



# Anas SpA

Direzione Centrale Progettazione

CUP F2602000340001

CIG 652449686B



**GARA CA 08/15 - NUOVA SS 554 CAGLIARITANA**  
ADEGUAMENTO DELL'ASSE ATTREZZATO URBANO ED ELIMINAZIONE  
DELLE INTERSEZIONI A RASO DAL KM 1+500 AL KM 11+850

## PROGETTO DEFINITIVO

### ASSE STRADALE PRINCIPALE

### PROGETTO STRADALE

### ELABORATI GENERALI

Relazione tecnica - Parte stradale

CODICE PROGETTO		CODICE ELABORATO						SCALA	DATA
progetto	liv.	numero	campo 1	campo 2	campo 3	campo 4	rev		
D P C A 0 6	D	1 5 0 1	T 0 0	P S 0 0	T R A	R E 0 1	D	-	30/11/2019

CONCORRENTE:



PROGETTISTA INDICATO COSTITUENDO R.T.P.

Capogruppo Mandataria R.T.P.

**SWS**<sup>TM</sup>

Mandante



Mandante

ING. FRANCESCA LEO

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE  
FRA LE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Paolo Cucino

RESPONSABILE ELABORATO

Ing. Paolo Cucino

## INDICE

1	INTRODUZIONE .....	4
1.1	Inquadramento progettuale generale.....	4
1.2	Oggetto specifico del documento .....	4
2	CRITERI DI PROGETTAZIONE.....	7
2.1	Normative stradali.....	7
2.2	Bibliografia:.....	7
3	PROGETTO STRADALE .....	8
4	ASSE PRINCIPALE.....	9
4.1	Intervallo delle velocità di progetto .....	9
4.1.1	Studio ipotesi intervallo velocità di progetto .....	12
4.1.2	Intervallo delle velocità di progetto scelto e diagramma delle velocità.....	23
4.2	Organizzazione della piattaforma stradale .....	25
4.3	Andamento plano-altimetrico .....	28
4.3.1	Andamento asse planimetrico.....	28
4.3.2	Verifiche andamento asse planimetrico .....	28
4.3.3	Andamento asse altimetrico.....	30
4.3.4	Verifiche andamento asse altimetrico .....	31
4.4	Allargamenti delle banchine per visibilità e visuali libere per l'arresto. ....	31
4.5	Visuali libere per la manovra di cambiamento di corsia.....	33
4.6	Allargamenti delle corsie per iscrizione in curva.....	33
4.7	Piazzole di sosta.....	34
4.8	Tratti di transizione .....	35
4.8.1	Tronco di transizione iniziale.....	35
4.8.2	Tronco di transizione finale .....	36

4.8.3	Tronco di transizione tra Lotto 1 e Lotto2.....	36
4.9	Sezione tipo.....	37
4.10	Barriere stradali .....	38
4.10.1	Asta principale ed SS 131.....	38
4.10.2	Rampe di svincolo e complanari .....	39
5	SVINCOLI.....	40
5.1	Svincolo SV08 – SS 131dir “Quadrifoglio” e strade di servizio S10 e S11. ....	40
5.1.1	Composizione delle sezioni stradali principali (SS. 554 e SS. 131).....	41
5.1.2	Composizione delle strade di servizio S10 e S11.....	41
5.1.3	Composizione delle sezioni delle rampe monodirezionali.....	41
5.2	Svincolo SV01 – Baracca Manna .....	42
5.2.1	Composizione delle sezioni delle rampe.....	44
5.2.2	Composizione della rotatoria .....	45
5.3	Svincolo SV09 (SS 554 – SS 125) .....	45
5.3.1	Composizione delle sezioni delle rampe.....	46
5.4	Svincoli SV02, SV03, SV04, SV05, SV06, SV07.....	46
5.5	Viabilità complanari e locali .....	47
5.6	Percorsi ciclo-pedonali.....	48
6	PAVIMENTAZIONE STRADALE.....	49
6.1	Asta principale ed SS 131 .....	49
6.2	Viabilità secondaria (rampe, complanari e rotatorie):.....	49
7	SEGNALETICA .....	51
8	GEOMETRIA E VERIFICHE DELLE INTERSEZIONI.....	52
8.1	Dimensionamento corsie specializzate.....	52
8.1.1	Zone di confluenza.....	52
8.1.2	Corsie di entrata.....	53
8.1.3	Corsie di uscita .....	62

8.1.4	Zone di scambio.....	65
8.2	Rotatorie .....	70
8.2.1	Rotatoria svincolo SV03 (Monserrato) .....	70
8.2.2	Rotatoria svincolo SV04 (Selargius Ovest) .....	74
8.2.3	Rotatoria svincolo SV05 (Selargius Centro).....	77
8.2.4	Rotatoria svincolo SV06 (Selargius Est) .....	80
8.2.5	Rotatoria svincolo SV07 (Quartucciu).....	84
9	ALLEGATI .....	89
9.1	Allegato 1: geometria andamento planimetrico dell'asse principale e verifiche .....	90
9.2	Allegato 2: geometria andamento altimetrico dell'asse principale e verifiche .....	102

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 Inquadramento progettuale generale

La presente Relazione Tecnica Illustrativa costituisce parte integrante del Progetto Definitivo dell'appalto definito "Nuova SS 554 "Cagliaritana": adeguamento dell'asse attrezzato urbano ed eliminazione delle intersezioni a raso dal km. 1+500 al km. 11+850".

La progettazione definitiva, nella revisione descritta nella presente relazione, è il risultato di un iter progettuale che si configura, allo stato attuale, in modo già piuttosto articolato, come viene nel seguito brevemente riepilogato:

- Una prima fase di progettazione, costituita dal **Progetto Preliminare**, è stata elaborata da ANAS SpA, in qualità di Stazione Appaltante (emissione finale nel 2015);
- Il Progetto Preliminare di cui al punto precedente è stato messo in **gara in regime di Appalto Integrato** dalla stessa Stazione Appaltante nel 2016, richiedendo la redazione di un Progetto Definitivo che è stato sviluppato in fase di Offerta Tecnica con riferimento a quanto previsto dal Disciplinare di Gara bandito da ANAS S.p.a. (CUP: F2602000340001, CIG: 652449686B), al capitolo D.
- Le opere in appalto e il Progetto Definitivo offerto, **sono state aggiudicate dalla Stazione Appaltante** all'impresa Astaldi, con la scrivente SWS Engineering in qualità di progettista mandataria, in data 13.09.2017;
- L'iter progettuale che ha seguito l'aggiudicazione della gara, si è articolato in una prima fase di **verifica di completezza documentale** da parte della stessa Stazione Appaltante ANAS SpA, conclusa nel luglio 2018;
- Il Progetto Definitivo è stato sottoposto ad una successiva fase di valutazione da parte del **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**, con l'invio da parte di ANAS SpA con documento prot. CDG-0523115-P del 5/10/2018;
- Lo stesso CSLP si è espresso con una nota "Affare 80/2018: S.S. 554 Cagliari. Progetto Definitivo I° e II° intervento funzionale" prot. A.0070825.06-02-2019 del 6/02/2019, contenente una richiesta di chiarimenti ed integrazioni al Progetto Definitivo, necessarie per l'approvazione dello stesso, e da recepire entro 90 giorni.

Quest'ultima fase di revisione ha avuto come oggetto principale un adeguamento del tracciato plano-altimetrico stradale dell'asse principale e di alcune direttrici di svincolo e di viabilità di servizio, con l'introduzione di allargamenti per visibilità, di due nuove complanari di servizio, e alcune modifiche della livelletta.

Tale adeguamento ha comportato anche alcune variazioni, seppur minimali, ad alcune opere d'arte sul tracciato principale e sugli svincoli, che sono state implementate all'interno della corrente revisione progettuale.

### 1.2 Oggetto specifico del documento

L'infrastruttura oggetto del presente Progetto Definitivo comprende un tratto di strada extraurbana principale a due carreggiate separate per senso di marcia, ciascuna con due corsie, a Nord del centro abitato di Cagliari, che si configura come un adeguamento della viabilità esistente con l'allargamento della sede stradale della SS.554 per una lunghezza di circa 9100 m in direzione Ovest – Est, e dell'attuale SS125 per i restanti 1200 m circa in direzione Nord; inoltre comprende

l'adeguamento funzionale dello svincolo con la SS131; la riconfigurazione dello svincolo con la SS125, attualmente risolto a trombetta, l'eliminazione di 5 intersezioni a raso con la realizzazione di altrettante intersezioni a livelli sfalsati, la realizzazione di nuove strade di servizio e l'adeguamento degli accessi laterali.

La progettazione è divisa in due distinti lotti funzionali così come prescritto dal bando di gara ANAS:

- I° Lotto funzionale (da prog. 1+500.00 a prog. 7+090.27): sarà oggetto dell'Appalto di esecuzione e di progettazione esecutiva, da parte dell'aggiudicatario della gara;
- II° Lotto funzionale (da prog. 7+090.27 a prog. 11+840.27): non sarà oggetto dell'Appalto di esecuzione e di progettazione esecutiva, ma soltanto della fase di progettazione definitiva in gara<sup>1</sup>.

Va evidenziato che la progettazione è stata condotta con preciso riferimento al Progetto Preliminare posto in gara dalla Stazione Appaltante e nel pieno rispetto dei vincoli da essa posti all'interno del Disciplinare di Gara, o nelle risposte ai quesiti formulati dai concorrenti in fase di gara, mantenendone inalterate le caratteristiche peculiari dell'infrastruttura, integrandole in modo coordinato con le proposte migliorative sviluppate secondo la traccia proposta dall'Amministrazione stessa nei documenti di bando.

La SS.554 esistente è caratterizzata da una sezione a doppia carreggiata con spartitraffico centrale, in molti tratti senza banchina laterale; sono presenti numerose immissioni a raso, con o senza regolazioni semaforiche, che risultano molto impattanti sul traffico e sulla sicurezza stradale, considerando che l'asse stradale è caratterizzato da un traffico molto elevato, con valori di TGM superiori ai 70.000 veicoli.



*Figura 1 – Vista dell'infrastruttura attuale. Sezione con banchina laterale (a sinistra, km.4 circa) e senza banchina laterale (a destra, km.7 circa)*

<sup>1</sup> Le progressive di fine I° Lotto funzionale e di inizio e fine II° Lotto funzionale differiscono di ca.10 m rispetto a quelle riportate dal Progetto Preliminare per effetto delle modifiche planimetriche apportate all'asse principale nel presente Progetto Definitivo, ferma restando la posizione assoluta dei punti di inizio e fine di entrambi i Lotti funzionali rispetto al Progetto Preliminare.

