO GUIDE DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES

Parametri fondamentali	**Var**	**unità**	
Tipo di strada di progetto	Cat.		C
Tipo di strada di progetto (Catalogo Pavimentazioni Stradali CNR)			3
Vita utile della pavimentazione	Vu	anni	25
Present Serviceability Index (PFI) iniziale	PSI_i		4.2
Present Serviceability Index (PFI) finale	PSI_f		2.5

Portanza del sottofondo	**Var**	**unità**	
Modulo deformabilità da prove di carico su piastra D300	Md	MPa	50
Valore del CBR del sottofondo	CBR	%	10
Modulo resiliente del sottofondo in MPa	Mr	MPa	**77**
Modulo resiliente del sottofondo in psi	Mr	psi	**11168**

Structural Number caratteristico della pavimentazione	**sp (cm)**	**(inch)**	**ai**	**mi**	**SN (inch)**
Strato di Usura drenante	4	1.57	0.43	1.0	0.68
Strato di Binder	6	2.36	0.38	1.0	0.90
Strato di Base	10	3.94	0.28	1.0	1.10
Sub-base in misto cementato	20	7.87	0.20	1.0	1.57
Fondazione in misto granulare stabilizzato	20	7.87	0.11	1.0	0.87
	60			**Totale**	**5.12**

Structural Number caratteristico della pavimentazione + sottofondo	SN	inch	**5.12**

Numero di passaggi di veicoli commerciali previsto nella Vita utile	**Var**	**unità**	
Traffico giornaliero medio all'attualità	TGM	veicoli/giorno	7170
Percentuale di veicoli commerciali di peso superiore a 3 ton	p_c	%	11.50%
Percentuale di traffico nel senso di marcia	p_{sm}	%	60%
Percentuale dei veicoli commerciali sulla corsia di calcolo	p_{corsia}	%	100%
Coefficiente di dispersione delle traiettorie	d	%	80%
Numero giorni commerciali per settimana	gg_{sett}	gg	7
Numero settimane commerciali per anno	s_{anno}	sett.	52
numero di veicoli commerciali in transito durante il primo anno di vita utile	N_{vco}	num.	144,065
Numero medio di assi per veicolo commerciale	n_a	num.	2.12
incremento annuo di traffico commerciale	R	%	1.20%
Traffico giornaliero medio al termine della vita utile	TGM_f	veicoli/giorno	9661
numero di veicoli commerciali transitanti nell'arco della vita utile	T^N	num.	4,171,299

Numero di passaggi di assi standard equivalenti alla fine della Vita utile	**Var**	**unità**	
Coefficiente di equivalenza	C_{sN}		1.972
Numero di passaggi di assi equivalenti da 8.2 ton: $n_a x T^N$ x CsN	**$N_{8.2}$**		**17,436,126**

Affidabilità di progetto	**Var**	**unità**	
Affidabilità percentuale di progetto	R_1	%	90%
fattore di affidabilità	Z_R		-1.282
deviazione standard relativa all'aleatorietà delle prev. Di traffico e prest. Pav.	S_0		0.45

Condizioni climatiche	**Var**	**unità**	
Coefficiente di correzione	R		1.00

Calcolo del traffico sopportabile - $N_{8.2max}$

	Var	**unità**

$$log(N^*_{8.2max}) = Z_r \cdot S_0 + 9.36 \cdot log(SN+1) - 0.20 + \frac{log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot log(M_r) - 8.07$$

log ($N^*_{8.2max}$)	log ($N^*_{8.2max}$)	7.50
traffico sopportabile in termini di assi standard da 8.2 ton equivalenti	$N^*_{8.2max}$	31,441,125

Traffico sopportabile in termini di assi standard da 8.2 ton equivalenti	**$N_{8.2max}$**	**31,441,125**

Coefficiente di sicurezza N8.2max / N8.2	**FS**	**1.80**
Status Check	**Ch**	**OK**

LAVORO: PAVIMENTAZIONI PER STRADE DI CATEGORIA C TRATTO B

VERIFICA PAVIMENTAZIONE STRADALE - AASHTO GUIDE DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES

Parametri fondamentali	**Var**	**unità**	
Tipo di strada di progetto	Cat.		C
Tipo di strada di progetto (Catalogo Pavimentazioni Stradali CNR)			3
Vita utile della pavimentazione	Vu	anni	25
Present Serviceability Index (PFI) iniziale	PSI_i		4.2
Present Serviceability Index (PFI) finale	PSI_f		2.5

Portanza del sottofondo	**Var**	**unità**	
Modulo deformabilità da prove di carico su piastra D300	Md	MPa	50
Valore del CBR del sottofondo	CBR	%	10
Modulo resiliente del sottofondo in MPa	Mr	MPa	**77**
Modulo resiliente del sottofondo in psi	Mr	psi	**11168**

Structural Number caratteristico della pavimentazione	**sp (cm)**	**(inch)**	**ai**	**mi**	**SN (inch)**
Strato di Usura drenante	4	1.57	0.43	1.0	0.68
Strato di Binder	6	2.36	0.38	1.0	0.90
Strato di Base	10	3.94	0.28	1.0	1.10
Sub-base in misto cementato	20	7.87	0.20	1.0	1.57
Fondazione in misto granulare stabilizzato	20	7.87	0.11	1.0	0.87
	60			**Totale**	**5.12**

Structural Number caratteristico della pavimentazione + sottofondo	SN	inch	**5.12**

Numero di passaggi di veicoli commerciali previsto nella Vita utile	**Var**	**unità**	
Traffico giornaliero medio all'attualità	TGM	veicoli/giorno	9910
Percentuale di veicoli commerciali di peso superiore a 3 ton	p_c	%	5.50%
Percentuale di traffico nel senso di marcia	p_{sm}	%	60%
Percentuale dei veicoli commerciali sulla corsia di calcolo	p_{corsia}	%	100%
Coefficiente di dispersione delle traiettorie	d	%	80%
Numero giorni commerciali per settimana	gg_{sett}	gg	7
Numero settimane commerciali per anno	s_{anno}	sett.	52
numero di veicoli commerciali in transito durante il primo anno di vita utile	N_{vco}	num.	95,231
Numero medio di assi per veicolo commerciale	n_a	num.	2.12
incremento annuo di traffico commerciale	R	%	1.20%
Traffico giornaliero medio al termine della vita utile	TGM_f	veicoli/giorno	13353
numero di veicoli commerciali transitanti nell'arco della vita utile	T^N	num.	2,757,342

Numero di passaggi di assi standard equivalenti alla fine della Vita utile	**Var**	**unità**	
Coefficiente di equivalenza	C_{sN}		1.972
Numero di passaggi di assi equivalenti da 8.2 ton: $n_a x T^N$ x CsN	**$N_{8.2}$**		**11,525,754**

Affidabilità di progetto	**Var**	**unità**	
Affidabilità percentuale di progetto	R_1	%	90%
fattore di affidabilità	Z_R		-1.282
deviazione standard relativa all'aleatorietà delle prev. Di traffico e prest. Pav.	S_0		0.45

Condizioni climatiche	**Var**	**unità**	
Coefficiente di correzione	R		1.00

Calcolo del traffico sopportabile - $N_{8.2max}$

	Var	**unità**

$$log(N^*_{8.2max}) = Z_r \cdot S_0 + 9.36 \cdot log(SN+1) - 0.20 + \frac{log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot log(M_r) - 8.07$$

log ($N^*_{8.2max}$)	log ($N^*_{8.2max}$)	7.50
traffico sopportabile in termini di assi standard da 8.2 ton equivalenti	$N^*_{8.2max}$	31,441,125

Traffico sopportabile in termini di assi standard da 8.2 ton equivalenti	**$N_{8.2max}$**	**31,441,125**

Coefficiente di sicurezza N8.2max / N8.2	**FS**	**2.73**
Status Check	**Ch**	**OK**

7.4 STRADE SECONDARIE

Per le strade secondarie è stata scelta una pavimentazione flessibile avente spessore totale pari a 45 cm. così costituita:

- Usura in CB chiuso: 3 cm.
- Binder CB semichiuso: 6 cm.
- Base CB aperto: 15 cm.
- Fondazione: misto granulare: 21 cm.

Tra lo strato d'usura e il binder e tra lo strato di binder e la base sono previste mani d'attacco con emulsioni bituminose non modificate.
La verifica è stata eseguita ipotizzando, a favore di sicurezza, che le viabilità secondarie siano assimilabili a strade di tipo **C**.

Per la stabilità Marshall dei conglomerati bituminosi sono stati scelti i valori di riferimento di cui alla tabella a lato.

Stabilità Marshall			
Strato	S_{75} (daN)	S_{50} (daN)	S_{50} (lb)
usura	1000	833.33	1873.33
binder	900	750.00	1686.00
base	800	666.67	1498.67

Per definire il coefficiente a_1 sono stati utilizzati i dati contenuti nel prospetto a lato, prendendo a riferimento i parametri con caratteristiche meccaniche immediatamente inferiori a quelle usate per l'asse principale e mediando i corrispondenti valori dei coefficienti di struttura:

$$a_1 = 0.50*(0.40 + 0.35) \cong 0.38$$

Il coefficiente di struttura a_3 per lo strato di base è stato desunto dallo stesso nomogramma usato per l'asse principale, valutato con riferimento alla medesima stabilità Marshall ($S_{50} \cong 1498$ lb), da cui risulta $a_3 = 0.28$.

Il coefficiente di struttura del binder è stato calcolato per interpolazione lineare tra a_1 e a_3, ognuno con il proprio valore di stabilità Marshall, da cui risulta $a_2 = 0.34$.

Il coefficiente di struttura per lo strato in misto granulare stabilizzato granulometricamente è lo stesso usato per l'asse principale, per cui risulta $a_4 = 0.11$.

Pavement Layer	Layer Strength Coefficient a_i				
	TRL (1975)	AASHTO (1993)	Paterson (1987)	CRRI (1993b)	Cenek and Patrick (1994)
Surface Courses					
Surface Treatment (ST)			0.20 - 0.40		0.300
Surface Dressing (SSD/DSD)	0.100				
Premix Carpet (PMC)				0.180	
Semi-Dense Carpet (SDC), 25mm				0.250	
Asphalt Mixture (cold/hot premix of low stability)	0.200		0.200		0.200
Asphalt Concrete (AC), 25 mm	0.180				
Asphalt Concrete (AC), 40/ 25 mm				0.300	
AC, MR30 = 1500 MPa			0.300		0.300
AC, MR30 = 2500 MPa			0.400		0.400
AC, MR30 = 4000 MPa			0.500		0.450
Elastic Mod. at 68F, E = 100,000 psi		0.200			
Elastic Mod. at 68F, E = 200,000 psi		0.300			
Elastic Mod. at 68F, E = 300,000 psi		0.350			
Elastic Mod. at 68F, E = 400,000 psi		0.425			
Base Courses					
GB, CBR = 30%	0.070	0.095	0.00-0.07		
GB, CBR = 50%	0.100	0.110	0.00-0.10		
GB, CBR = 70%	0.120	0.125	0.10-0.12		
CBR = 90%	0.135	0.130	0.12-0.13		
CBR = 110%	0.140	0.140	0.140		
Water Bound Macadam (WBM)				0.140	0.140
CB, UCS = 0.7 MPa	0.100	0.100	0.100		
CB, UCS = 2.0 MPa	0.150	0.140	0.150		
CB, UCS = 3.5 MPa	0.200	0.175	0.200		
CB, UCS = 5.0 MPa	0.245	0.205	0.240		
Bituminous Base Material			0.320		
Dense Bituminous Macadam/				0.200	
Built-Up Spray Grout (BUSG)				0.160	
Thin Bituminous Layer, BT				0.140	
AB, Marshall Stability, 200 lb		0.120			
AB, Marshall Stability, 400 lb		0.160			
AB, Marshall Stability, 800 lb		0.200			
AB, Marshall Stability, 1200 lb		0.240			
Sub-base Courses					
GB, CBR = 5%	0.055	0.040	0.060		
GB, CBR = 15%	0.085	0.090	0.090		
GB, CBR = 25%	0.100	0.100	0.100		
GB, CBR = 50%	0.120	0.130	0.120		
GB, CBR = 100%	0.140	0.140	0.140		
Water Bound Macadam, Oversized				0.140	
Brick Soling				0.120	
Brick Ballast/ Aggregates				0.120	
Local Gravel/ Kankar				0.100	
Cemented Materials,			0.140		

Source: Chakrabarti and Bennett (1994)

In sintesi, i coefficienti di struttura sono i seguenti:

STRATO	COEFFICIENTE DI STRUTTURA
Usura	a1 = 0.38
Binder	a2 = 0.34
Base	a3 = 0.28
Fondazione	a4 = 0.11

In analogia con l'asse principale, è stato scelto un modulo di deformabilità M_D del sottofondo pari a 50 MPa e una percentuale annua di accrescimento del traffico pari dello 0.25%.

La vita utile è stata posta pari a 25 anni.

Per il traffico è stato fatto riferimento ai flussi desunti su via Provagna nello studio di traffico, corrispondenti a un TGM ≅ 2000 veic/giorno in entrambe le direzioni, con uno split 50/50.

Nel prospetto seguente sono riportati i dati di verifica con i relativi risultati, i quali evidenziano come la pavimentazione prevista per le strade secondarie sia idonea a sopportare il traffico di progetto, conservando riserve di resistenza anche a fronte di consistenti variazioni del TGM, sia come volume sia come composizione.