Le principali intersezioni stradali lungo il tracciato, a 4 bracci e con angoli di 90°, sono quelle di seguito elencate:

- Strada Statale SS.131dir, che si collega alla direttrice SS.131 Cagliari – Oristano (Strada Statale Carlo Felice), al km.3+050;
- Strada Provinciale SP.8 “Monserrato – Sestu” al km.5+100;
- Strada Statale SS.387 “Cagliari – Dolianova” al km. 5+900;
- Strada Provinciale SP.93 al km. 7+100;
- Strada Provinciale SP.15 al km. 8+500;
- Strada Statale SS.125 al km. 10+500.

L’asse principale interseca inoltre:

- la nuova metropolitana leggera di Cagliari al km 5+410;
- la linea ferroviaria Cagliari – Tortolì al km 6+825.

## 2 CRITERI DI PROGETTAZIONE

### 2.1 Normative stradali

- D.Lgs. 30 aprile 1992, n.285 e s.m.i.: *“Nuovo Codice della Strada”*;
- D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495 e s.m.i.: *“Regolamento di esecuzione e di attuazione del Codice della strada”*;
- D.M. 5 novembre 2001: *“Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”*, pubblicato sulla G.U. n.3 del 04.01.2002;
- D.M. 22 aprile 2004 pubblicato sulla G.U. n.147 del 25.06.2004;
- D.M. 19 aprile 2006: *“Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”*, pubblicato sulla G.U. n.170 del 24.07.2006;
- D.M. 18 febbraio 1992 n. 223: *“Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza”*;
- D.M. 3 giugno 1998, n.3256: *“Ulteriore aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell’omologazione”*;
- D.M. 11 giugno 1999, n. 3606: *“Integrazioni e modificazioni al decreto ministeriale 3 giugno 1998, recante: Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza”*;
- D.M. 21 giugno 2004: *“Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza”*;
- Circolare 21.07.2010 protocollo n. 62032: *“Applicazione uniforme delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”*.

### 2.2 Bibliografia:

- Mario Servetto, *“Strade e ferrovie - Tecniche progettuali e costruttive per le infrastrutture di trasporto terrestri”*, ed. Il Sole 24 Ore S.p.A., settembre 2006.
- Paolo Ferrari, Franco Giannini, *“Ingegneria Stradale – Geometria e progetto di strade”*, ed. ISEDI 2018.
- Transportation Research Board, *“Highway capacity Manual”*, edizione 2010.

### 3 PROGETTO STRADALE

La SS 554 esistente oggetto di intervento, a nord dell'area urbana della città di Cagliari, ha due corsie per senso di marcia su unica carreggiata senza spartitraffico per alcuni tratti, su due carreggiate separate per gli altri; le intersezioni con SS 133dir, SP8 e SS125 sono a livelli sfalsati, le rimanenti intersezioni sono tutte a raso.

L'adeguamento realizzerà una strada a carreggiate separate con intersezioni a livelli sfalsati così come prescrive il DM 05/11/2001, avrà una configurazione di piattaforma riconducibile, secondo la classificazione del Nuovo Codice della Strada<sup>2</sup>, ad una strada extraurbana principale categoria B; peraltro né la piattaforma stradale, né l'intervallo di velocità di progetto sono quelli richiesti dalla norma<sup>3</sup>, poiché le caratteristiche a contorno dei luoghi attraversati e quelli delle strade esistenti non consentono di rispettare pienamente le prescrizioni normative comunque non cogenti per il presente progetto. In base a quanto sancito dall'art. 4 del DM 22/04/2004, a corredo del presente progetto verrà redatta specifica analisi di sicurezza per gli aspetti connessi con le esigenze di sicurezza.

La nuova SS 554 ripercorre quella esistente a partire dal km 1+500, vicino alla zona industriale di Casic e allo svincolo con la SS 131, fino al km 10+600 vicino all'area industriale di Quartucciu e allo svincolo con la SS 125, per poi proseguire sul sedime dell'attuale SS125 per i successivi 1,2 km circa e terminare alla progressiva 11+840. Il tracciato stradale ha quindi ha uno sviluppo planimetrico est-ovest per i primi 9.1 km, per poi proseguire in direzione nord- sud per i restanti 1.2 km.

Tutte le intersezioni a raso presenti sull'attuale SS 554 verranno eliminate, continuando a garantire i medesimi itinerari, mediante intersezioni a livelli sfalsati e una rete di complanari e rotatorie che collegano alla strada principale i numerosi accessi su aree industriale e strade private.

---

<sup>2</sup> Vedasi D.Lgs. 30 aprile 1992, n.285, Titolo I, Art. 2.

<sup>3</sup> Vedasi D.M. 5 novembre 2001, par. 3.6.

## 4 ASSE PRINCIPALE

L'asse principale di progetto della SS554 ricalca sostanzialmente quello della SS554 esistente, in quanto vincolato dal contesto suburbano in cui si va ad inserire, quindi con numerosi edifici, con relative aree di pertinenza e viabilità di accesso, che si affacciano direttamente sulla strada esistente, e con numerose intersezioni con la rete stradale esistente.

In questo contesto gli interventi di adeguamento della viabilità esistente tengono conto della necessità di minimizzare il consumo di suolo e di ottimizzare l'utilizzo delle risorse, limitando le aree di esproprio e creando una infrastruttura il più possibile poco impattante con il territorio.

L'asse principale di progetto della SS554 è un intervento di adeguamento della strada esistente; quindi la sua geometria è vincolata a quella dell'asse esistente.

L'andamento planimetrico dell'asse principale di progetto della SS554 ricalca quello della SS554 esistente da inizio intervento a progr. 1500 fino all'area dello svincolo SS125 alla prog. 10500 ca.; da qui con una curva sinistrorsa ripercorre una delle rampe dello svincolo esistente fino a prog. 11200 ca., per poi infine allinearsi con la SS125 esistente fino a fine intervento a prog. 11848: quindi sull'intera lunghezza dell'asse principale di progetto la geometria dell'asse planimetrico risulta fortemente vincolata ai raggi di curvatura della strada esistente.

L'andamento altimetrico dell'asse principale di progetto della SS554 ricalca quello della SS554 esistente, a meno dei tratti sui cinque viadotti in progetto; si evidenzia che tra un viadotto ed il successivo la quota dell'asse principale viene riportata a quella della viabilità di servizio, pari a quella della viabilità esistente, per realizzare le intersezioni di collegamento fra viabilità principale e viabilità di servizio: la geometria dell'asse altimetrico è quindi vincolata dalle distanze fra le intersezioni esistenti.

### 4.1 Intervallo delle velocità di progetto

Sul tratto della SS554 esistente interessato dall'intervento gli unici segnali con limite di velocità presenti sono quelli a 50 km/h in corrispondenza delle principali intersezioni a raso, quindi altrove vale il limite di velocità generale. Considerato che la SS554 è assimilabile ad una strada extraurbana secondaria, e non principale essendo assenti i segnali di inizio strada extraurbana principale e fine strada extraurbana principale<sup>4</sup>, si assume che il limite generale sia di 90 km/h. Anche per il tratto della SS125 esistente, pure assimilabile ad una strada extraurbana secondaria interessato dall'intervento si assume si assume che il limite generale sia di 90 km/h. Si conclude che alla strada attuale potrebbe essere associato un intervallo di velocità 60 – 100 km/h, cioè quello di una strada extraurbana secondaria.

Per quanto riguarda invece l'asse principale di progetto della SS554, nella definizione dell'intervallo delle velocità di progetto si è considerato che:

---

<sup>4</sup> Vedasi D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495 e s.m.i.: "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Codice della strada", art 39, comma 27.

- si tratta di una strada extraurbana di categoria B, soluzione base a 2+2 corsie di marcia;
- si tratta di un adeguamento della strada esistente.

Per una strada di categoria B il D.M. del 5 novembre 2001 prevede un intervallo di velocità con velocità di progetto massima  $V_{Pmax} = 120$  km/h e minima  $V_{Pmin} = 70$  km/h<sup>5</sup>, secondo la **Tabella 1** riportata di seguito.

TIPI SECONDO IL CODICE	AMBITO TERRITORIALE	LIMITE DI VELOCITA'	Numero delle corsie per senso di marcia	Intervallo di velocità di progetto			
				Limite inferiore (km/ora)	Limite superiore (km/ora)		
1	2	3	4	5	6	7	
AUTOSTRADA	A	EXTRAURBANO	strada principale	130	2 o più	90	140
			eventuale strada di servizio	90	1 o più	40	100
	URBANO	strada principale	130	2 o più	80	140	
		eventuale strada di servizio	50	1 o più	40	60	
EXTRAURBANA PRINCIPALE	B	EXTRAURBANO	strada principale	110	2 o più	70	120
			eventuale strada di servizio	90	1 o più	40	100
EXTRAURBANA SECONDARIA	C	EXTRAURBANO	C1	90	1	60	100
			C2	90	1	60	100
URBANA DI SCORRIMENTO	D	URBANO	strada principale	70	2 o più	50	80
			eventuale strada di servizio	50	1 o più	25	60
URBANA DI QUARTIERE	E	URBANO		50	1 o più	40	60
LOCALE	F	EXTRAURBANO	F1	90	1	40	100
			F2	90	1	40	100
		URBANO		50	1 o più	25	60
C <sub>1</sub> - F <sub>1</sub> = strada extraurbana a traffico sostenuto C <sub>2</sub> - F <sub>2</sub> = strada extraurbana a traffico limitato							
TAB. 3.4.a - COMPOSIZIONE DELLA CARREGGIATA							

Tabella 1. Intervallo di velocità di progetto da DM 05 novembre 20001, par3.6, tabella 3.4.a.

<sup>5</sup> Vedasi D.M. 5 novembre 2001, par. 3.6

Il D.M. 22 aprile 2004 sostituisce l'art. 2 del D.M 5 novembre 2001 specificando che *“le presenti norme si applicano per la costruzione di nuovi tronchi stradali ... e sono di riferimento per l'adeguamento delle strade esistenti, in attesa dell'emanazione per essi di una specifica normativa.”*<sup>6</sup>

L'asse principale della SS554 di progetto ricade nel caso di adeguamento di strada esistente.

È noto che la *“specifica normativa”* prevista dal D.M. 22 aprile 2004 non è mai stata emanata, e che la successiva bozza del 21 marzo 2006 *“Norma per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti”* non è mai stata ufficializzata, quindi non ha alcun valore normativo.

Nel caso di adeguamento della viabilità esistente è quindi necessario fare riferimento alla letteratura. Di seguito si fa riferimento al testo di Mario Servetto *“Strade e ferrovie - Tecniche progettuali e costruttive per le infrastrutture di trasporto terrestri”*, ed. Il Sole 24 Ore S.p.A., settembre 2006.

Nel caso di adeguamento della viabilità esistente si prevede di fissare la  $V_{Pmax}$  *“all'interno del campo di flessibilità definito per ciascun tipo di strada”*<sup>7</sup>, secondo la Tabella 2 riportata di seguito.

Tabella 5.1 – CAMPO DI FLESSIBILITÀ NELLA SCELTA DEL VALORE DELLA  $V_{Pmax}$  PER IL PROGETTO DEGLI INTERVENTI DI ADEGUAMENTO DELLE STRADE ESISTENTI

Tipo di strada	Denominazione	$V_{Pmax}$ (km/h)
A	Autostrada	110 - 140
B	Strade extraurbane principali	90 - 120
C	Strade extraurbane secondarie	70 - 100
D	Strade urbane di scorrimento	60 - 80
E	Strade urbane di quartiere	40 - 60
F1	Strade locali extraurbane	70 - 100
F2	Strade locali urbane	40 - 60

(\*) 160 km/h in caso di autostrade o tratti a 3 corsie più emergenza per senso di marcia, ove questo risulti ammissibile ai sensi dell'art. 142, comma 1 del D.Lgs. 285/1992.

Tabella 2. Campo di flessibilità nella scelta del valore della  $V_{Pmax}$  per il progetto degli interventi di adeguamento delle strade esistenti<sup>8</sup>

Da tabella si evince che per l'asse principale della SS554 di progetto la  $V_{Pmax}$  deve cadere nell'intervallo 90-120 km/h.

<sup>6</sup> Vedasi DM 22 aprile 2004, art. 1.

<sup>7</sup> Vedasi Mario Servetto, *“Strade e ferrovie - Tecniche progettuali e costruttive per le infrastrutture di trasporto terrestri”*, par. 5.7.1.

<sup>8</sup> Vedasi Mario Servetto, *“Strade e ferrovie - Tecniche progettuali e costruttive per le infrastrutture di trasporto terrestri”*, par. 5.7.1, tabella 5.1.

Per definire l'intervallo delle velocità di progetto e la piattaforma, con relativi allargamenti per iscrizione e visibilità, dell'asse principale della SS554 di progetto del presente Progetto Definitivo si è condotto uno studio attraverso più ipotesi, a partire dalla geometria e dalla piattaforma (compresi allargamenti delle corsie per iscrizione e delle banchine per visibilità per la distanza di arresto) definiti dal Progetto Preliminare modificato in fase di Offerta di Gara.

Il Progetto Preliminare prevedeva velocità massima di progetto  $V_{Pmax}$  di 100 km/h e diagramma di velocità con velocità di 50 km/h e 70 km/h imposte nei tratti iniziale e finale in corrispondenza delle curve con raggio relativamente ridotto. Si evidenzia che il diagramma di velocità era imposto e non a libero deflusso (cioè con velocità definite in funzione del raggio delle curve), inoltre la velocità di 50 km/h era al di sotto dell'intervallo di velocità 70 – 120 km/h previsto per una strada di categoria B

Il Progetto Preliminare era quindi integrato con modifiche in fase di Offerta di Gara limitatamente alla zona dello svincolo con la SS131, ridefinendo raggi planimetrici delle curve e allargamenti delle banchine per visibilità, per portare la velocità di progetto nei tratti a 50 km/h previsti dal Progetto Preliminare a 70 km/h, rientrando nell'intervallo di velocità 70 – 120 km/h previsto per una strada di categoria B.

#### **4.1.1 Studio ipotesi intervallo velocità di progetto**

Nel presente Progetto Definitivo si è riconsiderato l'asse principale di progetto della SS554 così come definito dal Progetto Preliminare modificato in Offerta di Gara, per valutare la possibilità di introdurre delle migliorie, con particolare riferimento ai tratti iniziale e finale con diagramma di velocità di progetto imposta.

Sono state studiate le seguenti 4 ipotesi:

- ipotesi 1: asse planoaltimetrico e piattaforma da Progetto Preliminare modificato in Offerta di Gara, intervallo di velocità 70 – 120 km/h, diagramma di velocità a libero deflusso;
- ipotesi 2: asse planoaltimetrico e piattaforma da Progetto Preliminare modificato in Offerta di Gara, intervallo di velocità 70 – 100 km/h, diagramma di velocità a libero deflusso;
- ipotesi 3: asse planoaltimetrico e piattaforma da Progetto Preliminare modificato in Offerta di Gara, intervallo di velocità 70 – 100 km/h, diagramma di velocità imposto;
- ipotesi 4: asse planoaltimetrico e piattaforma ridefiniti nel presente Progetto Definitivo, intervallo di velocità 70 – 100 km/h, diagramma di velocità a libero deflusso.

##### **4.1.1.1 Ipotesi1**

L'ipotesi 1 considera:

- asse plano-altimetrico e piattaforma da Progetto Preliminare modificato in Offerta di Gara;
- intervallo di velocità 70 – 120 km/h previsto dalla norma per le strade di progetto;
- diagramma di velocità a libero deflusso, cioè con velocità inferiori a quella massima di progetto definite esclusivamente in funzione del raggio delle curve.

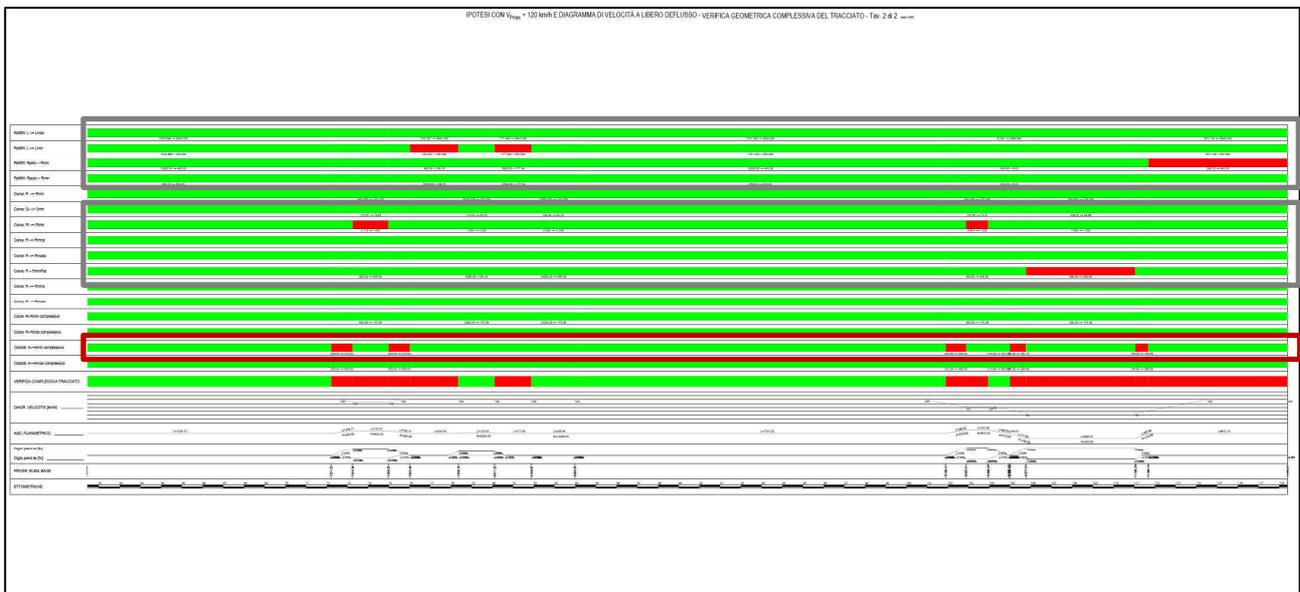
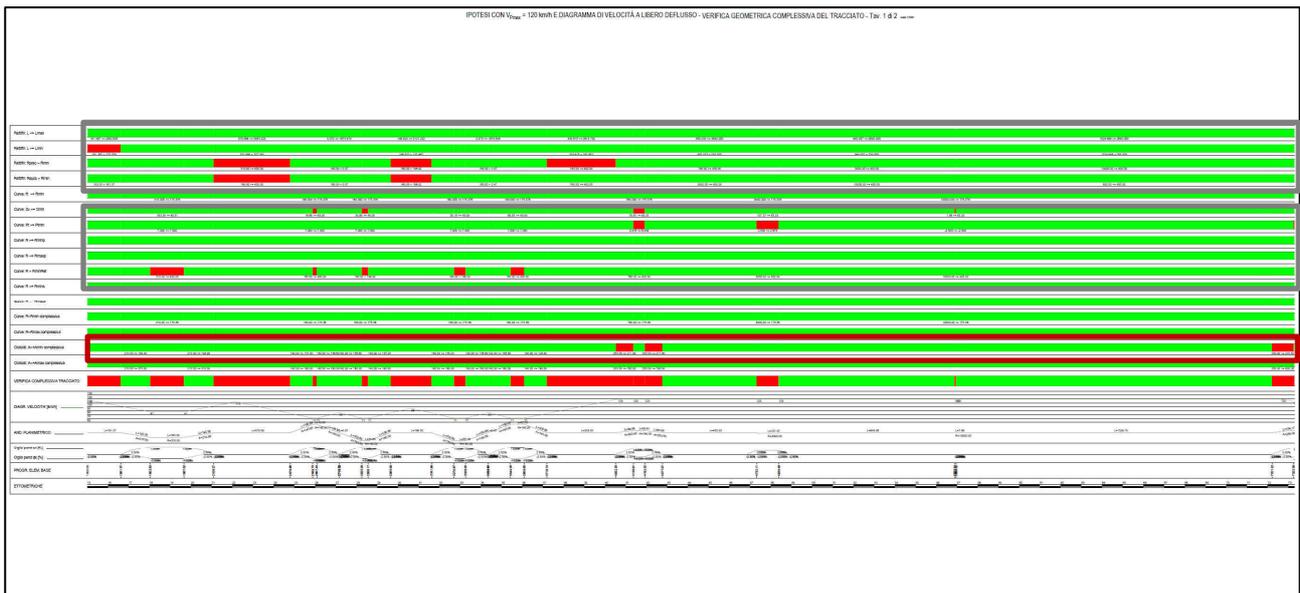


Figura 2 – Ipotesi 1: verifiche geometriche

Con queste ipotesi, relativamente alle verifiche geometriche, con riferimento alla Figura 2 qui sopra, si evidenzia che risultano non verificati (strisce in rosso):

- i rapporti geometrici fra lunghezza dei rettifili e raggi delle curve, evidenziati dal riquadro in grigio: questo tipo di non conformità non sono risolvibili perché dipendono dalla geometria del tracciato esistente oggetto di adeguamento;
- le lunghezze minime delle clotoidi, evidenziate dal riquadro in rosso: al riguardo vedasi anche elaborato “Relazione di sicurezza ai sensi del D.M.del 22.04.2004, par.5.2.5.