LAVORO: PAVIMENTAZIONI PER STRADE DI CATEGORIA C

VERIFICA PAVIMENTAZIONE STRADALE - AASHTO GUIDE DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES

Parametri fondamentali	**Var**	**unità**	
Tipo di strada di progetto	Cat.		C
Tipo di strada di progetto (Catalogo Pavimentazioni Stradali CNR)			3
Vita utile della pavimentazione	Vu	anni	25
Present Serviceability Index (PFI) iniziale	PSI_i		4.2
Present Serviceability Index (PFI) finale	PSI_f		2.5

Portanza del sottofondo	**Var**	**unità**	
Modulo deformabilità da prove di carico su piastra D300	Md	MPa	50
Valore del CBR del sottofondo	CBR	%	10
Modulo resiliente del sottofondo in MPa	Mr	MPa	**77**
Modulo resiliente del sottofondo in psi	Mr	psi	**11168**

Structural Number caratteristico della pavimentazione	**sp (cm)**	**(inch)**	**ai**	**mi**	**SN (inch)**
Strato di Usura	3	1.18	0.38	1.0	0.45
Strato di Binder	6	2.36	0.34	1.0	0.80
Strato di Base	15	5.91	0.28	1.0	1.65
Sub-base in misto cementato	0	0.00	0.20	1.0	0.00
Fondazione in misto granulare stabilizzato	21	8.27	0.11	1.0	0.91
	45			**Totale**	**3.81**

Structural Number caratteristico della pavimentazione + sottofondo	SN	inch	**3.81**

Numero di passaggi di veicoli commerciali previsto nella Vita utile	**Var**	**unità**	
Traffico giornaliero medio all'attualità	TGM	veicoli/giorno	2000
Percentuale di veicoli commerciali di peso superiore a 3 ton	p_c	%	5.50%
Percentuale di traffico nel senso di marcia	p_{sm}	%	50%
Percentuale dei veicoli commerciali sulla corsia di calcolo	p_{corsia}	%	100%
Coefficiente di dispersione delle traiettorie	d	%	80%
Numero giorni commerciali per settimana	gg_{sett}	gg	7
Numero settimane commerciali per anno	s_{anno}	sett.	52
numero di veicoli commerciali in transito durante il primo anno di vita utile	N_{vco}	num.	16,016
Numero medio di assi per veicolo commerciale	n_a	num.	2.12
incremento annuo di traffico commerciale	R	%	1.20%
Traffico giornaliero medio al termine della vita utile	TGM_f	veicoli/giorno	2695
numero di veicoli commerciali transitanti nell'arco della vita utile	T^N	num.	463,731

Numero di passaggi di assi standard equivalenti alla fine della Vita utile	**Var**	**unità**	
Coefficiente di equivalenza	C_{sN}		1.938
Numero di passaggi di assi equivalenti da 8.2 ton: $n_a x T^N$ x CsN	**$N_{8.2}$**		**1,905,641**

Affidabilità di progetto	**Var**	**unità**	
Affidabilità percentuale di progetto	R_1	%	85%
fattore di affidabilità	Z_R		-1.037
deviazione standard relativa all'aleatorietà delle prev. Di traffico e prest. Pav.	S_0		0.45

Condizioni climatiche	**Var**	**unità**	
Coefficiente di correzione	R		1.00

Calcolo del traffico sopportabile - $N_{8.2max}$

	Var	**unità**

$$log(N^*_{8.2max}) = Z_r \cdot S_0 + 9.36 \cdot log(SN+1) - 0.20 + \frac{log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot log(M_r) - 8.07$$

log ($N^*_{8.2max}$)	log ($N^*_{8.2max}$)	6.76
traffico sopportabile in termini di assi standard da 8.2 ton equivalenti	$N^*_{8.2max}$	5,783,166

Traffico sopportabile in termini di assi standard da 8.2 ton equivalenti	**$N_{8.2max}$**	**5,783,166**

Coefficiente di sicurezza N8.2max / N8.2	**FS**	**3.03**
Status Check	**Ch**	**OK**

8 ALLEGATI

8.1 ASSE PRINCIPALE

8.1.1 Tabulato di tracciamento

Alignment Name: AP (1)
Chainage Range: Start: 0+000.000, End: 11+241.088
Description:
****

Begin AP (1)
N 5,120,111.2833 E 290,867.3821 0+000.000

Line (1)
N 391.5389 24.045m
N 5,120,135.1160 E 290,864.1957 0+024.045
Line (1)

Curve Group (2)
**********Spiral-In **********
SI N 5,120,135.1160 E 290,864.1957
Long Tangent 74.383m
Short Tangent 37.196m
Long Chord 111.541m
Spiral Length 111.556m
Spiral Angle 3.1958 (d)
Xs 111.521m
Ys 2.074m
p 0.518m
k 55.772m
k' 0.518m
********** Curve **********
CC N 5,120,057.8113 E 289,865.1103
PI N 5,120,282.419m E 290,840.289m
TAN 37.709m
Distance 75.364m Bearing N 114.4116

External Distance 0.711m
Middle Ordinate 0.710m
Radius 1,000.000m
DEG 172.4851 (d)
DELTA 4.3191 (d)
LENGTH 75.382m'
Curve Group (2)

Curve Group (3)
**********Spiral-Out **********
SI N 5,120,318.8202 E 290,830.4467
Long Tangent 74.383m
Short Tangent 37.196m
Long Chord 111.541m
Spiral Length 111.556m
Spiral Angle 3.1958 (d)
Xs 111.521m
Ys 2.074m
p 0.518m
k 55.772m
k' 0.518m
**********Tangent *** **********
N 5,120,425.3376 E 290,797.3507 0+322.539
Direction N 379.6380
Length 260.189m
N 5,120,672.3306 E 290,715.5423 0+582.727
Curve Group (3)

Curve Group (4)
**********Spiral-In **********
SI N 5,120,672.3306 E 290,715.5423
Long Tangent 58.824m
Short Tangent 29.422m
Long Chord 88.170m
Spiral Length 88.200m
Spiral Angle 5.0535 (d)
Xs 88.131m

Ys 2.592m
p 0.648m
k 44.089m
k' 0.648m
********** Curve **********
CC N 5,120,871.5967 E 291,176.9373
PI N 5,120,869.497m E 290,663.711m
TAN 115.783m
Distance 225.596m Bearing N 100.2604
External Distance 13.231m
Middle Ordinate 12.889m
Radius 500.000m
DEG 143.8172 (d)
DELTA 26.0758 (d)
LENGTH 227.554m'
**********Spiral-Out **********
SI N 5,120,982.4009 E 290,689.3694
Long Tangent 58.824m
Short Tangent 29.422m
Long Chord 88.170m
Spiral Length 88.200m
Spiral Angle 5.0535 (d)
Xs 88.131m
Ys 2.592m
p 0.648m
k 44.089m
k' 0.648m
Curve Group (4)

Line (5)
N 19.8411 374.829m
N 5,121,423.8528 E 290,828.8659 1+361.511
Line (5)

Curve Group (6)
**********Spiral-In **********
SI N 5,121,423.8528 E 290,828.8659

Long Tangent 60.207m
Short Tangent 30.120m
Long Chord 90.199m
Spiral Length 90.250m
Spiral Angle 6.4637 (d)
Xs 90.135m
Ys 3.391m
p 0.848m
k 45.106m
k' 0.848m
********** Curve **********
CC N 5,121,589.7027 E 290,461.1602
PI N 5,121,591.844m E 290,869.632m
TAN 82.790m
Distance 162.144m Bearing N 100.3337
External Distance 8.478m
Middle Ordinate 8.302m
Radius 400.000m
DEG 142.9870 (d)
DELTA 23.3874 (d)
LENGTH 163.275m'
**********Spiral-Out **********
SI N 5,121,672.8268 E 290,852.4279
Long Tangent 66.721m
Short Tangent 33.383m
Long Chord 99.931m
Spiral Length 100.000m
Spiral Angle 7.1620 (d)
Xs 99.844m
Ys 4.162m
p 1.041m
k 49.974m
k' 1.041m
Curve Group (6)

Line (7)
N 378.7155 154.898m

N 5,121,914.8287 E 290,772.7681 1+869.933
Line (7)

Curve Group (8)
**********Spiral-In **********
SI N 5,121,914.8287 E 290,772.7681
Long Tangent 74.277m
Short Tangent 37.149m
Long Chord 111.348m
Spiral Length 111.379m
Spiral Angle 4.5330 (d)
Xs 111.310m
Ys 2.936m
p 0.734m
k 55.678m
k' 0.734m
********** Curve **********
CC N 5,122,198.6437 E 291,420.1153
PI N 5,122,262.032m E 290,676.113m
TAN 249.164m
Distance 469.766m Bearing N 94.5892
External Distance 42.798m
Middle Ordinate 40.345m
Radius 703.900m
DEG 126.2822 (d)
DELTA 38.9855 (d)
LENGTH 478.952m'
**********Spiral-Out **********
SI N 5,122,489.0086 E 290,778.8950
Long Tangent 167.347m
Short Tangent 83.788m
Long Chord 250.251m
Spiral Length 250.604m
Spiral Angle 10.1993 (d)
Xs 249.811m
Ys 14.836m
p 3.713m

k 125.170m
k' 3.713m
Curve Group (8)

Line (9)
N 38.4020 163.501m
N 5,122,837.7938 E 291,001.1467 2+874.369
Line (9)

Curve (10)
BC N 5,122,837.7938 E 291,001.1467 2+874.369
CTR N 5,118,583.0829 E 297,177.5077
PI N 5,123,199.9694 E 291,250.6387

Direction Back N 38.4020
Radius 7,500.000m
Delta 6°42'43"(RT)
Length 878.579m
Tangent 439.792m
Chord Direction N 42.1308 Distance 878.077m
Direction Ahead N 45.8596

EC N 5,123,530.5032 E 291,540.7504 3+752.948
Curve (10)

Line (11)
N 45.8596 189.912m
N 5,123,673.2348 E 291,666.0270 3+942.860
Line (11)

Curve Group (12)
**********Spiral-In **********
SI N 5,123,673.2348 E 291,666.0270
Long Tangent 77.790m
Short Tangent 38.900m
Long Chord 116.651m
Spiral Length 116.667m

Spiral Angle 3.1831 (d)
Xs 116.631m
Ys 2.160m
p 0.540m
k 58.327m
k' 0.540m
********** Curve **********
CC N 5,124,410.0669 E 290,914.9511
PI N 5,123,866.203m E 291,822.770m
TAN 131.998m
Distance 261.935m Bearing N 65.6385
External Distance 8.264m
Middle Ordinate 8.200m
Radius 1,050.000m
DEG 159.3034 (d)
DELTA 14.3304 (d)
LENGTH 262.619m'
**********Spiral-Out **********
SI N 5,123,987.0132 E 291,875.9535
Long Tangent 77.790m
Short Tangent 38.900m
Long Chord 116.651m
Spiral Length 116.667m
Spiral Angle 3.1831 (d)
Xs 116.631m
Ys 2.160m
p 0.540m
k 58.327m
k' 0.540m
Curve Group (12)

Line (13)
Non-Tangent Radial Bearing N 345.8596
N 22.8633 828.118m
N 5,124,870.7287 E 292,210.0229 5+266.931
Line (13)

Curve Group (14)
**********Spiral-In **********
SI N 5,124,870.7287 E 292,210.0229
Long Tangent 111.129m
Short Tangent 55.572m
Long Chord 166.644m
Spiral Length 166.667m
Spiral Angle 3.1831 (d)
Xs 166.615m
Ys 3.086m
p 0.772m
k 83.325m
k' 0.772m
********** Curve **********
CC N 5,125,476.2077 E 290,834.2856
PI N 5,125,102.413m E 292,289.068m
TAN 78.190m
Distance 156.168m Bearing N 83.9889
External Distance 2.037m
Middle Ordinate 2.034m
Radius 1,500.000m
DEG 167.6659 (d)
DELTA 5.9679 (d)
LENGTH 156.239m'
**********Spiral-Out **********
SI N 5,125,179.0537 E 292,304.5575
Long Tangent 111.129m
Short Tangent 55.572m
Long Chord 166.644m
Spiral Length 166.667m
Spiral Angle 3.1831 (d)
Xs 166.615m
Ys 3.086m
p 0.772m
k 83.325m
k' 0.772m
Curve Group (14)

Line (15)
Non-Tangent Radial Bearing N 345.8596
N 9.1588 250.035m
N 5,125,590.9568 E 292,367.3467 6+006.538
Line (15)

Curve Group (16)
**********Spiral-In **********
SI N 5,125,590.9568 E 292,367.3467
Long Tangent 84.458m
Short Tangent 42.235m
Long Chord 126.649m
Spiral Length 126.667m
Spiral Angle 3.1831 (d)
Xs 126.628m
Ys 2.345m
p 0.586m
k 63.327m
k' 0.586m
********** Curve **********
CC N 5,125,817.1559 E 291,247.6228
PI N 5,125,794.301m E 292,390.059m
TAN 77.993m
Distance 155.621m Bearing N 98.7266
External Distance 2.665m
Middle Ordinate 2.659m
Radius 1,140.000m
DEG 165.8063 (d)
DELTA 7.8275 (d)
LENGTH 155.742m'
**********Spiral-Out **********
SI N 5,125,872.2027 E 292,386.2930
Long Tangent 84.458m
Short Tangent 42.235m
Long Chord 126.649m
Spiral Length 126.667m

Spiral Angle 3.1831 (d)
Xs 126.628m
Ys 2.345m
p 0.586m
k 63.327m
k' 0.586m
Curve Group (16)

Line (17)
Non-Tangent Radial Bearing N 345.8596
N 393.3880 513.596m
N 5,126,509.2198 E 292,322.2507 6+929.210
Line (17)

Curve Group (18)
**********Spiral-In **********
SI N 5,126,509.2198 E 292,322.2507
Long Tangent 49.010m
Short Tangent 24.509m
Long Chord 73.488m
Spiral Length 73.500m
Spiral Angle 3.5094 (d)
Xs 73.472m
Ys 1.500m
p 0.375m
k 36.745m
k' 0.375m
********** Curve **********
CC N 5,126,608.0107 E 292,915.5810
PI N 5,126,661.343m E 292,312.762m
TAN 78.963m
Distance 156.576m Bearing N 94.3823
External Distance 5.174m
Middle Ordinate 5.129m
Radius 600.000m
DEG 157.9866 (d)
DELTA 14.9947 (d)

LENGTH 157.024m'
**********Spiral-Out **********
SI N 5,126,738.4186 E 292,329.9243
Long Tangent 49.010m
Short Tangent 24.509m
Long Chord 73.488m
Spiral Length 73.500m
Spiral Angle 3.5094 (d)
Xs 73.472m
Ys 1.500m
p 0.375m
k 36.745m
k' 0.375m
Curve Group (18)

Line (19)
Non-Tangent Radial Bearing N 345.8596
N 17.8473 19.820m
N 5,126,828.4837 E 292,354.2954 7+253.053
Line (19)

Curve Group (20)
**********Spiral-In **********
SI N 5,126,828.4837 E 292,354.2954
Long Tangent 49.010m
Short Tangent 24.509m
Long Chord 73.488m
Spiral Length 73.500m
Spiral Angle 3.5094 (d)
Xs 73.472m
Ys 1.500m
p 0.375m
k 36.745m
k' 0.375m
********** Curve **********
CC N 5,127,029.9107 E 291,787.5259
PI N 5,126,960.457m E 292,386.755m

TAN 62.446m
Distance 124.222m Bearing N 92.6540
External Distance 3.241m
Middle Ordinate 3.223m
Radius 600.000m
DEG 161.0977 (d)
DELTA 11.8836 (d)
LENGTH 124.445m'
**********Spiral-Out **********
SI N 5,127,022.8987 E 292,387.4849
Long Tangent 49.010m
Short Tangent 24.509m
Long Chord 73.488m
Spiral Length 73.500m
Spiral Angle 3.5094 (d)
Xs 73.472m
Ys 1.500m
p 0.375m
k 36.745m
k' 0.375m
Curve Group (20)

Line (21)
Non-Tangent Radial Bearing N 345.8596
N 396.8447 908.132m
N 5,128,003.3718 E 292,340.3520 8+432.630
Line (21)

Curve Group (22)
**********Spiral-In **********
SI N 5,128,003.3718 E 292,340.3520
Long Tangent 46.674m
Short Tangent 23.340m
Long Chord 69.990m
Spiral Length 70.000m
Spiral Angle 3.1831 (d)
Xs 69.978m

Ys 1.296m
p 0.324m
k 34.996m
k' 0.324m
********** Curve **********
CC N 5,128,007.0973 E 291,709.0681
PI N 5,128,109.855m E 292,331.723m
TAN 36.858m
Distance 73.590m Bearing N 110.4123
External Distance 1.077m
Middle Ordinate 1.075m
Radius 630.000m
DEG 173.3035 (d)
DELTA 6.6965 (d)
LENGTH 73.632m'
**********Spiral-Out **********
SI N 5,128,145.8081 E 292,323.6080
Long Tangent 46.674m
Short Tangent 23.340m
Long Chord 69.990m
Spiral Length 70.000m
Spiral Angle 3.1831 (d)
Xs 69.978m
Ys 1.296m
p 0.324m
k 34.996m
k' 0.324m
**********Spiral-In **********
SI N 5,128,213.4635 E 292,305.6803
Long Tangent 49.010m
Short Tangent 24.509m
Long Chord 73.488m
Spiral Length 73.500m
Spiral Angle 3.5094 (d)
Xs 73.472m
Ys 1.500m
p 0.375m

k 36.745m
k' 0.375m
********** Curve **********
CC N 5,128,413.3057 E 292,873.0105
PI N 5,128,400.387m E 292,261.535m
TAN 118.616m
Distance 232.727m Bearing N 101.3448
External Distance 11.612m
Middle Ordinate 11.392m
Radius 600.000m
DEG 157.6345 (d)
DELTA 22.3655 (d)
LENGTH 234.211m'
**********Spiral-Out **********
SI N 5,128,517.2104 E 292,282.0758
Long Tangent 49.010m
Short Tangent 24.509m
Long Chord 73.488m
Spiral Length 73.500m
Spiral Angle 3.5094 (d)
Xs 73.472m
Ys 1.500m
p 0.375m
k 36.745m
k' 0.375m
Curve Group (22)