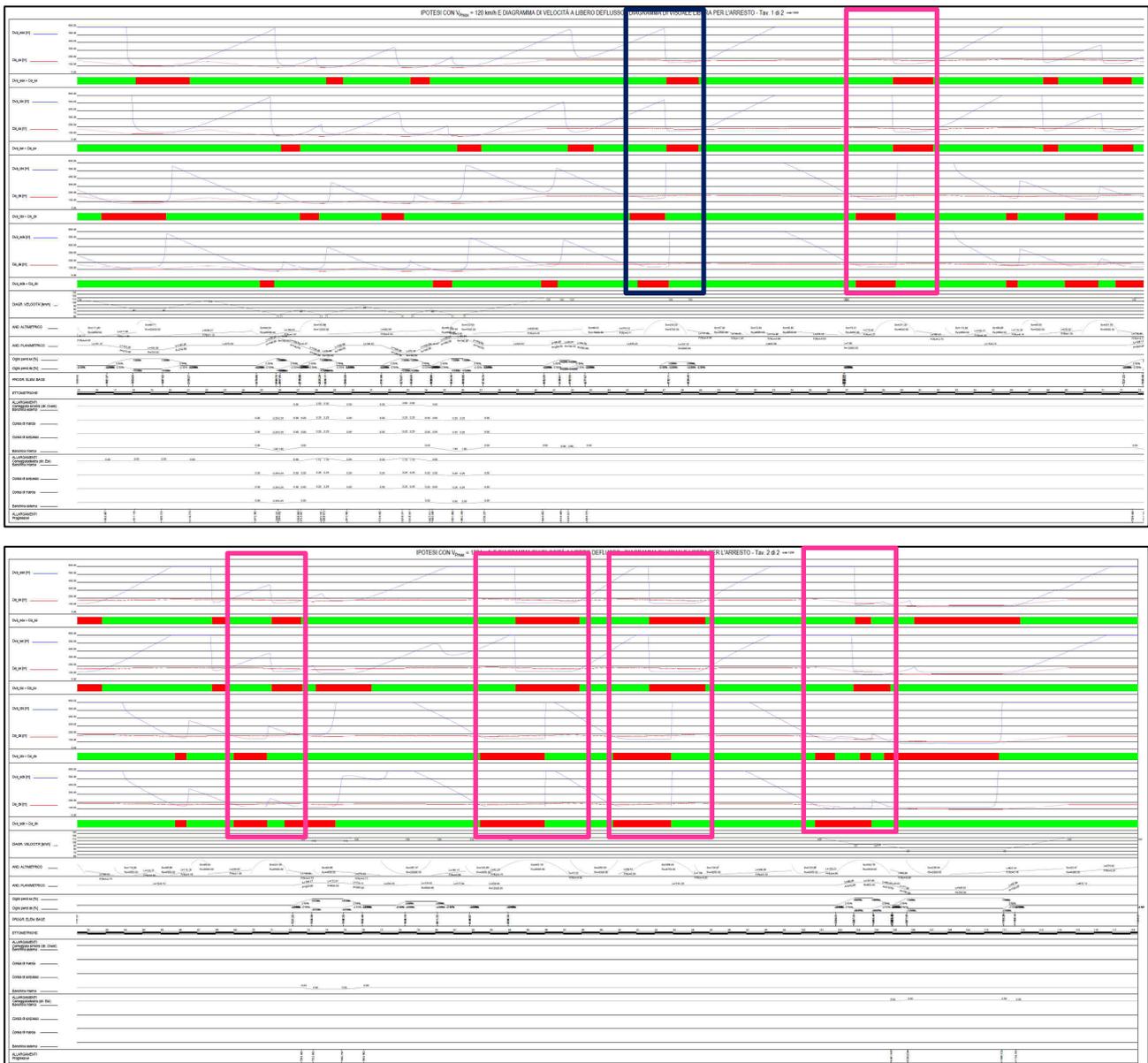


Figura 3 – Ipotesi 1: diagrammi di visuale libera per l'arresto

Con le stesse ipotesi, relativamente ai diagrammi della visuale libera per l'arresto, con riferimento alla Figura 3 qui sopra, si evidenziano che anche qui ci sono delle anomalie, al riguardo vedasi anche elaborato "Relazione di sicurezza ai sensi del D.M. del 22.04.2004, par.5.2.3.

In particolare si evidenziano le seguenti anomalie legate all'andamento altimetrico:

- il riquadro in blu individua l'insufficiente visuale libera dovuta all'andamento altimetrico della strada esistente;
- i cinque riquadri magenta individuano l'insufficiente visuale libera dovuta ai viadotti di progetto in corrispondenza delle nuove intersezioni a livelli sfalsati.

In relazione a quest'ultimo punto si evidenzia che il raggio dei raccordi almetrici in corrispondenza dei viadotti di progetto è vincolato alla necessità di riportare il tracciato tra due viadotti successivi alla quota della viabilità di servizio, pari a quella della viabilità esistente, per realizzare le corsie di entrata, uscita e scambio che collegano asse principale e strade di servizio. Non rimane spazio per applicare un raggio dei raccordi almetrici compatibile con i 120 km/h.

Si conclude che anche nei tratti dove l'andamento planimetrico permetterebbe di prevedere una velocità di progetto massima  $V_{Pmax} = 120$  km/h, l'andamento almetrico impone invece una riduzione della stessa: sulla base di questa considerazione è stata studiata l'ipotesi 2.

#### 4.1.1.2 Ipotesi 2

Poiché l'asse principale della SS554 di progetto ricade nel caso di adeguamento di strada esistente, per quanto già esposto nel par. 4.1, si è studiato di abbassare la velocità di progetto massima a  $V_{Pmax} = 100$  km/h, quindi all'interno del campo di flessibilità nella scelta del valore della  $V_{Pmax}$  per il progetto degli interventi di adeguamento delle strade esistenti, che per una strada di categoria B è 90 – 120 km/h, vedasi anche Tabella 2.

L'ipotesi 2 considera quindi:

- asse plano-altimetrico e piattaforma da Progetto Preliminare integrato con modifiche Offerta di Gara;
- intervallo di velocità 70 – 100 km/h per adeguamento di strade esistenti;
- diagramma di velocità a libero deflusso, cioè con velocità inferiori a quella massima di progetto definite esclusivamente in funzione del raggio delle curve.

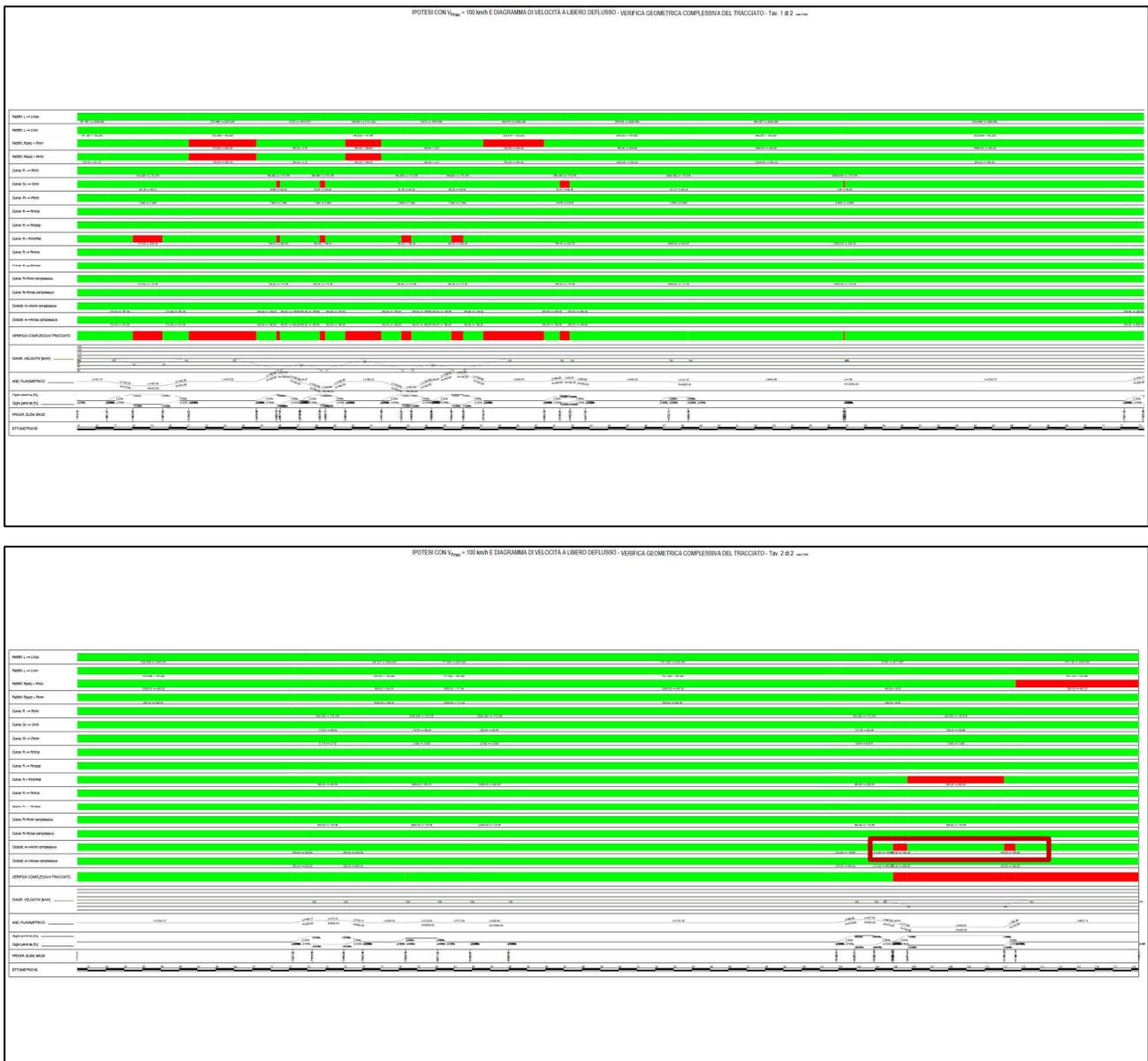


Figura 4 – Ipotesi 2: verifiche geometriche

Con queste ipotesi, relativamente alle verifiche geometriche, con riferimento alla Figura 4, rispetto alla Ipotesi 1 risultano ora verificate le lunghezze minime delle clotoidi, ad eccezione di quelle relative all'ultima curva (riquadro in rosso): al riguardo vedasi anche elaborato "Relazione di sicurezza ai sensi del D.M del 22.04.2004, par.5.2.5.