Line (23)
Non-Tangent Radial Bearing N 345.8596
N 14.9798 1,236.650m
N 5,129,791.5805 E 292,586.0544 10+264.123
Line (23)

Curve Group (24)
**********Spiral-In **********
SI N 5,129,791.5805 E 292,586.0544
Long Tangent 77.790m

Short Tangent 38.900m
Long Chord 116.651m
Spiral Length 116.667m
Spiral Angle 3.1831 (d)
Xs 116.631m
Ys 2.160m
p 0.540m
k 58.327m
k' 0.540m
********** Curve **********
CC N 5,129,603.3812 E 293,621.2440
PI N 5,130,078.029m E 292,667.293m
TAN 181.143m
Distance 357.013m Bearing N 70.6077
External Distance 15.511m
Middle Ordinate 15.285m
Radius 1,050.000m
DEG 154.0574 (d)
DELTA 19.5764 (d)
LENGTH 358.756m'
**********Spiral-Out **********
SI N 5,130,224.1274 E 292,774.3826
Long Tangent 77.790m
Short Tangent 38.900m
Long Chord 116.651m
Spiral Length 116.667m
Spiral Angle 3.1831 (d)
Xs 116.631m
Ys 2.160m
p 0.540m
k 58.327m
k' 0.540m
Curve Group (24)

Line (25)
Non-Tangent Radial Bearing N 345.8596
N 43.8049 282.506m

N 5,130,533.8177 E 293,026.1895 11+138.718
Line (25)

Curve Group (26)
**********Spiral-In **********
SI N 5,130,533.8177 E 293,026.1895
Long Tangent 60.251m
Short Tangent 30.228m
Long Chord 89.684m
Spiral Length 90.000m
Spiral Angle 16.1144 (d)
Xs 89.291m
Ys 8.390m
p 2.103m
k 44.882m
k' 2.103m
********** Curve **********
CC N 5,130,671.4323 E 292,929.4730
PI N 5,130,613.802m E 293,078.862m
TAN 6.188m
Distance 12.367m Bearing N 76.5610
External Distance 0.120m
Middle Ordinate 0.120m
Radius 160.000m
DEG 159.4560 (d)
DELTA 4.4296 (d)
LENGTH 12.370m'
Curve Group (26)

End AP (1)

****

Alignment Length: 11,241.088m
****

8.1.2 Profilo longitudinale – dati

Vertical Alignment: AP_QP

Description:

Chainage Range: Start: 0+000.000, End: 11+234.905

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Chainage:	0+088.135	Level:	396.941m
VIP Station:	0+108.000	Level:	397.000m
PVT Chainage:	0+127.865	Level:	397.217m
Low Point:	0+088.135	Level:	396.941m
Gradient In:	0.30%	Gradient Out:	1.09%
Change:	0.79%	K:	50.000m
Curve Length:	39.731m	Curve Radius	5,000.000m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Chainage:	0+392.434	Level:	400.103m
VIP Station:	0+438.000	Level:	400.600m
PVT Chainage:	0+483.566	Level:	401.928m
Low Point:	0+392.434	Level:	400.103m
Gradient In:	1.09%	Gradient Out:	2.91%
Change:	1.82%	K:	50.000m
Curve Length:	91.131m	Curve Radius	5,000.000m
Headlight Distance:	528.610m		

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Chainage:	0+643.437	Level:	406.585m
VIP Station:	0+788.000	Level:	410.797m
PVT Chainage:	0+932.563	Level:	409.943m
High Point:	0+883.803	Level:	410.087m
Gradient In:	2.91%	Gradient Out:	-0.59%

Change:	3.50%	K:	82.500m
Curve Length:	289.126m	Curve Radius	8,250.000m
Overtaking Distance:	269.444m	Stopping Distance:	269.444m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Chainage:	1+681.993	Level:	405.514m
VIP Station:	1+718.535	Level:	405.298m
PVT Chainage:	1+755.077	Level:	405.527m
Low Point:	1+717.454	Level:	405.409m
Gradient In:	-0.59%	Gradient Out:	0.63%
Change:	1.22%	K:	60.000m
Curve Length:	73.084m	Curve Radius	6,000.000m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Chainage:	3+111.163	Level:	414.030m
VIP Station:	3+201.003	Level:	414.593m
PVT Chainage:	3+290.843	Level:	415.868m
Low Point:	3+111.163	Level:	414.030m
Gradient In:	0.63%	Gradient Out:	1.42%
Change:	0.79%	K:	227.000m
Curve Length:	179.680m	Curve Radius	22,700.000m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Chainage:	3+909.449	Level:	424.643m
VIP Station:	4+090.480	Level:	427.211m
PVT Chainage:	4+271.511	Level:	421.786m
High Point:	4+025.773	Level:	425.468m
Gradient In:	1.42%	Gradient Out:	-3.00%

Change:	4.42%	K:	82.000m
Curve Length:	362.062m	Curve Radius	8,200.000m
Overtaking Distance:	268.626m	Stopping Distance:	268.626m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Chainage:	4+293.396	Level:	421.130m
VIP Station:	4+368.644	Level:	418.875m
PVT Chainage:	4+443.892	Level:	419.254m
Low Point:	4+422.258	Level:	419.199m
Gradient In:	-3.00%	Gradient Out:	0.50%
Change:	3.50%	K:	43.000m
Curve Length:	150.496m	Curve Radius	4,300.000m
Headlight Distance:	162.449m		

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Chainage:	4+655.281	Level:	420.317m
VIP Station:	4+731.529	Level:	420.701m
PVT Chainage:	4+807.777	Level:	423.669m
Low Point:	4+655.281	Level:	420.317m
Gradient In:	0.50%	Gradient Out:	3.89%
Change:	3.39%	K:	45.000m
Curve Length:	152.496m	Curve Radius	4,500.000m
Headlight Distance:	169.643m		

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Chainage:	4+872.238	Level:	426.177m
VIP Station:	5+167.801	Level:	437.680m
PVT Chainage:	5+463.364	Level:	427.928m
High Point:	5+192.153	Level:	432.403m
Gradient In:	3.89%	Gradient Out:	-3.30%

Change:	7.19%	K:	82.200m
Curve Length:	591.126m	Curve Radius	8,220.000m
Overtaking Distance:	268.954m	Stopping Distance:	268.954m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Chainage:	5+474.032	Level:	427.577m
VIP Station:	5+564.520	Level:	424.591m
PVT Chainage:	5+655.008	Level:	425.327m
Low Point:	5+619.205	Level:	425.182m
Gradient In:	-3.30%	Gradient Out:	0.81%
Change:	4.11%	K:	44.000m
Curve Length:	180.977m	Curve Radius	4,400.000m
Headlight Distance:	164.921m		

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Chainage:	6+223.845	Level:	429.956m
VIP Station:	6+292.850	Level:	430.517m
PVT Chainage:	6+361.856	Level:	432.984m
Low Point:	6+223.845	Level:	429.956m
Gradient In:	0.81%	Gradient Out:	3.57%
Change:	2.76%	K:	50.000m
Curve Length:	138.011m	Curve Radius	5,000.000m
Headlight Distance:	202.196m		

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Chainage:	6+526.817	Level:	438.879m
VIP Station:	6+765.352	Level:	447.404m
PVT Chainage:	7+003.888	Level:	441.246m
High Point:	6+803.796	Level:	443.829m
Gradient In:	3.57%	Gradient Out:	-2.58%

Change:	6.16%	K:	77.500m
Curve Length:	477.071m	Curve Radius	7,750.000m
Overtaking Distance:	261.151m	Stopping Distance:	261.151m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Chainage:	7+132.335	Level:	437.929m
VIP Station:	7+289.942	Level:	433.860m
PVT Chainage:	7+447.550	Level:	440.955m
Low Point:	7+247.226	Level:	436.446m
Gradient In:	-2.58%	Gradient Out:	4.50%
Change:	7.08%	K:	44.500m
Curve Length:	315.215m	Curve Radius	4,450.000m
Headlight Distance:	166.534m		

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Chainage:	7+463.437	Level:	441.670m
VIP Station:	7+775.404	Level:	455.714m
PVT Chainage:	8+087.371	Level:	446.078m
High Point:	7+833.473	Level:	449.999m
Gradient In:	4.50%	Gradient Out:	-3.09%
Change:	7.59%	K:	82.200m
Curve Length:	623.934m	Curve Radius	8,220.000m
Overtaking Distance:	268.954m	Stopping Distance:	268.954m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Chainage:	8+138.060	Level:	444.512m
VIP Station:	8+220.289	Level:	441.972m
PVT Chainage:	8+302.518	Level:	442.506m
Low Point:	8+273.966	Level:	442.413m
Gradient In:	-3.09%	Gradient Out:	0.65%

Change:	3.74%	K:	44.000m
Curve Length:	164.458m	Curve Radius	4,400.000m
Headlight Distance:	164.922m		

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Chainage:	8+541.159	Level:	444.055m
VIP Station:	8+625.732	Level:	444.603m
PVT Chainage:	8+710.306	Level:	446.835m
Low Point:	8+541.159	Level:	444.055m
Gradient In:	0.65%	Gradient Out:	2.64%
Change:	1.99%	K:	85.000m
Curve Length:	169.147m	Curve Radius	8,500.000m
Headlight Distance:	520.953m		

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Chainage:	8+827.112	Level:	449.918m
VIP Station:	8+990.202	Level:	454.221m
PVT Chainage:	9+153.293	Level:	455.865m
High Point:	9+153.293	Level:	455.865m
Gradient In:	2.64%	Gradient Out:	1.01%
Change:	1.63%	K:	200.000m
Curve Length:	326.181m	Curve Radius	20,000.000m
Overtaking Distance:	432.879m	Stopping Distance:	432.879m

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Chainage:	10+553.285	Level:	469.976m
VIP Station:	10+634.974	Level:	470.800m
PVT Chainage:	10+716.663	Level:	470.511m
High Point:	10+674.240	Level:	470.586m
Gradient In:	1.01%	Gradient Out:	-0.35%

Change:	1.36%	K:	120.000m
Curve Length:	163.378m	Curve Radius	12,000.000m
Overtaking Distance:	404.866m	Stopping Distance:	404.866m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Chainage:	11+090.416	Level:	469.190m
VIP Station:	11+155.279	Level:	468.960m
PVT Chainage:	11+220.143	Level:	471.135m
Low Point:	11+102.789	Level:	469.168m
Gradient In:	-0.35%	Gradient Out:	3.35%
Change:	3.71%	K:	35.000m
Curve Length:	129.727m	Curve Radius	3,500.000m
Headlight Distance:	135.990m		

8.2 SVINCOLO A27

8.2.1 Tabulati di tracciamento planimetrico

8.2.1.1 A27

```
Horizontal Alignment Report
*****************************************************************************
Alignment Name: A27
Station Range: Start:  0+000.000, End: 1+091.203
Description:
*****************************************************************************

Begin A27
  N 5,119,768.4283  E 290,904.9769              0+000.000

Curve (1)
  BC   N 5,119,768.4283  E 290,904.9769          0+000.000
  CTR  N 5,119,602.1089  E 288,172.1046
  PI   N 5,119,794.5061  E 290,903.3898

    Direction Back  N 396.1304
      Radius    2,737.929m
```

```
      Delta     1°05'36"(LT)
      Length    52.250m
      Tangent   26.126m
      Chord Direction    N 395.5229  Distance  52.250m
    Direction Ahead N 394.9155

  EC   N 5,119,820.5489  E 290,901.3054          0+052.250
Curve (1)

Line (3)
  **Non-Tangent** Radial Bearing N 94.9155
  N 391.3748   21.038m
  N 5,120,139.3037  E 290,863.4588               0+373.289
Line (3)

Curve Group (4)
************Spiral-In  ***************
        SI  N 5,120,139.3037  E 290,863.4588
        Long  Tangent     74.383m
        Short Tangent     37.196m
        Long  Chord       111.541m
        Spiral Length     111.556m
        Spiral Angle      3.1958 (d)
        Xs                111.521m
        Ys                2.074m
        p                 0.518m
        k                 55.772m
        k'                0.518m
************ Curve  ***************
        CC N 5,120,059.4250  E 289,864.5758
        PI N 5,120,285.278m  E 290,839.418m
        TAN 36.419m
        Distance 72.789m   Bearing N 114.4936
        External Distance 0.663m
        Middle Ordinate   0.663m
        Radius            1,000.000m
        DEG               169.4369 (d)
        DELTA             4.1714 (d)
        LENGTH            72.805m'

************Spiral-Out  ***************
```

```
        SI   N 5,120,320.4338  E 290,829.9122
        Long  Tangent      74.383m
        Short Tangent      37.196m
        Long  Chord        111.541m
        Spiral Length      111.556m
        Spiral Angle       3.1958 (d)
        Xs                 111.521m
        Ys                 2.074m
        p                  0.518m
        k                  55.772m
        k'                 0.518m

Line (5)
  **Non-Tangent** Radial Bearing N 94.9155
  N 379.6380   258.489m
  N 5,120,672.3306  E 290,715.5423               0+927.695
Line (5)

Curve Group (6)
************Spiral-In  ****************
        SI   N 5,120,672.3306  E 290,715.5423
        Long  Tangent      58.824m
        Short Tangent      29.422m
        Long  Chord        88.170m
        Spiral Length      88.200m
        Spiral Angle       5.0535 (d)
        Xs                 88.131m
        Ys                 2.592m
        p                  0.648m
        k                  44.089m
        k'                 0.648m
************ Curve  ***************
        CC N 5,120,871.5967  E 291,176.9373
        PI N 5,120,793.525m  E 290,681.631m
        TAN 37.725m
        Distance 75.236m   Bearing N 109.9528
        External Distance 1.421m
        Middle Ordinate   1.417m
        Radius            500.000m
        DEG               166.3169 (d)
        DELTA             8.6296 (d)
```

```
        LENGTH            75.308m'


  N 5,120,831.1261  E 290,678.5778              1+091.203
End A27

********************************************************************************
Alignment Length: 1,091.203m
********************************************************************************
```