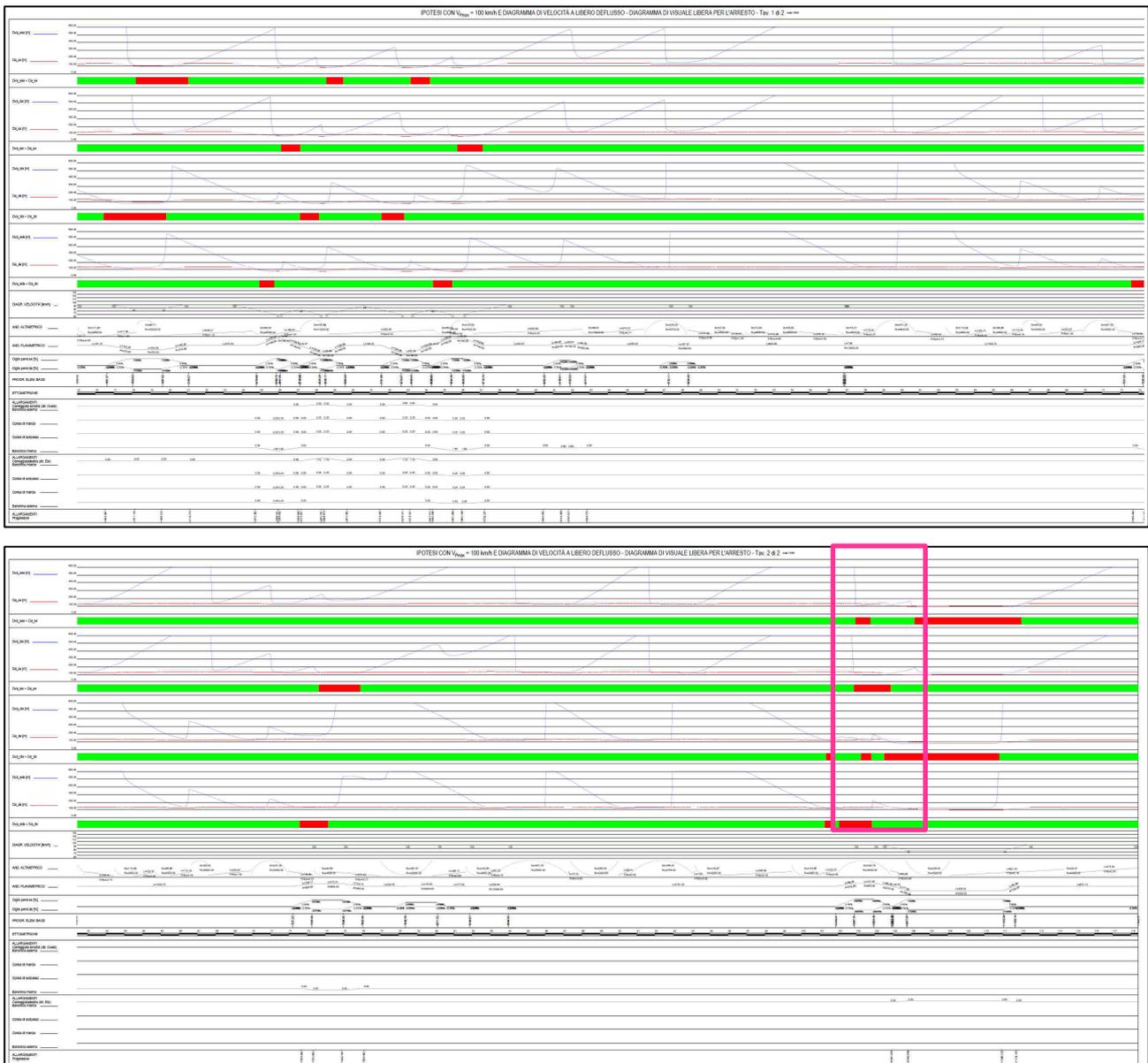


Figura 5 – Ipotesi 2: diagrammi di visuale libera per l'arresto

Con le stesse ipotesi, relativamente ai diagrammi della visuale libera per l'arresto, con riferimento alla Figura 5, si evidenziano che rimangono delle anomalie, al riguardo vedasi anche elaborato "Relazione di sicurezza ai sensi del D.M. del 22.04.2004, par.5.2.3. Si evidenzia che risultano risolte le anomalie legate all'andamento altimetrico in corrispondenza dei viadotti di progetto evidenziate nell'Ipotesi 1, ad eccezione dell'ultimo viadotto evidenziato dal riquadro magenta. Le altre anomalie riguardano l'andamento planimetrico.

Le anomalie rimanenti possono essere modificate in due modi:

- imponendo un diagramma di velocità che le risolva abbassando la velocità in corrispondenza di esse;

- mantenendo un diagramma di velocità a libero deflusso, e modificando l'asse plano-altimetrico e la piattaforma stradale con opportuni allargamenti per visibilità.

#### 4.1.1.3 *Ipotesi 3*

La terza ipotesi risolve le anomalie rimanenti imponendo un diagramma di velocità che le risolve abbassando la velocità in corrispondenza di esse.

L'ipotesi 3 considera quindi:

- asse planoaltimetrico e piattaforma da Progetto Preliminare integrato con modifiche Offerta di Gara;
- intervallo di velocità 70 – 100 km/h per l'adeguamento di strade esistenti;
- diagramma di velocità imposto.

Si tratta della soluzione adottata dal Progetto Preliminare integrato con le modifiche dell'Offerta di Gara.

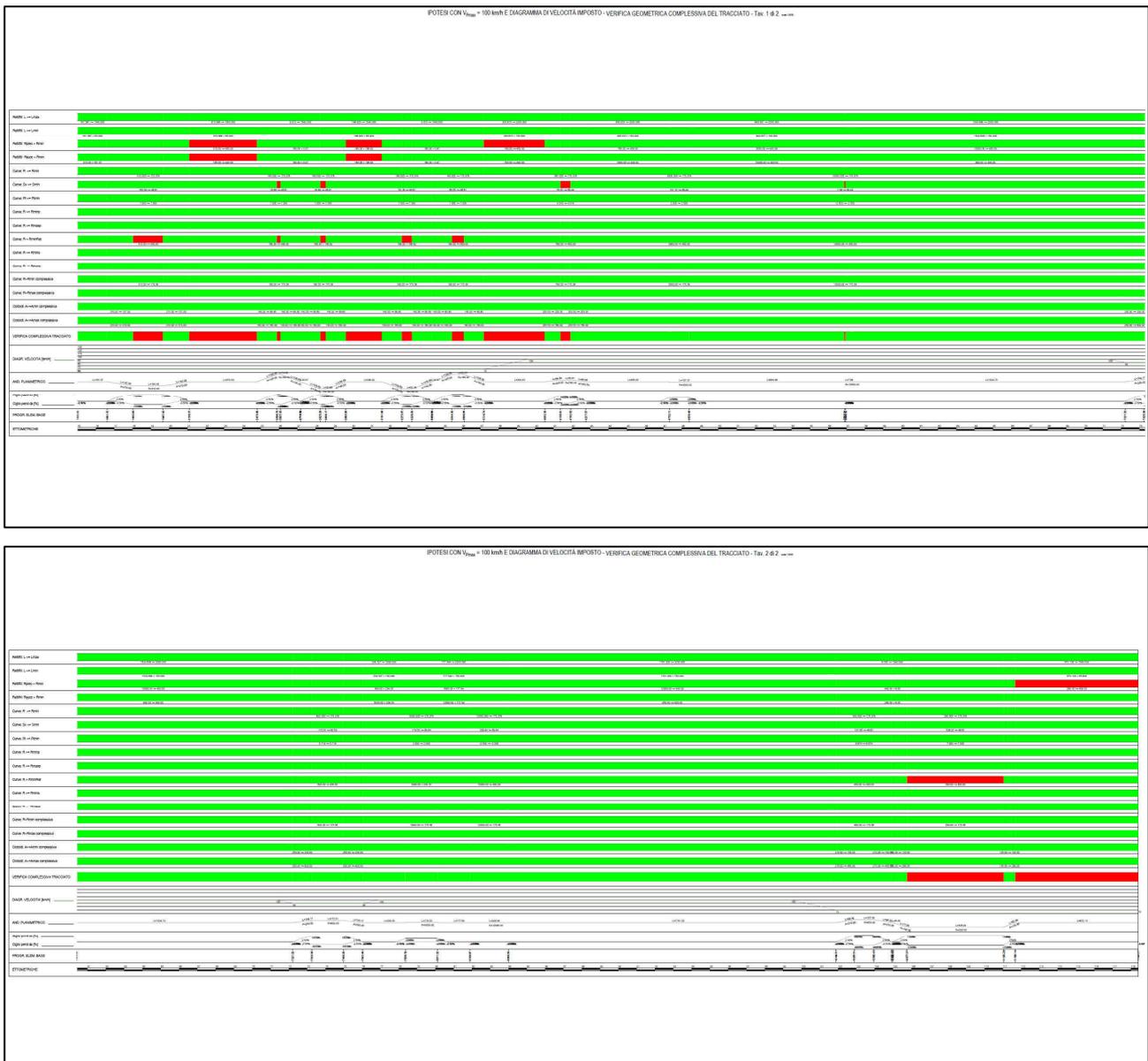


Figura 6 – Ipotesi 3, verifiche geometriche

Con queste ipotesi, relativamente alle verifiche geometriche, con riferimento alla Figura 6, risultano verificate raggi di curvatura e lunghezze delle clotoidi. Rimangono le anomalie che riguardano rapporti tra lunghezze di rettili e curve, e lunghezze minime degli stessi, non risolvibili perché dipendono dalla geometria del tracciato esistente.