8.2.1.2 SV01_EU

```
Horizontal Alignment Report
********************************************************************************
Alignment Name: SV1_EU
Station Range: Start:  0+000.000, End: 0+798.685
Description:
********************************************************************************

Begin SV1_EU
  N 5,120,037.6866  E 290,942.6930              0+000.000

Line (1)
  N 392.5961   2.012m
  N 5,120,039.6849  E 290,942.4596              0+002.012
Line (1)

Curve Group (2)
************Spiral-In  ****************
        SI  N 5,120,039.6849  E 290,942.4596
        Long  Tangent     11.946m
        Short Tangent     5.990m
        Long  Chord       17.806m
        Spiral Length     17.857m
        Spiral Angle      14.6163 (d)
        Xs                17.741m
        Ys                1.511m
        p                 0.379m
        k                 8.909m
        k'                0.379m
************ Curve  ***************
```

```
        CC N 5,120,044.4286  E 290,906.2860
        PI N 5,120,060.937m  E 290,937.417m
        TAN 4.085m
        Distance 8.115m   Bearing N 131.0410
        External Distance 0.238m
        Middle Ordinate   0.236m
        Radius            35.000m
        DEG               137.4532 (d)
        DELTA             13.3143 (d)
        LENGTH            8.133m'

************Spiral-Out  ***************
        SI  N 5,120,064.3002  E 290,935.0978
        Long  Tangent     11.946m
        Short Tangent     5.990m
        Long  Chord       17.806m
        Spiral Length     17.857m
        Spiral Angle      14.6163 (d)
        Xs                17.741m
        Ys                1.511m
        p                 0.379m
        k                 8.909m
        k'                0.379m

Line (3)
  N 345.3218   22.963m
  N 5,120,092.0363  E 290,905.2671              0+068.823
Line (3)

Curve Group (4)
************Spiral-In  ***************
        SI  N 5,120,092.0363  E 290,905.2671
        Long  Tangent     13.368m
        Short Tangent     6.698m
        Long  Chord       19.956m
        Spiral Length     20.000m
        Spiral Angle      12.7324 (d)
        Xs                19.901m
        Ys                1.476m
        p                 0.370m
        k                 9.984m
```

```
        k'                0.370m
************ Curve  ***************
        CC N 5,120,132.9084  E 290,927.3477
        PI N 5,120,111.317m  E 290,887.348m
        TAN 6.419m
        Distance 12.709m   Bearing N 131.5109
        External Distance 0.456m
        Middle Ordinate   0.451m
        Radius            45.000m
        DEG               138.2990 (d)
        DELTA             16.2362 (d)
        LENGTH            12.752m'

************Spiral-Out  ***************
        SI  N 5,120,117.3392  E 290,885.1269
        Long  Tangent     13.368m
        Short Tangent     6.698m
        Long  Chord       19.956m
        Spiral Length     20.000m
        Spiral Angle      12.7324 (d)
        Xs                19.901m
        Ys                1.476m
        p                 0.370m
        k                 9.984m
        k'                0.370m

Line (5)
  N 391.6563   251.617m
  N 5,120,386.3362  E 290,848.1791               0+373.192
Line (5)

Curve Group (6)
************Spiral-In  ***************
        SI  N 5,120,386.3362  E 290,848.1791
        Long  Tangent     32.157m
        Short Tangent     16.106m
        Long  Chord       48.047m
        Spiral Length     48.133m
        Spiral Angle      11.4910 (d)
        Xs                47.940m
        Ys                3.209m
```

```
        p                0.803m
        k                24.034m
        k'               0.803m
************ Curve  ***************
        CC N 5,120,394.3770  E 290,725.2708
        PI N 5,120,460.731m  E 290,829.337m
        TAN 28.858m
        Distance 56.116m   Bearing N 136.1358
        External Distance 3.421m
        Middle Ordinate   3.326m
        Radius            120.000m
        DEG               129.9743 (d)
        DELTA             27.0437 (d)
        LENGTH            56.640m'

************Spiral-Out  ***************
        SI  N 5,120,480.7619  E 290,808.5634
        Long  Tangent     32.157m
        Short Tangent     16.106m
        Long  Chord       48.047m
        Spiral Length     48.133m
        Spiral Angle      11.4910 (d)
        Xs                47.940m
        Ys                3.209m
        p                 0.803m
        k                 24.034m
        k'                0.803m

Line (7)
  N 336.0722   72.576m
  N 5,120,548.1603  E 290,708.6036              0+598.675
Line (7)

Curve Group (8)
************Spiral-In  ****************
        SI  N 5,120,548.1603  E 290,708.6036
        Long  Tangent     67.561m
        Short Tangent     34.148m
        Long  Chord       98.893m
        Spiral Length     100.000m
        Spiral Angle      28.6479 (d)
```

```
        Xs                97.529m
        Ys                16.371m
        p                 4.130m
        k                 49.586m
        k'                4.130m
************ Curve  ***************
        CC N 5,120,662.6336  E 290,722.6618
        PI N 5,120,629.250m  E 290,626.870m
        TAN 17.046m
        Distance 33.608m   Bearing N 121.3482
        External Distance 1.442m
        Middle Ordinate   1.422m
        Radius            100.000m
        DEG               121.6912 (d)
        DELTA             19.3476 (d)
        LENGTH            33.768m'

************Spiral-Out  ***************
        SI  N 5,120,646.0608  E 290,624.0446
        Long  Tangent     24.041m
        Short Tangent     12.037m
        Long  Chord       35.948m
        Spiral Length     36.000m
        Spiral Angle      10.3132 (d)
        Xs                35.884m
        Ys                2.155m
        p                 0.539m
        k                 17.981m
        k'                0.539m

Line (9)
  N 0.8597   30.241m
  N 5,120,712.2088  E 290,622.7827              0+798.685
Line (9)

  N 5,120,712.2088  E 290,622.7827              0+798.685
End SV1_EU

*************************************************************************
Alignment Length: 798.685m
*************************************************************************
```

8.2.1.3 SV01_EU2

```
Horizontal Alignment Report
********************************************************************************
Alignment Name: SV1_EU2
Station Range: Start:  0+000.000, End: 0+193.522
Description:
********************************************************************************

Begin SV1_EU2
  N 5,120,523.9322  E 290,746.6847              0+000.000

Line (1)
  N 342.3929   41.564m
  N 5,120,549.6096  E 290,714.0002              0+041.564
Line (1)

Curve Group (2)
************Spiral-In  ***************
        SI  N 5,120,549.6096  E 290,714.0002
        Long  Tangent     26.991m
        Short Tangent     13.538m
        Long  Chord       40.204m
        Spiral Length     40.333m
        Spiral Angle      15.4062 (d)
        Xs                40.043m
        Ys                3.596m
        p                 0.901m
        k                 20.118m
        k'                0.901m
************ Curve  ***************
        CC N 5,120,621.7236  E 290,745.0699
        PI N 5,120,586.158m  E 290,678.102m
        TAN 11.166m
        Distance 22.088m   Bearing N 131.0804
        External Distance 0.827m
        Middle Ordinate   0.818m
        Radius            75.000m
        DEG               132.2519 (d)
        DELTA             16.9357 (d)
```

```
        LENGTH            22.169m'

************Spiral-Out  ***************
        SI  N 5,120,596.6826  E 290,674.3737
        Long  Tangent     26.991m
        Short Tangent     13.538m
        Long  Chord       40.204m
        Spiral Length     40.333m
        Spiral Angle      15.4062 (d)
        Xs                40.043m
        Ys                3.596m
        p                 0.901m
        k                 20.118m
        k'                0.901m

Line (3)
  N 395.4463   49.122m
  N 5,120,685.3627  E 290,664.4141               0+193.522
Line (3)

  N 5,120,685.3627  E 290,664.4141               0+193.522
End SV1_EU2

***************************************************************************
Alignment Length: 193.522m
***************************************************************************
```

8.2.1.4 CP_DX

```
Horizontal Alignment Report
***************************************************************************
Alignment Name: CP_DX
Station Range: Start:  0+000.000, End: 0+811.212
Description:
***************************************************************************

Begin CP_DX
  N 5,119,682.3293  E 290,922.2647               0+000.000

Line (1)
  N 397.8437   3.585m
```

```
  N 5,119,685.9123  E 290,922.1433              0+003.585
Line (1)

Curve (2)
  BC   N 5,119,685.9123  E 290,922.1433          0+003.585
  CTR  N 5,119,724.8568  E 292,071.4837
  PI   N 5,119,707.5664  E 290,921.4096

    Direction Back  N 397.8437
      Radius    1,150.000m
      Delta     2°09'31"(RT)
      Length    43.328m
      Tangent   21.667m
      Chord Direction    N 399.0430  Distance  43.325m
    Direction Ahead N 0.2422

  EC   N 5,119,729.2328  E 290,921.4920          0+046.913
Curve (2)

Line (3)
  N 0.2422   3.332m
  N 5,119,732.5647  E 290,921.5047              0+050.245
Line (3)

Curve (4)
  BC   N 5,119,732.5647  E 290,921.5047          0+050.245
  CTR  N 5,119,736.9407  E 289,771.5131
  PI   N 5,119,804.3647  E 290,921.7779

    Direction Back  N 0.2422
      Radius    1,150.000m
      Delta     7°08'43"(LT)
      Length    143.415m
      Tangent   71.801m
      Chord Direction    N 396.2726  Distance  143.322m
    Direction Ahead N 392.3030

  EC   N 5,119,875.6411  E 290,913.1181          0+193.660
Curve (4)

Line (5)
```

```
  N 392.3030    58.737m
  N 5,119,933.9495  E 290,906.0339              0+252.397
Line (5)

Curve (6)
  BC    N 5,119,933.9495  E 290,906.0339          0+252.397
  CTR   N 5,119,795.2491  E 289,764.4288
  PI    N 5,119,964.3656  E 290,902.3385

    Direction Back  N 392.3030
      Radius     1,150.000m
      Delta      3°03'09"(LT)
      Length     61.265m
      Tangent    30.640m
      Chord Direction     N 390.6073  Distance  61.258m
    Direction Ahead N 388.9115

  EC    N 5,119,994.5418  E 290,897.0287          0+313.662
Curve (6)

Line (7)
  N 388.9115    3.693m
  N 5,119,998.1789  E 290,896.3887              0+317.355
Line (7)

Curve (8)
  BC    N 5,119,998.1789  E 290,896.3887          0+317.355
  CTR   N 5,120,197.4716  E 292,028.9885
  PI    N 5,120,022.5985  E 290,892.0918

    Direction Back  N 388.9115
      Radius     1,150.000m
      Delta      2°28'13"(RT)
      Length     49.582m
      Tangent    24.795m
      Chord Direction     N 390.2839  Distance  49.578m
    Direction Ahead N 391.6563

  EC    N 5,120,047.1806  E 290,888.8514          0+366.937
Curve (8)
```

```
Line (9)
  N 391.6563   208.551m
  N 5,120,253.9428  E 290,861.5964                0+575.488
Line (9)

Curve Group (10)
************Spiral-In  ***************
        SI  N 5,120,253.9428  E 290,861.5964
        Long  Tangent     17.781m
        Short Tangent     8.892m
        Long  Chord       26.663m
        Spiral Length     26.667m
        Spiral Angle      3.1831 (d)
        Xs                26.658m
        Ys                0.494m
        p                 0.123m
        k                 13.332m
        k'                0.123m
************ Curve  **************
        CC N 5,120,235.7792  E 290,621.7900
        PI N 5,120,294.128m  E 290,855.014m
        TAN 14.064m
        Distance 28.080m   Bearing N 115.6069
        External Distance 0.412m
        Middle Ordinate   0.411m
        Radius            240.000m
        DEG               166.9263 (d)
        DELTA             6.7075 (d)
        LENGTH            28.096m'

************Spiral-Out  ***************
        SI  N 5,120,307.5488  E 290,850.8077
        Long  Tangent     17.781m
        Short Tangent     8.892m
        Long  Chord       26.663m
        Spiral Length     26.667m
        Spiral Angle      3.1831 (d)
        Xs                26.658m
        Ys                0.494m
        p                 0.123m
        k                 13.332m
```

```
        k'                0.123m

Line (11)
  **Non-Tangent** Radial Bearing N 291.6563
  N 377.1300   94.241m
  N 5,120,420.9039  E 290,808.7660               0+751.158
Line (11)

Curve (12)
  BC   N 5,120,420.9039  E 290,808.7660          0+751.158
  CTR  N 5,120,825.2031  E 291,885.3542
  PI   N 5,120,442.1136  E 290,800.8010

    Direction Back  N 377.1300
      Radius    1,150.000m
      Delta     2°15'26"(RT)
      Length    45.306m
      Tangent   22.656m
      Chord Direction    N 378.3840  Distance  45.303m
    Direction Ahead N 379.6380

  EC   N 5,120,463.6207  E 290,793.6775          0+796.464
Curve (12)

Line (13)
  N 379.6380   14.747m
  N 5,120,477.6201  E 290,789.0406               0+811.212
Line (13)

  N 5,120,477.6201  E 290,789.0406               0+811.212
End CP_DX

******************************************************************************
Alignment Length: 811.212m
******************************************************************************
```