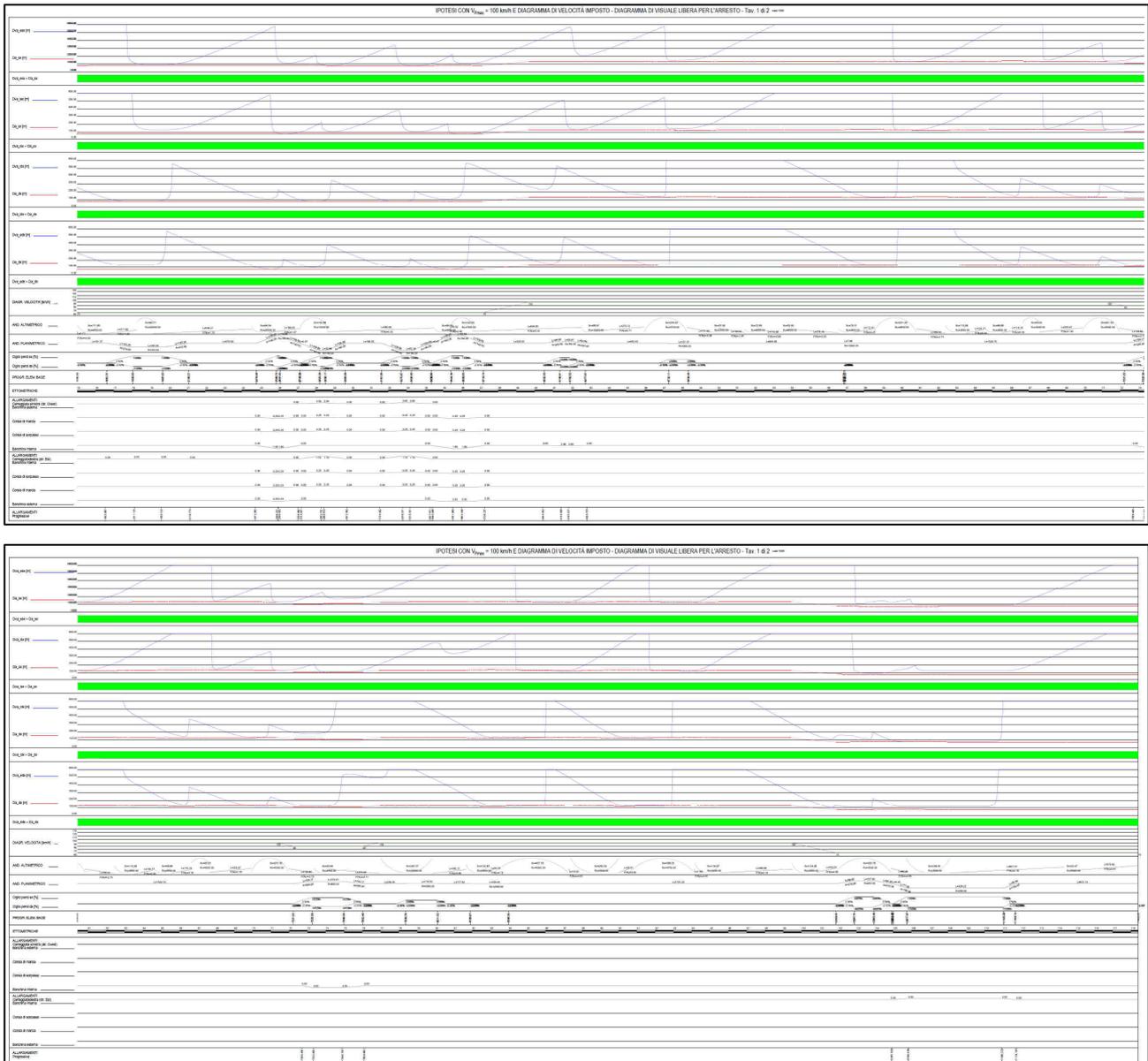


Figura 7 – Ipotesi 3:  $V_{Pmax} = 100$  km/h, velocità imposta, diagrammi di visuale libera per l'arresto

Con le stesse ipotesi, relativamente ai diagrammi della visuale libera per l'arresto, con riferimento alla Figura 7, le verifiche di visuale libera per l'arresto risultano pienamente soddisfatte.

#### 4.1.1.4 Ipotesi 4

L'ipotesi 4 parte dalla considerazione che l'ipotesi 3 risolve le anomalie relative sia alla geometria che al diagramma di visibilità per l'arresto, ma lo fa imponendo un diagramma di velocità imposto e non a libero deflusso.

Si è ritenuto opportuno studiare la possibilità di adottare un diagramma di velocità a libero deflusso, cioè costruito come prevede la norma per le strade di nuova costruzione<sup>9</sup>, modificando ove necessario l'asse plano-altimetrico e la piattaforma stradale con opportuni allargamenti per visibilità, e verificando che queste modifiche fossero compatibili con le condizioni al contorno.

L'ipotesi 4 considera quindi:

- asse plano-altimetrico e piattaforma modificati rispetto a quella da Progetto Preliminare integrato con modifiche Offerta di Gara;
- intervallo di velocità 70 – 100 km/h per l'adeguamento di strade esistenti;
- diagramma di velocità a libero deflusso.

Questa ipotesi permette di mitigare le pesanti imposizioni alla velocità imposte dall'ipotesi 3 ai tratti iniziale e finale dell'asse principale, con velocità fissata a 70 km/h. Il diagramma di velocità a flusso libero permette negli stessi tratti velocità maggiori, comprese fra 70 e 100 km/h.

Si ritiene che l'adozione di un diagramma delle velocità a flusso libero invece che imposto sia un fondamentale contributo alla sicurezza dell'infrastruttura: infatti il diagramma di velocità a flusso libero è quello che interpreta più correttamente il comportamento dell'utente, che tende a ridurre la velocità in curva solo in funzione del raggio della stessa, e che invece può essere portato a non diminuire la velocità in presenza della sola segnaletica se il raggio di curva permette fisicamente una velocità di percorrenza maggiore rispetto a quella indicata dalla segnaletica, indipendentemente dalle visuali libere disponibili.

L'ipotesi 4 è stata studiata sulla base dell'ipotesi 2, con la quale condivide le ipotesi di intervallo di velocità 70 – 100 km/h e diagramma di velocità a libero deflusso, e dalla quale si differenzia quindi solo per l'asse plano-altimetrico e la piattaforma stradale con relativi allargamenti per visibilità, modificati dove necessario nell'ipotesi 4 per risolvere le non conformità emerse dallo studio dell'ipotesi 2. In dettaglio:

- le non conformità rappresentate dall'insufficiente lunghezza delle due clotoidi dell'ultima curva sinistrorsa in corrispondenza dello svincolo SS125, vedasi anche Figura 4, sono state risolte diminuendo lievemente il raggio della curva (da 290 m a 280 m) e aumentando il parametro A delle due clotoidi (da 150 m per la clotoide in entrata e 135 m per la clotoide in uscita a 180 m per entrambe); nella ridefinizione dell'asse planimetrico si è tenuto conto delle condizioni al contorno (in particolare campo sportivo a Nord-Est e insediamenti produttivi a Sud-Ovest) e dei maggiori allargamenti per visibilità;
- le non conformità dovute all'insufficiente raggio del raccordo altimetrico in corrispondenza del viadotto dello svincolo Quartucciu, evidenziate dall'insufficiente lunghezza delle visuali libere per l'arresto, vedasi anche Figura 5, sono state risolte ampliando il raggio del medesimo raccordo verticale;

---

<sup>9</sup> Vedasi D.M. 5 novembre 2001, par. 5.6



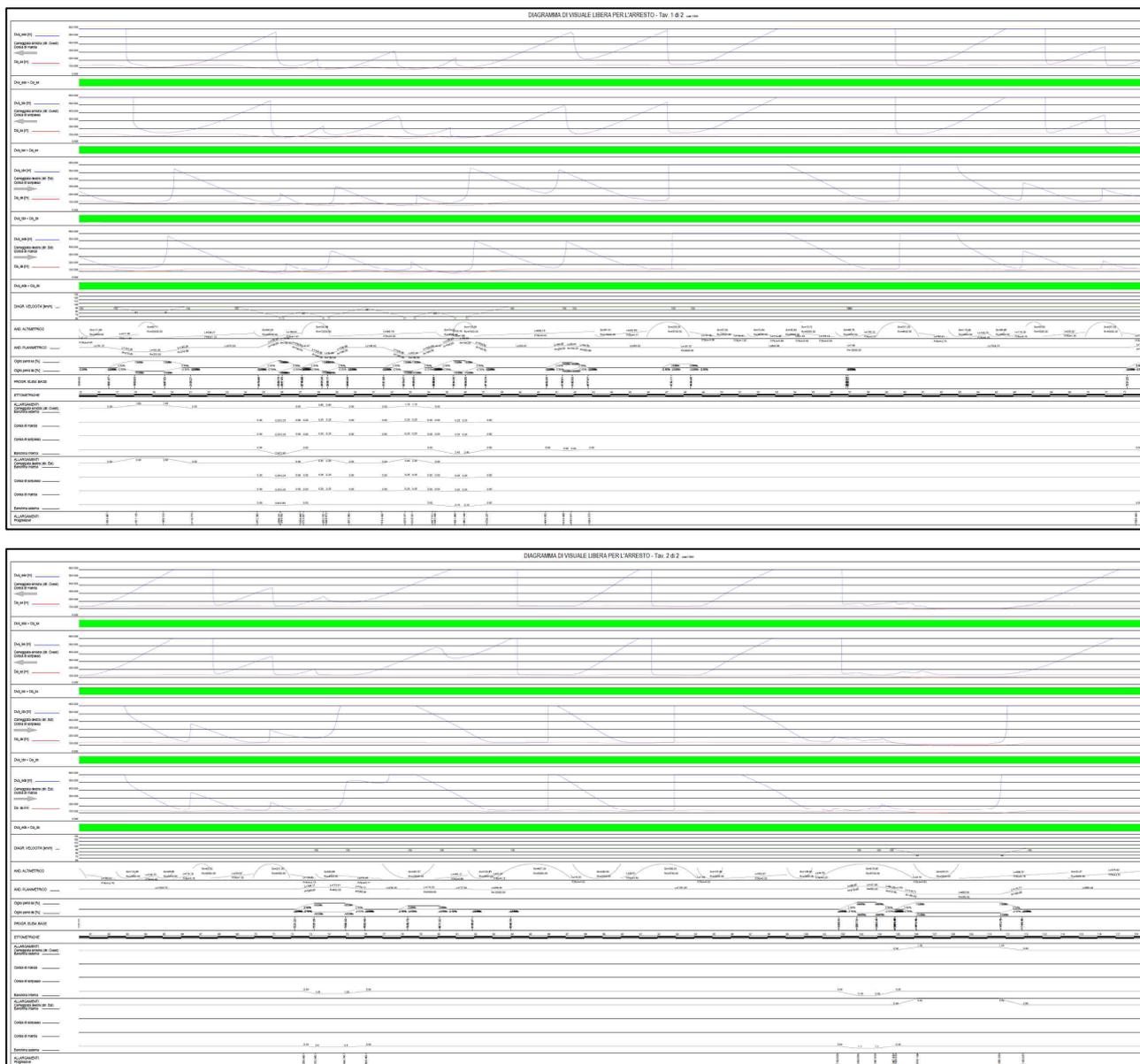


Figura 9 – Ipotesi 3:  $V_{Pmax} = 100$  km/h, velocità imposta, diagrammi di visuale libera per l'arresto

Con le stesse ipotesi, relativamente ai diagrammi della visuale libera per l'arresto, con riferimento alla Figura 9, le verifiche di visuale libera per l'arresto risultano pienamente soddisfatte.

Sulla base dello studio di questa ipotesi 4 è stato ridefinito l'asse plano-altimetrico e la piattaforma con relativi allargamenti per iscrizione e visibilità dell'asse principale di progetto della SS554 del presente Progetto Definitivo.