8.2.1.5 SV01_WE

```
Horizontal Alignment Report
******************************************************************************
Alignment Name: SV1_EU2
```

```
Station Range: Start:  0+000.000, End: 0+193.522
Description:
**************************************************************************

Begin SV1_EU2
  N 5,120,523.9322  E 290,746.6847               0+000.000

Line (1)
  N 342.3929   41.564m
  N 5,120,549.6096  E 290,714.0002               0+041.564
Line (1)

Curve Group (2)
************Spiral-In  ****************
        SI  N 5,120,549.6096  E 290,714.0002
        Long  Tangent     26.991m
        Short Tangent     13.538m
        Long  Chord       40.204m
        Spiral Length     40.333m
        Spiral Angle      15.4062 (d)
        Xs                40.043m
        Ys                3.596m
        p                 0.901m
        k                 20.118m
        k'                0.901m
************ Curve  ***************
        CC N 5,120,621.7236  E 290,745.0699
        PI N 5,120,586.158m  E 290,678.102m
        TAN 11.166m
        Distance 22.088m   Bearing N 131.0804
        External Distance 0.827m
        Middle Ordinate   0.818m
        Radius            75.000m
        DEG               132.2519 (d)
        DELTA             16.9357 (d)
        LENGTH            22.169m'

************Spiral-Out  ***************
        SI  N 5,120,596.6826  E 290,674.3737
        Long  Tangent     26.991m
        Short Tangent     13.538m
```

```
        Long  Chord       40.204m
        Spiral Length     40.333m
        Spiral Angle      15.4062 (d)
        Xs                40.043m
        Ys                3.596m
        p                 0.901m
        k                 20.118m
        k'                0.901m

Line (3)
  N 395.4463   49.122m
  N 5,120,685.3627  E 290,664.4141              0+193.522
Line (3)

  N 5,120,685.3627  E 290,664.4141              0+193.522
End SV1_EU2

*************************************************************************
Alignment Length: 193.522m
*************************************************************************

*************************************************************************
File: U:\ANAS\AQ 2018-2022\DG 28 - SICILIA\VE407_SS51_Variante
Longarone\10_Modelli\01_C3D\SV\SV1.dwg
Report Date: 13/12/2022 10:19:08
Alignment Name: SV1_WE
Station Range: Start:  0+000.000, End: 0+416.338
Description:
*************************************************************************

Begin SV1_WE
  N 5,120,587.6680  E 290,639.4122              0+000.000

Line (1)
  N 149.7409   26.234m
  N 5,120,569.1935  E 290,658.0377              0+026.234
Line (1)

Curve (2)
  BC   N 5,120,569.1935  E 290,658.0377          0+026.234
  CTR  N 5,119,752.7175  E 289,848.1816
```

```
  PI    N 5,120,566.1172  E 290,661.1391

    Direction Back  N 149.7409
      Radius    1,150.000m
      Delta     0°26'07"(RT)
      Length    8.737m
      Tangent   4.368m
      Chord Direction    N 149.9827  Distance  8.737m
    Direction Ahead N 150.2245

  EC    N 5,120,563.0174  E 290,664.2172          0+034.971
Curve (2)

Line (3)
  N 150.2245   95.710m
  N 5,120,495.1019  E 290,731.6553               0+130.681
Line (3)

Curve Group (4)
************Spiral-In  ***************
        SI  N 5,120,495.1019  E 290,731.6553
        Long  Tangent     24.971m
        Short Tangent     12.498m
        Long  Chord       37.368m
        Spiral Length     37.408m
        Spiral Angle      8.9306 (d)
        Xs                37.318m
        Ys                1.940m
        p                 0.485m
        k                 18.689m
        k'                0.485m
************ Curve  ***************
        CC N 5,120,396.9451  E 290,659.3277
        PI N 5,120,464.877m  E 290,758.292m
        TAN 2.934m
        Distance 5.866m   Bearing N 338.2965
        External Distance 0.036m
        Middle Ordinate   0.036m
        Radius            120.000m
        DEG               152.1541 (d)
        DELTA             2.8009 (d)
```

```
        LENGTH            5.866m'

************Spiral-Out  ***************
        SI  N 5,120,462.4185  E 290,759.8923
        Long  Tangent     45.188m
        Short Tangent     22.671m
        Long  Chord       67.263m
        Spiral Length     67.500m
        Spiral Angle      16.1144 (d)
        Xs                66.968m
        Ys                6.292m
        p                 1.578m
        k                 33.661m
        k'                1.578m

Line (5)
  **Non-Tangent** Radial Bearing N 50.2245
  N 181.1644   96.754m
  N 5,120,307.6448  E 290,813.6479              0+338.209
Line (5)

Curve (6)
  BC   N 5,120,307.6448  E 290,813.6479          0+338.209
  CTR  N 5,119,973.5051  E 289,717.4424
  PI   N 5,120,298.4386  E 290,816.4541

    Direction Back  N 181.1644
      Radius    1,146.000m
      Delta     0°57'44"(RT)
      Length    19.248m
      Tangent   9.624m
      Chord Direction    N 181.6991  Distance  19.248m
    Direction Ahead N 182.2337

  EC   N 5,120,289.1867  E 290,819.1052          0+357.458
Curve (6)

Curve Group (7)
************Spiral-In  ***************
        SI  N 5,120,289.1867  E 290,819.1052
        Long  Tangent     16.473m
```

```
        Short Tangent     8.884m
        Long  Chord       25.216m
        Spiral Length     25.271m
        Spiral Angle      12.6975 (d)
        Xs                25.140m
        Ys                1.953m
        p                 0.485m
        k                 11.952m
        k'                0.485m
************ Curve  ***************
        CC N 5,120,261.0354  E 290,764.2523
        PI N 5,120,260.783m  E 290,824.366m
        TAN 3.704m
        Distance 7.393m   Bearing N 299.7331
        External Distance 0.114m
        Middle Ordinate   0.114m
        Radius            60.000m
        DEG               147.8217 (d)
        DELTA             7.0647 (d)
        LENGTH            7.398m'

************Spiral-Out  ***************
        SI  N 5,120,257.0877  E 290,824.1223
        Long  Tangent     17.379m
        Short Tangent     8.707m
        Long  Chord       25.950m
        Spiral Length     26.004m
        Spiral Angle      12.4161 (d)
        Xs                25.882m
        Ys                1.872m
        p                 0.469m
        k                 12.982m
        k'                0.469m

Line (8)
  **Non-Tangent** Radial Bearing N 82.2337
  N 217.9874   0.208m
  N 5,120,231.5103  E 290,818.6463              0+416.338
Line (8)

  N 5,120,231.5103  E 290,818.6463              0+416.338
```

```
End SV1_WE

********************************************************************************
Alignment Length: 416.338m
********************************************************************************
```

8.2.1.6 SV01_WE2

```
Horizontal Alignment Report
********************************************************************************
Alignment Name: SV1_EU2
Station Range: Start:  0+000.000, End: 0+193.522
Description:
********************************************************************************

Begin SV1_EU2
  N 5,120,523.9322  E 290,746.6847              0+000.000

Line (1)
  N 342.3929   41.564m
  N 5,120,549.6096  E 290,714.0002              0+041.564
Line (1)

Curve Group (2)
************Spiral-In  ****************
        SI  N 5,120,549.6096  E 290,714.0002
        Long  Tangent     26.991m
        Short Tangent     13.538m
        Long  Chord       40.204m
        Spiral Length     40.333m
        Spiral Angle      15.4062 (d)
        Xs                40.043m
        Ys                3.596m
        p                 0.901m
        k                 20.118m
        k'                0.901m
************ Curve  ***************
        CC N 5,120,621.7236  E 290,745.0699
        PI N 5,120,586.158m  E 290,678.102m
        TAN 11.166m
        Distance 22.088m   Bearing N 131.0804
```

```
        External Distance 0.827m
        Middle Ordinate   0.818m
        Radius            75.000m
        DEG               132.2519 (d)
        DELTA             16.9357 (d)
        LENGTH            22.169m'

************Spiral-Out  ***************
        SI  N 5,120,596.6826  E 290,674.3737
        Long  Tangent     26.991m
        Short Tangent     13.538m
        Long  Chord       40.204m
        Spiral Length     40.333m
        Spiral Angle      15.4062 (d)
        Xs                40.043m
        Ys                3.596m
        p                 0.901m
        k                 20.118m
        k'                0.901m

Line (3)
  N 395.4463   49.122m
  N 5,120,685.3627  E 290,664.4141              0+193.522
Line (3)

  N 5,120,685.3627  E 290,664.4141              0+193.522
End SV1_EU2

*************************************************************************
Alignment Length: 193.522m
*************************************************************************

*************************************************************************
File: U:\ANAS\AQ 2018-2022\DG 28 - SICILIA\VE407_SS51_Variante
Longarone\10_Modelli\01_C3D\SV\SV1.dwg
Report Date: 13/12/2022 10:19:28
Alignment Name: SV1_WE2
Station Range: Start:  0+000.000, End: 0+162.037
Description:
*************************************************************************
```

```
Begin SV1_WE2
  N 5,120,460.9021  E 290,624.5215              0+000.000

Line (1)
  N 396.0142   23.119m
  N 5,120,483.9755  E 290,623.0750              0+023.119
Line (1)

Curve Group (2)
************Spiral-In  ***************
        SI  N 5,120,483.9755  E 290,623.0750
        Long  Tangent     20.576m
        Short Tangent     10.353m
        Long  Chord       30.426m
        Spiral Length     30.625m
        Spiral Angle      21.9335 (d)
        Xs                30.179m
        Ys                3.867m
        p                 0.972m
        k                 15.238m
        k'                0.972m
************ Curve  ***************
        CC N 5,120,501.7472  E 290,663.0132
        PI N 5,120,560.184m  E 290,640.250m
        TAN 48.301m
        Distance 61.615m   Bearing N 23.6478
        External Distance 22.714m
        Middle Ordinate   14.487m
        Radius            40.000m
        DEG               41.2108 (d)
        DELTA             100.7413 (d)
        LENGTH            70.331m'

************Spiral-Out  ***************
        SI  N 5,120,536.7022  E 290,682.4591
        Long  Tangent     15.063m
        Short Tangent     7.557m
        Long  Chord       22.421m
        Spiral Length     22.500m
        Spiral Angle      16.1144 (d)
        Xs                22.323m
```

```
        Ys                2.097m
        p                 0.526m
        k                 11.220m
        k'                0.526m

Line (3)
  N 150.2245    15.462m
  N 5,120,511.3681  E 290,710.5710              0+162.037
Line (3)

  N 5,120,511.3681  E 290,710.5710              0+162.037
End SV1_WE2

*************************************************************************
Alignment Length: 162.037m
*************************************************************************
```

8.2.1.7 CP_SX

```
Horizontal Alignment Report
*************************************************************************
Alignment Name: CP_SX
Station Range: Start:  0+000.000, End: 0+460.492
Description:
*************************************************************************

Begin CP_SX
  N 5,120,574.4418  E 290,738.9580              0+000.000

Line (1)
  N 179.6380    53.585m
  N 5,120,523.5747  E 290,755.8061              0+053.585
Line (1)

Curve Group (2)
************Spiral-In  ****************
        SI  N 5,120,523.5747  E 290,755.8061
        Long  Tangent     12.332m
        Short Tangent     6.166m
        Long  Chord       18.495m
        Spiral Length     18.496m
```

```
        Spiral Angle      2.1195 (d)
        Xs                18.493m
        Ys                0.228m
        p                 0.057m
        k                 9.248m
        k'                0.057m
************ Curve  ***************
        CC N 5,120,436.1733  E 290,521.3385
        PI N 5,120,503.833m  E 290,762.019m
        TAN 2.202m
        Distance 4.404m   Bearing N 317.4463
        External Distance 0.010m
        Middle Ordinate   0.010m
        Radius            250.000m
        DEG               174.7517 (d)
        DELTA             1.0093 (d)
        LENGTH            4.404m'

************Spiral-Out  ***************
        SI  N 5,120,501.7078  E 290,762.5961
        Long  Tangent     12.332m
        Short Tangent     6.166m
        Long  Chord       18.495m
        Spiral Length     18.496m
        Spiral Angle      2.1195 (d)
        Xs                18.493m
        Ys                0.228m
        p                 0.057m
        k                 9.248m
        k'                0.057m

Line (3)
  N 185.4695   9.149m
  N 5,120,474.8339  E 290,769.0729              0+104.130
Line (3)

Curve (4)
  BC   N 5,120,474.8339  E 290,769.0729          0+104.130
  CTR  N 5,120,735.0427  E 291,889.2476
  PI   N 5,120,436.8114  E 290,777.9052
```

```
    Direction Back  N 185.4695
      Radius    1,150.000m
      Delta     3°53'17"(LT)
      Length    78.040m
      Tangent   39.035m
      Chord Direction    N 183.3094  Distance  78.025m
    Direction Ahead N 181.1493

  EC   N 5,120,399.4753  E 290,789.2955          0+182.169
Curve (4)

Line (5)
  N 181.1493   92.161m
  N 5,120,311.3252  E 290,816.1879               0+274.330
Line (5)

Curve (6)
  BC   N 5,120,311.3252  E 290,816.1879          0+274.330
  CTR  N 5,119,975.7578  E 289,716.2358
  PI   N 5,120,222.7966  E 290,843.1957

    Direction Back  N 181.1493
      Radius    1,150.000m
      Delta     9°12'11"(RT)
      Length    184.715m
      Tangent   92.557m
      Chord Direction    N 186.2621  Distance  184.517m
    Direction Ahead N 191.3748

  EC   N 5,120,131.0882  E 290,855.6973          0+459.046
Curve (6)

Line (7)
  N 191.3748   1.447m
  N 5,120,129.6546  E 290,855.8927               0+460.492
Line (7)

  N 5,120,129.6546  E 290,855.8927               0+460.492
End CP_SX

**********************************************************************
```

```
Alignment Length: 460.492m
**************************************************************************
```

8.2.2 Profili longitudinali - dati

8.2.2.1 A27

Vertical Alignment: A27_QP

Description:

Station Range: Start: 0+000.000, End: 0+904.967

Vertical Curve Information:(crest curve)			
PVC Station:	0+018.949	Elevation:	395.091m
PVI Station:	0+049.457	Elevation:	395.336m
PVT Station:	0+079.966	Elevation:	395.487m
High Point:	0+079.966	Elevation:	395.487m
Grade in(%):	0.80%	Grade out(%):	0.50%
Change(%):	0.31%	K:	200.000m
Curve Length:	61.017m	Curve Radius	20,000.000m
Passing Distance:	1,472.729m	Stopping Distance:	1,472.729m

Vertical Curve Information:(crest curve)			
PVC Station:	0+263.050	Elevation:	396.396m
PVI Station:	0+282.996	Elevation:	396.495m
PVT Station:	0+302.943	Elevation:	396.554m
High Point:	0+302.943	Elevation:	396.554m
Grade in(%):	0.50%	Grade out(%):	0.30%
Change(%):	0.20%	K:	200.000m
Curve Length:	39.893m	Curve Radius	20,000.000m
Passing Distance:	2,225.821m	Stopping Distance:	2,225.821m

Vertical Curve Information:(sag curve)			
PVC Station:	0+437.122	Elevation:	396.953m

PVI Station:	0+452.996	Elevation:	397.000m
PVT Station:	0+468.871	Elevation:	397.173m
Low Point:	0+437.122	Elevation:	396.953m
Grade in(%):	0.30%	Grade out(%):	1.09%
Change(%):	0.79%	K:	40.000m
Curve Length:	31.749m	Curve Radius	4,000.000m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+737.352	Elevation:	400.102m
PVI Station:	0+782.921	Elevation:	400.599m
PVT Station:	0+828.491	Elevation:	401.926m
Low Point:	0+737.352	Elevation:	400.102m
Grade in(%):	1.09%	Grade out(%):	2.91%
Change(%):	1.82%	K:	50.000m
Curve Length:	91.139m	Curve Radius	5,000.000m
Headlight Distance:	528.331m		

8.2.2.2 SV01_EU

Vertical Alignment: SV1_EU_QP

Description:

Station Range: Start: 0+000.000, End: 0+998.569

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+041.880	Elevation:	395.926m
PVI Station:	0+065.663	Elevation:	396.009m
PVT Station:	0+089.446	Elevation:	395.525m
High Point:	0+048.787	Elevation:	395.938m
Grade in(%):	0.35%	Grade out(%):	-2.03%

Change(%):	2.38%	K:	20.000m
Curve Length:	47.566m	Curve Radius	2,000.000m
Passing Distance:	208.790m	Stopping Distance:	208.790m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+093.691	Elevation:	395.439m
PVI Station:	0+105.789	Elevation:	395.193m
PVT Station:	0+117.887	Elevation:	395.240m
Low Point:	0+114.021	Elevation:	395.232m
Grade in(%):	-2.03%	Grade out(%):	0.39%
Change(%):	2.42%	K:	10.000m
Curve Length:	24.196m	Curve Radius	1,000.000m
Headlight Distance:	93.405m		

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+226.525	Elevation:	395.660m
PVI Station:	0+241.159	Elevation:	395.716m
PVT Station:	0+255.793	Elevation:	395.916m
Low Point:	0+226.525	Elevation:	395.660m
Grade in(%):	0.39%	Grade out(%):	1.36%
Change(%):	0.98%	K:	30.000m
Curve Length:	29.268m	Curve Radius	3,000.000m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+485.635	Elevation:	399.047m
PVI Station:	0+503.826	Elevation:	399.294m
PVT Station:	0+522.017	Elevation:	400.204m
Low Point:	0+485.635	Elevation:	399.047m
Grade in(%):	1.36%	Grade out(%):	5.00%

Change(%):	3.64%	K:	10.000m
Curve Length:	36.383m	Curve Radius	1,000.000m
Headlight Distance:	56.200m		

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+641.660	Elevation:	406.187m
PVI Station:	0+735.975	Elevation:	410.903m
PVT Station:	0+830.290	Elevation:	406.724m
High Point:	0+741.671	Elevation:	408.687m
Grade in(%):	5.00%	Grade out(%):	-4.43%
Change(%):	9.43%	K:	20.000m
Curve Length:	188.629m	Curve Radius	2,000.000m
Passing Distance:	132.665m	Stopping Distance:	132.665m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+831.332	Elevation:	406.678m
PVI Station:	0+879.501	Elevation:	404.544m
PVT Station:	0+927.670	Elevation:	407.050m
Low Point:	0+875.642	Elevation:	405.696m
Grade in(%):	-4.43%	Grade out(%):	5.20%
Change(%):	9.63%	K:	10.000m
Curve Length:	96.338m	Curve Radius	1,000.000m
Headlight Distance:	51.019m		