#### 4.1.2 Intervallo delle velocità di progetto scelto e diagramma delle velocità

Sulla base delle considerazioni riportate nel precedente paragrafo 4.1.1, per l'asse principale di progetto della SS554 si ha:

- intervallo velocità di progetto 70 – 100 km/h;
- diagramma di velocità a libero deflusso.

La velocità di progetto massima  $V_{Pmax} = 100$  km/h è stata quindi scelta all'interno del campo di flessibilità 90 – 120 km/h applicabile nel caso di adeguamento di strada esistente di categoria B, vedasi anche Tabella 2.

La scelta della  $V_{Pmax}$  ha tenuto anche conto dell'indicazione da letteratura che *“il valore della  $V_{Pmax}$  dell'intervento dovrebbe, di norma, essere sempre superiore di 10 km/h rispetto al valore della velocità limite prevista dal D.Lgs. 285/1992 per il tipo di strada in esame... non potendo però essere sempre possibile adottare  $V_{Pmax}$  corrispondenti a tali valori, vuoi per le condizioni del territorio o per le caratteristiche dei tratti che precedono e seguono la tratta in adeguamento, e non potendosi, ai sensi del D.M. 5 Novembre 2001, adottare limiti di velocità quale strumento utile per la progettazione, si dovrà adottare il valore della velocità massimo prevista dallo stesso decreto per la classe di strada immediatamente inferiore a quella in adeguamento.”*<sup>10</sup> Contestualizzando per l'asse principale di progetto della SS554, il limite per una strada extraurbana per il Codice della Strada è 110 km/h, che corrisponde alla velocità di progetto di 120 km/h; qui per le condizioni del territorio è stata posta una velocità di progetto di 100 km/h, corrispondente al limite di 90 km/h previsto dal Codice della Strada per la strada di classe immediatamente inferiore, cioè una extraurbana secondaria<sup>11</sup>.

La velocità minima  $V_{Pmin} = 70$  km è all'interno dell'intervallo di velocità previsto dalla normativa per le strade di nuova costruzione di categoria B.

La scelta della  $V_{Pmin}$  è anche legata al raggio minimo planimetrico, che è pari a 180m.

Il diagramma delle velocità a libero deflusso è riportato qui di seguito in forma tabellare, vedasi anche Tabella 3.

---

<sup>10</sup> Vedasi Mario Servetto, “Strade e ferrovie - Tecniche progettuali e costruttive per le infrastrutture di trasporto terrestri”, par. 5.7.1

<sup>11</sup> Vedasi D.Lgs. 30 aprile 1992, n.285 , Titolo V, Art. 142.

Progressiva [m]	Velocità [km/h]	Accelerazione tratto precedente [m/s <sup>2</sup> ]	Accelerazione tratto seguente [m/s <sup>2</sup> ]
1500	100		0
1687.481	100	0	-0.8
1803.625	87.13	-0.8	0
1967.015	87.13	0	0.8
2083.159	100	0.8	0
2347.483	100	0	-0.8
2588.751	70.69	-0.8	0
2607.432	70.69	0	0.8
2716.356	85.18062	0.8	-0.8
2825.281	70.69	-0.8	0
2856.173	70.69	0	0.8
3063.522	96.4192	0.8	-0.8
3270.871	70.69	-0.8	0
3326.051	70.69	0	0.8
3435.175	85.20489	0.8	-0.8
3544.3	70.69	-0.8	0
3609.848	70.69	0	0.8
3851.116	100	0.8	0
10465.32	100	0	-0.8
10610.69	83.58	-0.8	0
11072.78	83.58	0	0.8
11218.15	100	0.8	0
11848.94	100	0	

Tabella 3. Diagramma delle velocità in forma tabellare

## 4.2 Organizzazione della piattaforma stradale

La SS554 esistente ha una piattaforma organizzata su quattro corsie, due per senso di marcia, organizzate su due carreggiate divise da spartitraffico nel tratto da inizio intervento fino all'intersezione a raso esistente con via Torrente a Selargius, ad unica carreggiata senza spartitraffico per il rimanente tratto della SS554 esistente fino all'attuale svincolo con la SS125. La SS125 esistente, sulla quale si pone la fine intervento dell'asse principale di progetto, ha invece unica carreggiata a due corsie.

Premesso che l'asse principale di progetto della SS554 è classificato come strada extraurbana principale tipo B, la piattaforma stradale è stata definita in riferimento alla piattaforma prevista dal DM 05/11/2001 per le strade extraurbane

principali tipo B, soluzione base a 2+2 corsie di marcia, ma riorganizzata tenendo conto della velocità massima di progetto  $V_{pmax}$ .

Anche qui si è tenuto conto del fatto che l'intervento di progetto è un adeguamento di strada esistente.

Per una strada di categoria B, soluzione base a 2+2 corsie di marcia, il DM 05/11/2001 prevede l'organizzazione della piattaforma riportata qui di seguito in Figura 10.

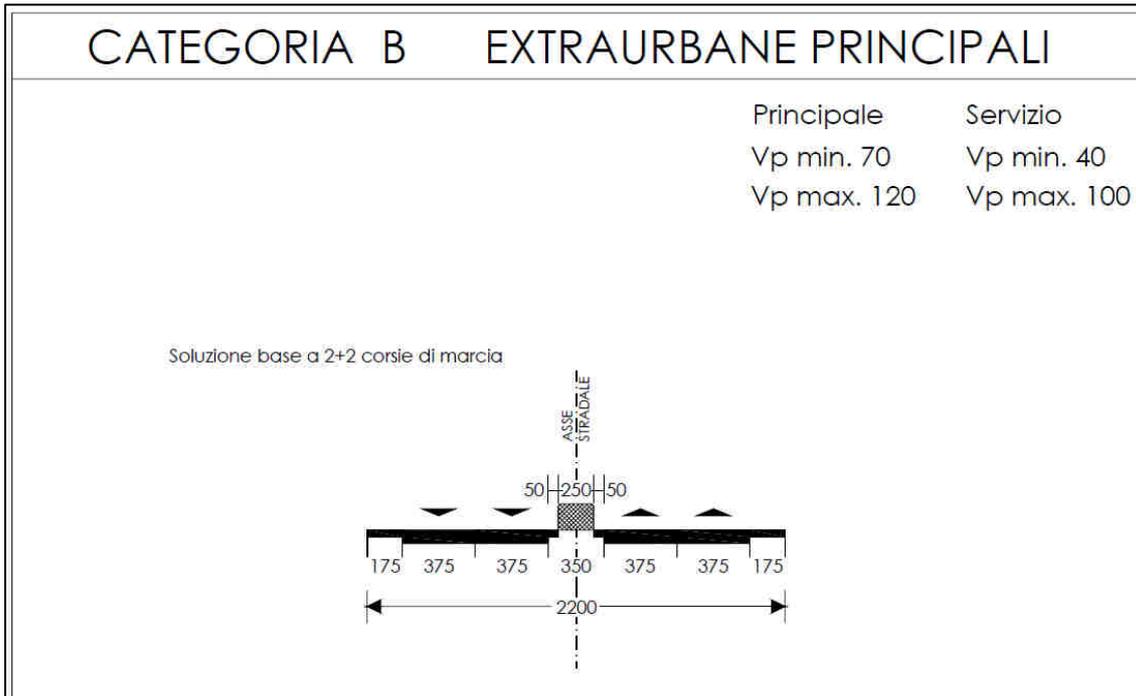


Figura 10 – Piattaforma per strada di Categoria B, soluzione base a 2+2 corsie di marcia<sup>12</sup>

Ma, come già dettagliato nel precedente par. 4.1, per effetto del D.M. 22 aprile 2004, il D.M. 5 novembre 2001 è solo di riferimento per l'adeguamento delle strade esistenti, e non essendo mai stata emanata una normativa specifica, è necessario fare riferimento alla letteratura; e l'asse principale della SS554 di progetto ricade nel caso di adeguamento di strada esistente.

Anche qui di seguito si fa riferimento al testo di Mario Servetto già citato in precedenza.

Si ricorda che il valore della velocità massima di progetto  $V_{pmax} = 100$  km/h, corrispondente al limite di velocità di 90 km/h, è previsto dal codice della strada per la strada di classe immediatamente inferiore, cioè una extraurbana secondaria. Si è tenuto conto dell'indicazione da letteratura che in tal caso "le dimensioni della piattaforma stradale dovranno essere

<sup>12</sup> Vedasi D.M. 5 novembre 2001, par. 3.6, figura 3.6.c.

definite con riferimento a quelle richieste per la strada di classe inferiore...<sup>13</sup>. È stato adottato un modulo corsia ridotto a 3,5 m, lo stesso previsto dalla norma per una strada categoria C2, quindi immediatamente inferiore alla categoria B come richiesto sopra, invece del modulo corsia da 3,75 m previsto dalla norma per una strada di categoria B<sup>14</sup>. Si può osservare che la norma prevede per una strada categoria C1, che pure è di una classe immediatamente inferiore alla B, un modulo di corsia pari a 3,75 m, lo stesso per una strada di categoria B. La scelta del modulo con minore larghezza della C2 ha lo scopo di far percepire all'utente un ambiente che necessita di moderare la velocità.

Anche la larghezza dello spartitraffico è stata ridotta da 2,50 a 1,80 m, misura pari a quella adottata dal DM 05/11/2005 per la categoria strada urbana di scorrimento tipo D.

La larghezza delle banchine interne ed esterne rimane invariata.

La larghezza totale diminuisce da 22,00 m a 20,30 m.

Quindi l'organizzazione della piattaforma stradale prevista per l'asse principale di progetto della SS554 prevede la seguente ridefinizione degli elementi modulari, vedasi anche Figura 11

- corsie di marcia con larghezza di 3,50 m;
- spartitraffico con larghezza di 1,80 m;
- banchine interne con larghezza invariata di 0.50 m;
- banchine esterne con larghezza invariata di 0.50 m;
- larghezza totale 20,30 m.