8.2.2.3 SV01_EU2

Vertical Alignment: SV1_EU2_QP

Description:

Station Range: Start: 0+006.717, End: 0+193.481

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+076.196	Elevation:	406.486m
PVI Station:	0+095.484	Elevation:	405.589m
PVT Station:	0+114.772	Elevation:	405.436m
Low Point:	0+114.772	Elevation:	405.436m
Grade in(%):	-4.65%	Grade out(%):	-0.79%
Change(%):	3.86%	K:	10.000m
Curve Length:	38.576m	Curve Radius	1,000.000m
Headlight Distance:	54.405m		

8.2.2.4 CP_DX

Vertical Alignment: Compl_DX_QP

Description:

Station Range: Start: 0+000.000, End: 0+811.212

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+000.686	Elevation:	394.906m
PVI Station:	0+011.592	Elevation:	394.998m
PVT Station:	0+022.499	Elevation:	395.031m
High Point:	0+022.499	Elevation:	395.031m
Grade in(%):	0.84%	Grade out(%):	0.30%
Change(%):	0.55%	K:	40.000m
Curve Length:	21.813m	Curve Radius	4,000.000m
Passing Distance:	817.756m	Stopping Distance:	817.756m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+122.665	Elevation:	395.329m
PVI Station:	0+127.683	Elevation:	395.343m
PVT Station:	0+132.700	Elevation:	395.375m
Low Point:	0+122.665	Elevation:	395.329m

Grade in(%):	0.30%	Grade out(%):	0.63%
Change(%):	0.33%	K:	30.000m
Curve Length:	10.035m	Curve Radius	3,000.000m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+145.347	Elevation:	395.455m
PVI Station:	0+158.809	Elevation:	395.540m
PVT Station:	0+172.271	Elevation:	395.601m
High Point:	0+172.271	Elevation:	395.601m
Grade in(%):	0.63%	Grade out(%):	0.45%
Change(%):	0.18%	K:	150.000m
Curve Length:	26.924m	Curve Radius	15,000.000m
Passing Distance:	2,464.792m	Stopping Distance:	2,464.792m

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+374.888	Elevation:	396.518m
PVI Station:	0+389.926	Elevation:	396.586m
PVT Station:	0+404.963	Elevation:	396.541m
High Point:	0+392.990	Elevation:	396.559m
Grade in(%):	0.45%	Grade out(%):	-0.30%
Change(%):	0.75%	K:	40.000m
Curve Length:	30.074m	Curve Radius	4,000.000m
Passing Distance:	600.253m	Stopping Distance:	600.253m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+427.388	Elevation:	396.474m
PVI Station:	0+450.874	Elevation:	396.404m
PVT Station:	0+474.360	Elevation:	396.609m
Low Point:	0+439.361	Elevation:	396.456m

Grade in(%):	-0.30%	Grade out(%):	0.87%
Change(%):	1.17%	K:	40.000m
Curve Length:	46.972m	Curve Radius	4,000.000m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+511.489	Elevation:	396.934m
PVI Station:	0+530.207	Elevation:	397.098m
PVT Station:	0+548.926	Elevation:	397.612m
Low Point:	0+511.489	Elevation:	396.934m
Grade in(%):	0.87%	Grade out(%):	2.75%
Change(%):	1.87%	K:	20.000m
Curve Length:	37.437m	Curve Radius	2,000.000m
Headlight Distance:	282.573m		

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+573.581	Elevation:	398.289m
PVI Station:	0+616.153	Elevation:	399.459m
PVT Station:	0+658.725	Elevation:	398.980m
High Point:	0+634.011	Elevation:	399.119m
Grade in(%):	2.75%	Grade out(%):	-1.12%
Change(%):	3.87%	K:	22.000m
Curve Length:	85.145m	Curve Radius	2,200.000m
Passing Distance:	156.261m	Stopping Distance:	156.261m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+669.100	Elevation:	398.864m
PVI Station:	0+695.027	Elevation:	398.573m
PVT Station:	0+720.954	Elevation:	398.819m
Low Point:	0+697.184	Elevation:	398.706m

Grade in(%):	-1.12%	Grade out(%):	0.95%
Change(%):	2.07%	K:	25.000m
Curve Length:	51.854m	Curve Radius	2,500.000m
Headlight Distance:	206.217m		

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+773.283	Elevation:	399.317m
PVI Station:	0+775.428	Elevation:	399.337m
PVT Station:	0+777.573	Elevation:	399.360m
Low Point:	0+773.283	Elevation:	399.317m
Grade in(%):	0.95%	Grade out(%):	1.09%
Change(%):	0.14%	K:	30.000m
Curve Length:	4.290m	Curve Radius	3,000.000m
Headlight Distance:			

Vertical Alignment: SV1_WE2_QP

Description:

Station Range: Start: 0+000.000, End: 0+162.037

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+049.864	Elevation:	408.224m
PVI Station:	0+082.534	Elevation:	406.405m
PVT Station:	0+115.204	Elevation:	405.654m
Low Point:	0+115.204	Elevation:	405.654m
Grade in(%):	-5.57%	Grade out(%):	-2.30%
Change(%):	3.27%	K:	20.000m
Curve Length:	65.340m	Curve Radius	2,000.000m
Headlight Distance:	92.409m		

8.2.2.5 SV01_WE

Vertical Alignment: Sv1_WE_QP

Description:

Station Range: Start: 0+000.000, End: 0+416.338

Vertical Curve Information:(crest curve)			
PVC Station:	0+016.144	Elevation:	405.445m
PVI Station:	0+085.912	Elevation:	406.130m
PVT Station:	0+155.680	Elevation:	401.946m
High Point:	0+035.763	Elevation:	405.541m
Grade in(%):	0.98%	Grade out(%):	-6.00%
Change(%):	6.98%	K:	20.000m
Curve Length:	139.535m	Curve Radius	2,000.000m
Passing Distance:	132.665m	Stopping Distance:	132.665m

Vertical Curve Information:(sag curve)			
PVC Station:	0+166.739	Elevation:	401.283m
PVI Station:	0+194.053	Elevation:	399.646m
PVT Station:	0+221.366	Elevation:	399.500m
Low Point:	0+221.366	Elevation:	399.500m
Grade in(%):	-6.00%	Grade out(%):	-0.53%
Change(%):	5.46%	K:	10.000m
Curve Length:	54.627m	Curve Radius	1,000.000m
Headlight Distance:	51.019m		

Vertical Curve Information:(crest curve)			
PVC Station:	0+222.555	Elevation:	399.494m
PVI Station:	0+233.992	Elevation:	399.433m
PVT Station:	0+245.428	Elevation:	399.267m
High Point:	0+222.555	Elevation:	399.494m
Grade in(%):	-0.53%	Grade out(%):	-1.45%

Change(%):	0.91%	K:	25.000m
Curve Length:	22.874m	Curve Radius	2,500.000m
Passing Distance:	492.341m	Stopping Distance:	492.341m

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+347.989	Elevation:	397.782m
PVI Station:	0+359.290	Elevation:	397.618m
PVT Station:	0+370.591	Elevation:	397.327m
High Point:	0+347.989	Elevation:	397.782m
Grade in(%):	-1.45%	Grade out(%):	-2.58%
Change(%):	1.13%	K:	20.000m
Curve Length:	22.602m	Curve Radius	2,000.000m
Passing Distance:	400.655m	Stopping Distance:	400.655m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+375.027	Elevation:	397.212m
PVI Station:	0+383.739	Elevation:	396.988m
PVT Station:	0+392.450	Elevation:	397.016m
Low Point:	0+390.496	Elevation:	397.013m
Grade in(%):	-2.58%	Grade out(%):	0.33%
Change(%):	2.90%	K:	6.000m
Curve Length:	17.423m	Curve Radius	600.000m
Headlight Distance:	56.490m		

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+393.584	Elevation:	397.020m
PVI Station:	0+397.852	Elevation:	397.034m
PVT Station:	0+402.121	Elevation:	396.999m
High Point:	0+396.026	Elevation:	397.024m
Grade in(%):	0.33%	Grade out(%):	-0.81%

Change(%):	1.14%	K:	7.500m
Curve Length:	8.537m	Curve Radius	750.000m
Passing Distance:	390.824m	Stopping Distance:	390.824m

8.2.2.6 SV01_WE2

Vertical Alignment: SV1_WE2_QP

Description:

Station Range: Start: 0+000.000, End: 0+162.037

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+049.864	Elevation:	408.224m
PVI Station:	0+082.534	Elevation:	406.405m
PVT Station:	0+115.204	Elevation:	405.654m
Low Point:	0+115.204	Elevation:	405.654m
Grade in(%):	-5.57%	Grade out(%):	-2.30%
Change(%):	3.27%	K:	20.000m
Curve Length:	65.340m	Curve Radius	2,000.000m
Headlight Distance:	92.409m		

8.2.2.7 CP_SX

Vertical Alignment: Compl_SX_QP

Description:

Station Range: Start: 0+000.000, End: 0+460.492

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+014.222	Elevation:	401.296m
PVI Station:	0+035.594	Elevation:	400.717m
PVT Station:	0+056.966	Elevation:	400.341m
Low Point:	0+056.966	Elevation:	400.341m

Grade in(%):	-2.71%	Grade out(%):	-1.76%
Change(%):	0.95%	K:	45.000m
Curve Length:	42.744m	Curve Radius	4,500.000m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+079.342	Elevation:	399.947m
PVI Station:	0+093.143	Elevation:	399.704m
PVT Station:	0+106.945	Elevation:	399.842m
Low Point:	0+096.942	Elevation:	399.792m
Grade in(%):	-1.76%	Grade out(%):	1.00%
Change(%):	2.76%	K:	10.000m
Curve Length:	27.603m	Curve Radius	1,000.000m
Headlight Distance:	74.068m		

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+108.443	Elevation:	399.857m
PVI Station:	0+132.953	Elevation:	400.102m
PVT Station:	0+157.464	Elevation:	399.747m
High Point:	0+128.449	Elevation:	399.957m
Grade in(%):	1.00%	Grade out(%):	-1.45%
Change(%):	2.45%	K:	20.000m
Curve Length:	49.022m	Curve Radius	2,000.000m
Passing Distance:	204.023m	Stopping Distance:	204.023m

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+292.459	Elevation:	397.788m
PVI Station:	0+292.771	Elevation:	397.784m
PVT Station:	0+293.084	Elevation:	397.779m
High Point:	0+292.459	Elevation:	397.788m

Grade in(%):	-1.45%	Grade out(%):	-1.51%
Change(%):	0.06%	K:	10.000m
Curve Length:	0.626m	Curve Radius	1,000.000m
Passing Distance:	7,032.367m	Stopping Distance:	7,032.367m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+323.744	Elevation:	397.315m
PVI Station:	0+354.049	Elevation:	396.856m
PVT Station:	0+384.354	Elevation:	396.765m
Low Point:	0+384.354	Elevation:	396.765m
Grade in(%):	-1.51%	Grade out(%):	-0.30%
Change(%):	1.21%	K:	50.000m
Curve Length:	60.610m	Curve Radius	5,000.000m
Headlight Distance:			

Vertical Alignment: SV1_WE2_QP

Description:

Station Range: Start: 0+000.000, End: 0+162.037

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+049.864	Elevation:	408.224m
PVI Station:	0+082.534	Elevation:	406.405m
PVT Station:	0+115.204	Elevation:	405.654m
Low Point:	0+115.204	Elevation:	405.654m
Grade in(%):	-5.57%	Grade out(%):	-2.30%
Change(%):	3.27%	K:	20.000m
Curve Length:	65.340m	Curve Radius	2,000.000m
Headlight Distance:	92.409m		

8.3 SVINCOLO ZONA INDUSTRIALE

8.3.1 Tabulati di tracciamento planimetrico

8.3.1.1 SV02_EU

Alignment Name: SV2_EU
Chainage Range: Start: 0+000.000, End: 0+423.654
Description:
****

Begin SV2_EU
N 5,124,339.7671 E 292,018.4347 0+000.000

Line (1)
N 22.9111 39.999m
N 5,124,377.2039 E 292,032.5212 0+039.999
Line (1)

Curve Group (2)
**********Spiral-In **********
SI N 5,124,377.2039 E 292,032.5212
Long Tangent 13.500m
Short Tangent 6.750m
Long Chord 20.249m
Spiral Length 20.250m
Spiral Angle 1.4503 (d)
Xs 20.249m
Ys 0.171m
p 0.043m
k 10.125m
k' 0.043m
********** Curve **********
CC N 5,124,245.7974 E 292,410.5014
PI N 5,124,404.534m E 292,043.234m
TAN 9.107m
Distance 18.208m Bearing N 74.0283

External Distance 0.104m
Middle Ordinate 0.104m
Radius 400.000m
DEG 177.3916 (d)
DELTA 2.6084 (d)
LENGTH 18.210m'
**********Spiral-Out **********
SI N 5,124,412.8092 E 292,047.0361
Long Tangent 13.500m
Short Tangent 6.750m
Long Chord 20.249m
Spiral Length 20.250m
Spiral Angle 1.4503 (d)
Xs 20.249m
Ys 0.171m
p 0.043m
k 10.125m
k' 0.043m
**********Spiral-In **********
SI N 5,124,431.0638 E 292,055.8001
Long Tangent 13.500m
Short Tangent 6.750m
Long Chord 20.249m
Spiral Length 20.250m
Spiral Angle 1.4503 (d)
Xs 20.249m
Ys 0.171m
p 0.043m
k 10.125m
k' 0.043m
********** Curve **********
CC N 5,124,616.3302 E 291,701.0987
PI N 5,124,457.730m E 292,068.429m
TAN 9.257m
Distance 18.509m Bearing N 74.0522
External Distance 0.107m
Middle Ordinate 0.107m

Radius 400.000m
DEG 177.3486 (d)
DELTA 2.6514 (d)
LENGTH 18.510m'
**********Spiral-Out **********
SI N 5,124,466.3108 E 292,071.9008
Long Tangent 13.500m
Short Tangent 6.750m
Long Chord 20.249m
Spiral Length 20.250m
Spiral Angle 1.4503 (d)
Xs 20.249m
Ys 0.171m
p 0.043m
k 10.125m
k' 0.043m
Curve Group (2)

Line (3)
N 22.8633 265.934m
N 5,124,734.1756 E 292,172.6444 0+423.654
Line (3)

N 5,124,734.1756 E 292,172.6444 0+423.654
End SV2_EU

****
Alignment Length: 423.654m
****

8.3.1.2 SV02_EE

Alignment Name: SV2_EE
Chainage Range: Start: 0+000.000, End: 0+278.799
Description:
****

Begin SV2_EE
N 5,124,765.0560 E 292,184.2375 0+000.000

Line (1)
N 22.8621 120.000m
N 5,124,877.4010 E 292,226.4112 0+120.000
Line (1)

Curve Group (2)
**********Spiral-In **********
SI N 5,124,877.4010 E 292,226.4112
Long Tangent 17.117m
Short Tangent 8.560m
Long Chord 25.667m
Spiral Length 25.671m
Spiral Angle 3.2685 (d)
Xs 25.663m
Ys 0.488m
p 0.122m
k 12.834m
k' 0.122m
********** Curve **********
CC N 5,124,810.2979 E 292,441.6827
PI N 5,124,917.404m E 292,243.025m
TAN 17.656m
Distance 35.204m Bearing N 68.5207
External Distance 0.692m
Middle Ordinate 0.690m
Radius 225.000m
DEG 167.7576 (d)
DELTA 8.9738 (d)
LENGTH 35.240m'
Curve Group (2)

Curve Group (3)
**********Spiral-Out **********
SI N 5,124,932.2424 E 292,252.5940

Long Tangent 11.390m
Short Tangent 5.696m
Long Chord 17.083m
Spiral Length 17.084m
Spiral Angle 2.1753 (d)
Xs 17.082m
Ys 0.216m
p 0.054m
k 8.542m
k' 0.054m
**********Tangent *** **********
N 5,124,946.3603 E 292,262.2131 0+197.996
Direction N 38.8817
Length 13.448m
N 5,124,957.3767 E 292,269.9251 0+211.443
Curve Group (3)

Curve Group (4)
**********Spiral-In **********
SI N 5,124,957.3767 E 292,269.9251
Long Tangent 15.135m
Short Tangent 7.613m
Long Chord 22.392m
Spiral Length 22.533m
Spiral Angle 21.5177 (d)
Xs 22.218m
Ys 2.793m
p 0.702m
k 11.214m
k' 0.702m
********** Curve **********
CC N 5,124,984.1703 E 292,251.2048
PI N 5,124,992.290m E 292,284.000m
TAN 15.539m
Distance 27.596m Bearing N 115.4518
External Distance 3.785m
Middle Ordinate 3.361m

Radius 30.000m
DEG 92.2265 (d)
DELTA 54.7648 (d)
LENGTH 28.675m'
**********Spiral-Out **********
SI N 5,125,003.9660 E 292,273.7465
Long Tangent 8.039m
Short Tangent 4.027m
Long Chord 12.012m
Spiral Length 12.033m
Spiral Angle 11.4910 (d)
Xs 11.985m
Ys 0.802m
p 0.201m
k 6.009m
k' 0.201m
Curve Group (4)

Line (5)
N 341.3555 4.115m
N 5,125,014.3431 E 292,261.4111 0+278.799
Line (5)

N 5,125,014.3431 E 292,261.4111 0+278.799
End SV2_EE

****
Alignment Length: 278.799m
****

8.3.1.3 SV02_WU

Alignment Name: SV2_WU
Chainage Range: Start: 0+000.000, End: 0+447.000
Description:
****

Begin SV2_WU
N 5,125,197.9705 E 292,300.8796 0+000.000

Curve (1)
BC N 5,125,197.9705 E 292,300.8796 0+000.000
CTR N 5,125,496.9429 E 290,729.8760
PI N 5,125,193.0587 E 292,299.9448

Direction Back N 211.9721
Radius 1,599.199m
Delta 0°21'30"(RT)
Length 10.000m
Tangent 5.000m
Chord Direction N 212.1712 Distance 10.000m
Direction Ahead N 212.3702

EC N 5,125,188.1528 E 292,298.9793 0+010.000
Curve (1)

Curve Group (2)
**********Spiral-In **********
SI N 5,125,188.1528 E 292,298.9793
Long Tangent 11.626m
Short Tangent 8.171m
Long Chord 19.795m
Spiral Length 19.795m
Spiral Angle 1.4888 (d)
Xs 19.794m
Ys 0.212m
p 0.043m
k 6.803m
k' 0.043m
********** Curve **********
CC N 5,125,278.0315 E 291,807.0326
PI N 5,125,147.067m E 292,290.089m
TAN 22.243m
Distance 44.441m Bearing N 283.1454

External Distance 0.494m
Middle Ordinate 0.494m
Radius 500.000m
DEG 173.4169 (d)
DELTA 5.0943 (d)
LENGTH 44.456m'
Curve Group (2)

Curve Group (3)
**********Spiral-Out **********
SI N 5,125,125.8798 E 292,283.3202
Long Tangent 13.334m
Short Tangent 6.667m
Long Chord 20.000m
Spiral Length 20.000m
Spiral Angle 1.1459 (d)
Xs 19.999m
Ys 0.133m
p 0.033m
k 10.000m
k' 0.033m
**********Tangent *** **********
N 5,125,106.9114 E 292,276.9807 0+094.251
Direction N 220.9580
Length 227.545m
N 5,124,891.5858 E 292,203.4170 0+321.796
Curve Group (3)

Compound Curve

Non-Tangent Radial Bearing N 120.9580
Curve (4)
BC N 5,124,891.5858 E 292,203.4170 0+321.796
CTR N 5,125,263.3727 E 291,115.1733
PI N 5,124,875.2994 E 292,197.8529

Direction Back N 220.9580

Radius 1,150.000m
Delta 1°42'53"(RT)
Length 34.419m
Tangent 17.211m
Chord Direction N 221.9107 Distance 34.418m
Direction Ahead N 222.8633

EC N 5,124,859.1867 E 292,191.8040 0+356.215
Curve (4)

Line (5)
N 222.8633 90.785m
N 5,124,774.1942 E 292,159.8963 0+447.000
Line (5)

N 5,124,774.1942 E 292,159.8963 0+447.000
End SV2_WU

****
Alignment Length: 447.000m
****

8.3.1.4 SV02_WE

Alignment Name: SV2_WE
Chainage Range: Start: 0+000.000, End: 0+307.898
Description:
****

Begin SV2_WE
N 5,124,743.3137 E 292,148.3032 0+000.000

Line (1)
N 222.8633 127.266m
N 5,124,624.1671 E 292,103.5735 0+127.266
Line (1)

Curve Group (2)
**********Spiral-In **********
SI N 5,124,624.1671 E 292,103.5735
Long Tangent 15.404m
Short Tangent 7.703m
Long Chord 23.102m
Spiral Length 23.104m
Spiral Angle 2.6475 (d)
Xs 23.099m
Ys 0.356m
p 0.089m
k 11.551m
k' 0.089m
********** Curve **********
CC N 5,124,701.2507 E 291,865.3802
PI N 5,124,579.616m E 292,085.230m
TAN 25.084m
Distance 49.917m Bearing N 267.8288
External Distance 1.255m
Middle Ordinate 1.249m
Radius 250.000m
DEG 165.8933 (d)
DELTA 11.4592 (d)
LENGTH 50.000m'
Curve Group (2)

Curve Group (3)
**********Spiral-Out **********
SI N 5,124,558.9893 E 292,070.9567
Long Tangent 11.971m
Short Tangent 5.986m
Long Chord 17.955m
Spiral Length 17.956m
Spiral Angle 2.0576 (d)
Xs 17.954m
Ys 0.215m
p 0.054m

k 8.978m
k' 0.054m
**********Tangent *** **********
N 5,124,544.4737 E 292,060.3890 0+218.326
Direction N 240.8237
Length 17.841m
N 5,124,530.1769 E 292,049.7165 0+236.167
Curve Group (3)

Curve Group (4)
**********Spiral-In **********
SI N 5,124,530.1769 E 292,049.7165
Long Tangent 15.135m
Short Tangent 7.613m
Long Chord 22.392m
Spiral Length 22.533m
Spiral Angle 21.5177 (d)
Xs 22.218m
Ys 2.793m
p 0.702m
k 11.214m
k' 0.702m
********** Curve **********
CC N 5,124,502.8248 E 292,067.6109
PI N 5,124,497.437m E 292,035.054m
TAN 13.748m
Distance 24.996m Bearing N 310.4407
External Distance 3.000m
Middle Ordinate 2.727m
Radius 30.000m
DEG 93.8357 (d)
DELTA 49.2403 (d)
LENGTH 25.782m'
**********Spiral-Out **********
SI N 5,124,486.0418 E 292,042.7447
Long Tangent 10.797m
Short Tangent 5.415m

Long Chord 16.082m
Spiral Length 16.133m
Spiral Angle 15.4062 (d)
Xs 16.017m
Ys 1.439m
p 0.361m
k 8.047m
k' 0.361m
Curve Group (4)

Line (5)
N 145.0856 7.282m
N 5,124,469.7940 E 292,059.5050 0+307.898
Line (5)

N 5,124,469.7940 E 292,059.5050 0+307.898
End SV2_WE

****
Alignment Length: 307.898m
****

8.3.2 Profili longitudinali - dati

8.3.2.1 SV02_EU

Vertical Alignment: SV2_EU_QP
Description:
Chainage Range: Start: 0+000.000, End: 0+423.654

Vertical Curve Information:(sag curve)			
PVC Chainage:	0+012.212	Level:	420.837m
VIP Station:	0+017.669	Level:	420.931m
PVT Chainage:	0+023.127	Level:	421.042m
Low Point:	0+012.212	Level:	420.837m
Gradient in(%):	1.72%	Gradient out(%):	2.03%

Change(%):	0.31%	K:	35.000m
Curve Length:	10.915m	Curve Radius	3,500.000m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Chainage:	0+047.412	Level:	421.535m
VIP Station:	0+061.204	Level:	421.816m
PVT Chainage:	0+074.996	Level:	421.882m
High Point:	0+074.996	Level:	421.882m
Gradient in(%):	2.03%	Gradient out(%):	0.48%
Change(%):	1.55%	K:	17.742m
Curve Length:	27.584m	Curve Radius	1,774.227m
Overtaking Distance:	296.801m	Stopping Distance:	296.801m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Chainage:	0+398.105	Level:	423.429m
VIP Station:	0+406.423	Level:	423.469m
PVT Chainage:	0+414.741	Level:	423.647m
Low Point:	0+398.105	Level:	423.429m
Gradient in(%):	0.48%	Gradient out(%):	2.14%
Change(%):	1.66%	K:	10.000m
Curve Length:	16.636m	Curve Radius	1,000.000m
Headlight Distance:	689.020m		

8.3.2.2 SV02_EE

Vertical Alignment: SV2_EE_QP

Description:

Chainage Range: Start: 0+000.000, End: 0+278.799

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Chainage:	0+018.128	Level:	423.763m
VIP Station:	0+027.314	Level:	423.643m
PVT Chainage:	0+036.500	Level:	423.692m
Low Point:	0+031.219	Level:	423.678m
Gradient in(%):	-1.31%	Gradient out(%):	0.53%
Change(%):	1.84%	K:	10.000m
Curve Length:	18.372m	Curve Radius	1,000.000m
Headlight Distance:	251.147m		

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Chainage:	0+075.613	Level:	423.898m
VIP Station:	0+113.829	Level:	424.100m
PVT Chainage:	0+152.046	Level:	425.762m
Low Point:	0+075.613	Level:	423.898m
Gradient in(%):	0.53%	Gradient out(%):	4.35%
Change(%):	3.82%	K:	20.000m
Curve Length:	76.434m	Curve Radius	2,000.000m
Headlight Distance:	87.105m		

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Chainage:	0+233.689	Level:	429.313m
VIP Station:	0+254.094	Level:	430.201m
PVT Chainage:	0+274.499	Level:	429.423m
High Point:	0+255.437	Level:	429.786m
Gradient in(%):	4.35%	Gradient out(%):	-3.81%
Change(%):	8.16%	K:	5.000m
Curve Length:	40.811m	Curve Radius	500.000m
Overtaking Distance:	74.313m	Stopping Distance:	74.313m

8.3.2.3 SV02_WU

Vertical Alignment: SV2_WU_QP

Description:

Chainage Range: Start: 0+000.000, End: 0+446.986

Vertical Curve Information:(sag curve)			
PVC Chainage:	0+001.883	Level:	424.988m
VIP Station:	0+008.406	Level:	424.998m
PVT Chainage:	0+014.929	Level:	425.030m
Low Point:	0+001.883	Level:	424.988m
Gradient in(%):	0.16%	Gradient out(%):	0.49%
Change(%):	0.33%	K:	40.000m
Curve Length:	13.046m	Curve Radius	4,000.000m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(crest curve)			
PVC Chainage:	0+074.715	Level:	425.323m
VIP Station:	0+084.777	Level:	425.373m
PVT Chainage:	0+094.839	Level:	425.321m
High Point:	0+084.525	Level:	425.348m
Gradient in(%):	0.49%	Gradient out(%):	-0.52%
Change(%):	1.01%	K:	20.000m
Curve Length:	20.124m	Curve Radius	2,000.000m
Overtaking Distance:	447.357m	Stopping Distance:	447.357m

Vertical Curve Information:(sag curve)			
PVC Chainage:	0+409.751	Level:	423.697m
VIP Station:	0+418.504	Level:	423.652m
PVT Chainage:	0+427.256	Level:	423.760m
Low Point:	0+414.909	Level:	423.684m
Gradient in(%):	-0.52%	Gradient out(%):	1.23%

Change(%):	1.75%	K:	10.000m
Curve Length:	17.505m	Curve Radius	1,000.000m
Headlight Distance:	363.786m		

8.3.2.4 SV02_WE

Vertical Alignment: SV2_WE_QP

Description:

Chainage Range: Start: 0+000.000, End: 0+307.898

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Chainage:	0+015.235	Level:	423.521m
VIP Station:	0+019.809	Level:	423.425m
PVT Chainage:	0+024.383	Level:	423.372m
Low Point:	0+024.383	Level:	423.372m
Gradient in(%):	-2.08%	Gradient out(%):	-1.17%
Change(%):	0.91%	K:	10.000m
Curve Length:	9.149m	Curve Radius	1,000.000m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Chainage:	0+134.672	Level:	422.082m
VIP Station:	0+179.830	Level:	421.553m
PVT Chainage:	0+224.988	Level:	423.064m
Low Point:	0+158.069	Level:	421.945m
Gradient in(%):	-1.17%	Gradient out(%):	3.35%
Change(%):	4.52%	K:	20.000m
Curve Length:	90.317m	Curve Radius	2,000.000m
Headlight Distance:	86.073m		

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Chainage:	0+253.884	Level:	424.031m

VIP Station:	0+265.219	Level:	424.410m
PVT Chainage:	0+276.553	Level:	424.533m
High Point:	0+276.553	Level:	424.533m
Gradient in(%):	3.35%	Gradient out(%):	1.08%
Change(%):	2.27%	K:	10.000m
Curve Length:	22.669m	Curve Radius	1,000.000m
Overtaking Distance:	205.433m	Stopping Distance:	205.433m

8.4 SVINCOLO LONGARONE

8.4.1 Tabulati di tracciamento planimetrico

8.4.1.1 SV03_NU

Alignment Name: SV3_NU
Chainage Range: Start: 0+000.000, End: 0+193.361
Description:
****

Begin SV3_NU
N 5,126,721.5150 E 292,319.0332 0+000.000

Curve (1)
BC N 5,126,721.5150 E 292,319.0332 0+000.000
CTR N 5,126,608.0107 E 292,915.5810
PI N 5,126,716.6029 E 292,318.0986

Direction Back N 211.9698
Radius 607.250m
Delta 0°56'37"(LT)
Length 10.000m
Tangent 5.000m
Chord Direction N 211.4456 Distance 10.000m
Direction Ahead N 210.9214

EC N 5,126,711.6762 E 292,317.2450 0+010.000
Curve (1)

Curve Group (2)
**********Spiral-Out **********
SI N 5,126,711.6762 E 292,317.2450
Long Tangent 11.111m
Short Tangent 5.555m
Long Chord 16.666m
Spiral Length 16.666m
Spiral Angle 0.7862 (d)
Xs 16.666m
Ys 0.076m
p 0.019m
k 8.333m
k' 0.019m
**********Tangent *** **********
N 5,126,695.2297 E 292,314.5503 0+026.666
Direction N 210.0478
Length 0.031m
N 5,126,695.1988 E 292,314.5453 0+026.697
Curve Group (2)

Curve Group (3)
**********Spiral-In **********
SI N 5,126,695.1988 E 292,314.5453
Long Tangent 18.236m
Short Tangent 9.154m
Long Chord 27.112m
Spiral Length 27.222m
Spiral Angle 17.3302 (d)
Xs 26.974m
Ys 2.727m
p 0.684m
k 13.570m
k' 0.684m
********** Curve **********

CC N 5,126,688.9781 E 292,267.2964
PI N 5,126,619.439m E 292,283.045m
TAN 55.305m
Distance 69.810m Bearing N 214.1787
External Distance 26.300m
Middle Ordinate 16.599m
Radius 45.000m
DEG 44.5838 (d)
DELTA 101.7319 (d)
LENGTH 79.900m'
**********Spiral-Out **********
SI N 5,126,653.5686 E 292,239.5266
Long Tangent 17.200m
Short Tangent 8.630m
Long Chord 25.596m
Spiral Length 25.689m
Spiral Angle 16.3541 (d)
Xs 25.480m
Ys 2.430m
p 0.609m
k 12.810m
k' 0.609m
Curve Group (3)

Line (4)
Non-Tangent Radial Bearing N 310.9214
N 360.5103 7.642m
N 5,126,679.1078 E 292,218.2959 0+167.151
Line (4)

Line (5)
Non-Tangent Radial Bearing N 310.9214
N 360.5103 26.210m
N 5,126,700.4353 E 292,203.0602 0+193.361
Line (5)

N 5,126,700.4353 E 292,203.0602 0+193.361

End SV3_NU

****

Alignment Length: 193.361m

****

8.4.1.2 SV03_SE

Alignment Name: SV3_SE

Chainage Range: Start: 0+000.000, End: 0+176.296

Description:

****

Begin SV3_SE

N 5,126,675.3243 E 292,209.3294 0+000.000

Line (1)

N 175.5167 59.628m

N 5,126,620.0517 E 292,231.7002 0+059.628

Line (1)

Curve Group (2)

**********Spiral-In **********

SI N 5,126,620.0517 E 292,231.7002

Long Tangent 22.280m

Short Tangent 11.164m

Long Chord 33.260m

Spiral Length 33.333m

Spiral Angle 12.7324 (d)

Xs 33.169m

Ys 2.460m

p 0.616m

k 16.639m

k' 0.616m

********** Curve **********

CC N 5,126,632.9969 E 292,308.0356

PI N 5,126,571.682m E 292,259.299m

TAN 22.577m
Distance 43.237m Bearing N 357.2448
External Distance 3.324m
Middle Ordinate 3.183m
Radius 75.000m
DEG 127.8741 (d)
DELTA 33.5060 (d)
LENGTH 43.859m'
**********Spiral-Out **********
SI N 5,126,563.3249 E 292,280.2722
Long Tangent 10.281m
Short Tangent 5.143m
Long Chord 15.406m
Spiral Length 15.413m
Spiral Angle 5.8875 (d)
Xs 15.397m
Ys 0.528m
p 0.132m
k 7.704m
k' 0.132m
Curve Group (2)

Line (3)
N 117.5991 24.062m
N 5,126,552.0475 E 292,318.0893 0+176.296
Line (3)

N 5,126,552.0475 E 292,318.0893 0+176.296
End SV3_SE

****

Alignment Length: 176.296m
****

8.4.1.3 SV03_NE

Alignment Name: SV3_NE
Chainage Range: Start: 0+000.000, End: 0+098.859
Description:
****

Begin SV3_NE
N 5,126,641.1121 E 292,405.1846 -0+000.000

Curve (1)
BC N 5,126,641.1121 E 292,405.1846 -0+000.000
CTR N 5,126,612.7967 E 292,365.1941
PI N 5,126,645.2142 E 292,402.2801

Direction Back N 360.7772
Radius 49.000m
Delta 11°42'48"(LT)
Length 10.017m
Tangent 5.026m
Chord Direction N 354.2698 Distance 10.000m
Direction Ahead N 347.7623

EC N 5,126,648.6412 E 292,398.6033 0+010.017
Curve (1)

Curve Group (2)
**********Spiral-Out **********
SI N 5,126,648.6412 E 292,398.6033
Long Tangent 16.724m
Short Tangent 8.385m
Long Chord 24.928m
Spiral Length 25.000m
Spiral Angle 14.6163 (d)
Xs 24.838m
Ys 2.116m
p 0.530m

k 12.473m
k' 0.530m
Curve Group (2)

N 5,126,692.6402 E 292,321.5795 0+098.859
End SV3_NE

****
Alignment Length: 98.859m
****

8.4.1.4 SV03_SU

Alignment Name: SV3_SU
Chainage Range: Start: 0+000.000, End: 0+125.852
Description:
****

Begin SV3_SU
N 5,126,581.0553 E 292,323.4442 -0+000.000

Curve (1)
BC N 5,126,581.0553 E 292,323.4442 -0+000.000
CTR N 5,126,608.0462 E 292,916.6590
PI N 5,126,587.7144 E 292,323.1412

Direction Back N 397.1054
Radius 593.829m
Delta 1°17'11"(RT)
Length 13.331m
Tangent 6.666m
Chord Direction N 397.8200 Distance 13.331m
Direction Ahead N 398.5346

EC N 5,126,594.3786 E 292,322.9878 0+013.331
Curve (1)

Curve Group (2)
**********Spiral-In **********
SI N 5,126,594.3786 E 292,322.9878
Long Tangent 24.745m
Short Tangent 13.738m
Long Chord 37.416m
Spiral Length 37.817m
Spiral Angle 28.2482 (d)
Xs 36.847m
Ys 6.502m
p 1.619m
k 17.442m
k' 1.619m
Curve Group (2)

Curve Group (2)

Compound Curve

Non-Tangent Radial Bearing N 329.9215
Curve (3)
BC N 5,126,631.3653 E 292,328.6399 0+051.148
CTR N 5,126,612.7967 E 292,365.1941
PI N 5,126,678.4866 E 292,352.5763

Direction Back N 29.9215
Radius 41.000m
Delta 104°23'43"(RT)
Length 74.704m
Tangent 52.852m
Chord Direction N 87.9189 Distance 64.791m
Direction Ahead N 145.9162

EC N 5,126,643.5869 E 292,392.2674 0+125.852
Curve (3)

N 5,126,643.5869 E 292,392.2674 0+125.852

End SV3_SU

****

Alignment Length: 125.852m

****

8.4.1.5 SV03_Bi

Alignment Name: SV3_Bi

Chainage Range: Start: 0+000.000, End: 0+371.878

Description:

****

Begin SV3_Bi

N 5,126,707.6193 E 292,189.3256 -0+000.000

Line (1)

N 160.5103 84.076m

N 5,126,639.2065 E 292,238.1974 0+084.076

Line (1)

Curve Group (2)

**********Spiral-In **********

SI N 5,126,639.2065 E 292,238.1974

Long Tangent 19.023m

Short Tangent 9.518m

Long Chord 28.488m

Spiral Length 28.509m

Spiral Angle 7.4248 (d)

Xs 28.461m

Ys 1.230m

p 0.308m

k 14.247m

k' 0.308m

********** Curve **********

CC N 5,126,691.7339 E 292,336.2363

PI N 5,126,604.193m E 292,267.449m

TAN 17.177m
Distance 33.942m Bearing N 357.6008
External Distance 1.333m
Middle Ordinate 1.317m
Radius 110.000m
DEG 146.3016 (d)
DELTA 17.7503 (d)
LENGTH 34.078m'
**********Spiral-Out **********
SI N 5,126,595.7914 E 292,282.4308
Long Tangent 21.844m
Short Tangent 10.932m
Long Chord 32.695m
Spiral Length 32.727m
Spiral Angle 8.5233 (d)
Xs 32.655m
Ys 1.620m
p 0.405m
k 16.352m
k' 0.405m
Curve Group (2)

**********Tangent *** **********
N 5,126,582.7012 E 292,312.3911 0+179.391
Direction N 123.0675
Length 16.393m
N 5,126,576.8905 E 292,327.7194 0+195.783
**********Spiral-In **********
SI N 5,126,576.8905 E 292,327.7194
Long Tangent 30.403m
Short Tangent 15.367m
Long Chord 44.502m
Spiral Length 45.000m
Spiral Angle 28.6479 (d)
Xs 43.888m
Ys 7.367m
p 1.858m

k 22.314m
k' 1.858m
Curve Group (3)

Curve (4)
BC N 5,126,568.2224 E 292,371.3691 0+240.783
CTR N 5,126,612.7967 E 292,365.1941
PI N 5,126,622.0662 E 292,760.0431

Direction Back N 91.2366
Radius 45.000m
Delta 166°54'56"(LT)
Length 131.095m
Tangent 392.386m
Chord Direction N 398.5058 Distance 89.414m
Direction Ahead N 305.7749

EC N 5,126,657.6117 E 292,369.2706 0+371.878
Curve (4)

N 5,126,657.6117 E 292,369.2706 0+371.878
End SV3_Bi

****
Alignment Length: 371.878m
****

8.4.2 Profili longitudinali - dati

8.4.2.1 SV03_NU

Vertical Alignment: SV3_NU_QP
Description:
Chainage Range: Start: 0+000.000, End: 0+193.361

Vertical Curve Information:(crest curve)			
PVC Chainage:	0+009.091	Level:	438.349m
VIP Station:	0+042.659	Level:	439.165m

PVT Chainage:	0+076.227	Level:	437.728m
High Point:	0+033.419	Level:	438.644m
Gradient in(%):	2.43%	Gradient out(%):	-4.28%
Change(%):	6.71%	K:	10.000m
Curve Length:	67.135m	Curve Radius	1,000.000m
Overtaking Distance:	99.107m	Stopping Distance:	99.107m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Chainage:	0+115.792	Level:	436.035m
VIP Station:	0+134.362	Level:	435.240m
PVT Chainage:	0+152.932	Level:	435.824m
Low Point:	0+137.196	Level:	435.576m
Gradient in(%):	-4.28%	Gradient out(%):	3.15%
Change(%):	7.43%	K:	5.000m
Curve Length:	37.139m	Curve Radius	500.000m
Headlight Distance:	31.555m		

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Chainage:	0+179.420	Level:	436.658m
VIP Station:	0+184.762	Level:	436.826m
PVT Chainage:	0+190.104	Level:	436.965m
High Point:	0+190.104	Level:	436.965m
Gradient in(%):	3.15%	Gradient out(%):	2.61%
Change(%):	0.53%	K:	20.000m
Curve Length:	10.685m	Curve Radius	2,000.000m
Overtaking Distance:	828.940m	Stopping Distance:	828.940m

8.4.2.2 SV03_SE

Vertical Alignment: SV3_SE_QP

Description:

Chainage Range: Start: 0+000.000, End: 0+176.296

Vertical Curve Information:(sag curve)			
PVC Chainage:	0+011.544	Level:	436.276m
VIP Station:	0+043.318	Level:	435.636m
PVT Chainage:	0+075.092	Level:	437.689m
Low Point:	0+026.635	Level:	436.124m
Gradient in(%):	-2.01%	Gradient out(%):	6.46%
Change(%):	8.47%	K:	7.500m
Curve Length:	63.548m	Curve Radius	750.000m
Headlight Distance:	41.595m		

Vertical Curve Information:(crest curve)			
PVC Chainage:	0+133.350	Level:	441.453m
VIP Station:	0+146.408	Level:	442.297m
PVT Chainage:	0+159.465	Level:	442.166m
High Point:	0+155.964	Level:	442.184m
Gradient in(%):	6.46%	Gradient out(%):	-1.00%
Change(%):	7.46%	K:	3.500m
Curve Length:	26.115m	Curve Radius	350.000m
Overtaking Distance:	72.028m	Stopping Distance:	72.028m

8.4.2.3 SV03_NE

Vertical Alignment: SV3_NE_QP

Description:

Chainage Range: Start: 0+000.000, End: 0+098.859

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Chainage:	0+015.655	Level:	436.976m
VIP Station:	0+029.279	Level:	437.419m
PVT Chainage:	0+042.903	Level:	437.491m
High Point:	0+042.903	Level:	437.491m
Gradient in(%):	3.25%	Gradient out(%):	0.53%
Change(%):	2.72%	K:	10.000m
Curve Length:	27.249m	Curve Radius	1,000.000m
Overtaking Distance:	175.100m	Stopping Distance:	175.100m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Chainage:	0+075.858	Level:	437.665m
VIP Station:	0+082.887	Level:	437.702m
PVT Chainage:	0+089.916	Level:	438.022m
Low Point:	0+075.858	Level:	437.665m
Gradient in(%):	0.53%	Gradient out(%):	4.54%
Change(%):	4.02%	K:	3.500m
Curve Length:	14.058m	Curve Radius	350.000m
Headlight Distance:	31.988m		

8.4.2.4 SV03_SU

Vertical Alignment: SV3_SU_QP

Description:

Chainage Range: Start: 0+000.000, End: 0+125.852

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Chainage:	0+001.331	Level:	440.875m
VIP Station:	0+003.746	Level:	440.788m
PVT Chainage:	0+006.160	Level:	440.710m
Low Point:	0+006.160	Level:	440.710m
Gradient in(%):	-3.58%	Gradient out(%):	-3.26%

Change(%):	0.32%	K:	15.000m
Curve Length:	4.828m	Curve Radius	1,500.000m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(crest curve)			
PVC Chainage:	0+040.591	Level:	439.586m
VIP Station:	0+046.369	Level:	439.398m
PVT Chainage:	0+052.146	Level:	439.176m
High Point:	0+040.591	Level:	439.586m
Gradient in(%):	-3.26%	Gradient out(%):	-3.84%
Change(%):	0.58%	K:	20.000m
Curve Length:	11.554m	Curve Radius	2,000.000m
Overtaking Distance:	767.391m	Stopping Distance:	767.391m

8.4.2.5 SV03_Bi

Vertical Alignment: SV3_BI_QP

Description:

Chainage Range: Start: 0+009.000, End: 0+380.000

Vertical Curve Information:(sag curve)			
PVC Chainage:	0+022.011	Level:	436.819m
VIP Station:	0+027.783	Level:	436.661m
PVT Chainage:	0+033.556	Level:	436.536m
Low Point:	0+033.556	Level:	436.536m
Gradient in(%):	-2.75%	Gradient out(%):	-2.17%
Change(%):	0.58%	K:	20.000m
Curve Length:	11.545m	Curve Radius	2,000.000m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Chainage:	0+126.098	Level:	434.528m
VIP Station:	0+144.816	Level:	434.122m
PVT Chainage:	0+163.533	Level:	434.067m
Low Point:	0+163.533	Level:	434.067m
Gradient in(%):	-2.17%	Gradient out(%):	-0.30%
Change(%):	1.87%	K:	20.000m
Curve Length:	37.435m	Curve Radius	2,000.000m
Headlight Distance:	282.675m		

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Chainage:	0+243.868	Level:	433.828m
VIP Station:	0+262.834	Level:	433.771m
PVT Chainage:	0+281.799	Level:	434.434m
Low Point:	0+246.843	Level:	433.823m
Gradient in(%):	-0.30%	Gradient out(%):	3.50%
Change(%):	3.79%	K:	10.000m
Curve Length:	37.931m	Curve Radius	1,000.000m
Headlight Distance:	54.873m		