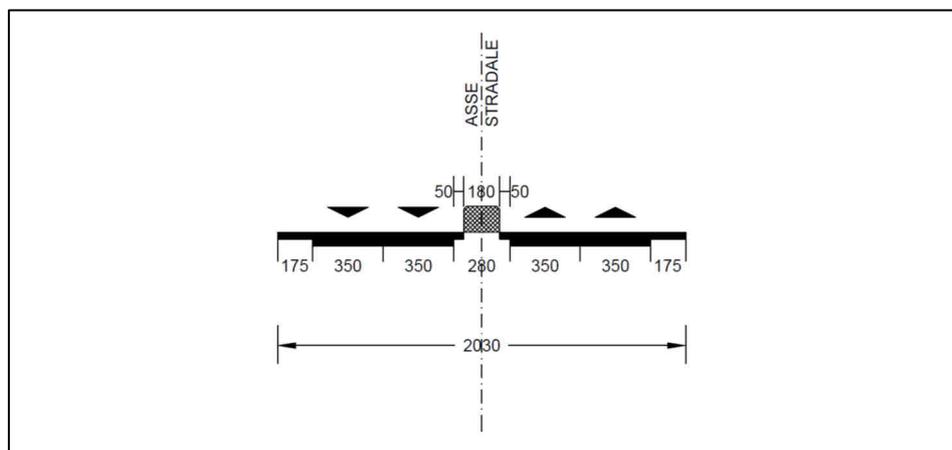


Figura 11 – Piattaforma con elementi modulari ridefiniti per asse principale di progetto SS554

<sup>13</sup> Vedasi Mario Servetto, "Strade e ferrovie - Tecniche progettuali e costruttive per le infrastrutture di trasporto terrestri", par. 5.7.1

<sup>14</sup> Vedasi D.M. 5 novembre 2001, par. 3.6, figura 3.6.c e 3.6.d.

### 4.3 Andamento plano-altimetrico

#### 4.3.1 Andamento asse planimetrico.

Il tracciato si sviluppa in direzione est-ovest adagiandosi sul sedime attuale della SS 554, per poi orientarsi lungo la direttrice nord-sud sull'attuale sedime della SS 125 per gli ultimi 1.2 km.

Dalla prog. 1550 di inizio intervento, alla prog. 3900 ca. il tracciato di progetto, ricalcando quello esistente, descrive una prima curva con raggio  $R = 310$  m che limita la velocità di progetto a 87 km/h, e altre quattro curve con raggio  $R = 180$  m nella zona dello svincolo con la SS131dir che limitano la velocità a 71 km/h.

Dalla progressiva 3900 ca alla prog 10460 ca il tracciato di progetto, continuando a ricalcare quello esistente, è rettilineo o con curve planimetriche con raggi abbastanza ampi per mantenere la velocità massima di progetto  $V_{Pmax} = 100$  km/h.

Dalla prog. 10460 ca alla prog. 11200 ca. il tracciato di progetto abbandona quello esistente, descrive una curva destrorsa, con raggio  $R = 280$  m e velocità di progetto limitata a 84 km/h, e si raccorda al tracciato della SS125 esistente.

Dalla prog. 11200 ca alla prog. 11848.94 di fine intervento il tracciato di progetto ricalca quello esistente della SS125, con velocità di progetto pari a quella massima  $V_{Pmax} = 100$  km/h.

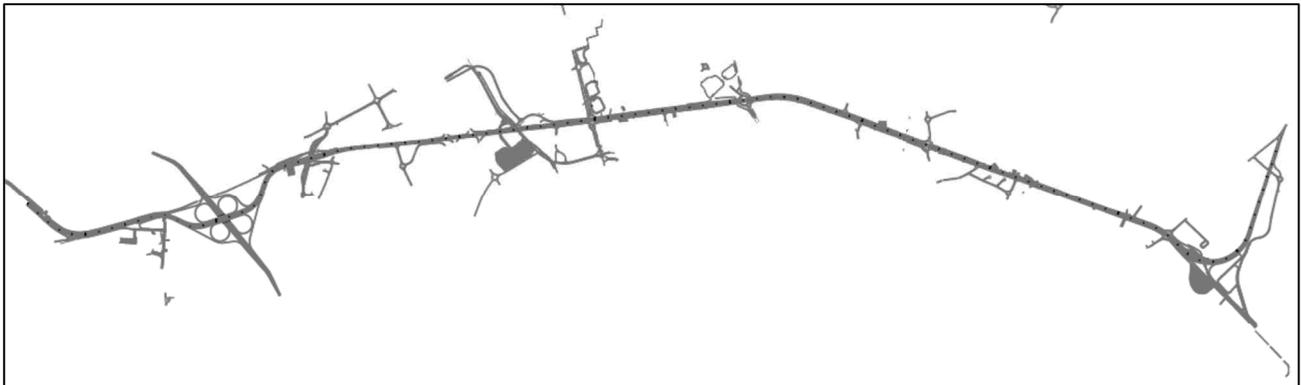


Figura 12 – configurazione planimetrica dell'adeguamento della SS 554

#### 4.3.2 Verifiche andamento asse planimetrico

Le verifiche planimetriche dettagliate sono riportate nell'**Allegato 1** della presente relazione, ma è necessario fare delle considerazioni sull'applicabilità della normativa vigente, il DM 05/11/2001. Il progetto sviluppato si configura come un adeguamento di strada esistente, per cui il rispetto delle prescrizioni di normativa è una condizione a cui 'tendere' al fine di rendere sicura la strada. Condizioni a contorno, anche antropologiche, non permettono di rispettare tutte le prescrizioni ma laddove tale circostanza si verifica, le conseguenti criticità vengono individuate e motivate qui di seguito; inoltre si

rimanda all'elaborato DPCA06-D-1501-T00-PS-00-TRA-RE-03-A "Relazione Tecnica – Relazione di sicurezza ai sensi del D.M. del 22.04.2004", par da 5.2.4 a 5.2.7.

#### 4.3.2.1 Analisi del risultato delle verifiche planimetriche

Si osserva che trattandosi di un adeguamento di strada esistente quasi totalmente con intervento in sede, l'andamento planimetrico dell'asse principale di progetto risulta vincolato a quello esistente, senza possibilità di intervenire sulla lunghezza degli elementi geometrici in modo da soddisfare i criteri previsti al riguardo dal DM 05/11/2001; inoltre nel caso di curve esistenti ad ampio raggio e ridotto sviluppo manca lo spazio per inserire clotoidi che soddisfino i criteri previsti dallo stesso DM 05/11/2001, con particolare riferimento al criterio ottico, che risulta prevalente proprio nel caso di curve ad ampio raggio.

Queste difficoltà trovano riscontro in quanto riportato in letteratura. Con riferimento al testo di Mario Servetto già citato in precedenza, si ha che non è prevista richiesta di deroga, altrimenti prevista "in caso di non applicazione dei valori minimi delle caratteristiche geometriche e funzionali fissate dal D.M. 5 novembre 2001" per "le deviazioni dalla norma di riferimento riguardanti.

- la lunghezza minima e massima dei rettifili;
- la lunghezza minima dello sviluppo delle curve circolari;
- il criterio ottico (n. 3) per la definizione del valore minimo del parametro A delle curve di transizione (clotoidi);
- l'assenza di curve di transizione (clotoidi) per raggi di curve planimetriche superiori o uguali a  $R \geq 3.500$  m quando  $V_{pmax} > 80$  km/h, ed a  $R = 1.900$  m quando  $V_{pmax} \leq 80$  km/h."

Le verifiche planimetriche sono state condotte con riferimento al diagramma di velocità descritto nel par. 4.1.2.

Dalle tabelle riportate nell'**Allegato 1** risulta che le verifiche planimetriche sono soddisfatte a meno dei seguenti casi:

1. Rettifilo 3, non verificata la relazione tra lunghezza rettifilo e raggio curva precedente;
2. Rettifilo 3, non verificata la relazione tra lunghezza rettifilo e raggio curva seguente.
3. Arco curva 4: non verificato lo sviluppo minimo;
4. Arco curva 6: non verificato lo sviluppo minimo;
5. Rettifilo 7, non verificata la relazione tra lunghezza rettifilo e raggio curva precedente;
6. Rettifilo 7, non verificata la relazione tra lunghezza rettifilo e raggio curva seguente;
7. Rettifilo 11, non verificata la relazione tra lunghezza rettifilo e raggio curva precedente;
8. Arco curva 12: non verificato lo sviluppo minimo.
9. Rettifilo 27, non verificata la relazione tra lunghezza rettifilo e raggio curva precedente;

A completamento di quanto riportato nelle tabelle dell'**Allegato 1** si segnalano anche i seguenti casi:

10. Arco curva 14: assenza di curve di transizione;
11. Arco curva 16: assenza di curve di transizione;
12. Arco curva 16: non verificato lo sviluppo minimo;

13. Arco curva 20: assenza di curve di transizione;
14. Arco curva 22: assenza di curve di transizione;

Le non conformità con il DM 05/11/2001 ai punti 1 e 2 riguarda la lunghezza del rettilineo prima della zona dello svincolo a quadrifoglio con la SS131dir, che risulta troppo lungo rispetto al raggio delle curve precedente e seguente: poiché l'asse principale di progetto coincide sostanzialmente con quello esistente, la geometria degli elementi è vincolata da quest'ultimo.

Le non conformità dal punto 3 al punto 7 riguardano la zona dello svincolo a quadrifoglio con la SS131dir, dove l'asse principale di progetto si discosta da quello esistente per ottimizzare la velocità di progetto in questa zona, ma in misura limitata per la necessità di minimizzare lo scostamento della piattaforma di progetto dal sedime esistente, considerando anche la presenza delle rampe e della SS131dir, condizionando quindi la lunghezza degli elementi geometrici di progetto. La non conformità al punto 8 riguarda la prima curva dopo lo svincolo Baracca Manna: il limitato sviluppo della curva dell'asse principale esistente ha permesso di inserire in quello di progetto due clotoidi a norma, ma non un arco con sviluppo tale da soddisfare la norma.

La non conformità al punto 9 riguarda la relazione fra la curva in corrispondenza dello svincolo SS125 e il rettilineo successivo a fine intervento: si evidenzia che quest'ultimo si trova sul sedime esistente, mentre la curva è l'unico tratto dell'intero asse principale di progetto in variante: il raggio della curva è però vincolato dalle condizioni al contorno. In particolare il raggio scelto permette di non interferire con il campo sportivo esistente, mentre la lunghezza del rettilineo è vincolata dal tracciato della SS125 esistente sulla quale si appoggia il tratto terminale dell'asse principale di progetto.

Le non conformità dal punto 10 al punto 14 riguardano curve con angolo al centro quasi piatto, quindi praticamente impercettibili rispetto ai rettifili a cui si collegano, ma necessarie perché l'asse principale di progetto possa seguire il tracciato esistente minimizzando gli scostamenti dal sedime esistente: le curve 16, 20 e 22 hanno raggio  $R < 3500$  m, e rientrano tra le deviazioni ammesse da letteratura. La curva 18 ha invece raggio  $R < 3500$  m.; al riguardo si rimanda all'elaborato DPCA06-D-1501-T00-PS-00-TRA-RE-03-A "Relazione Tecnica – Relazione di sicurezza ai sensi del D.M. del 22.04.2004", par 5.2.4.

Le verifiche planimetriche sono riportate in forma grafica negli elaborati DPCA06-D-1501-T00-PS-01-TRA-DG-05 e DPCA06-D-1501-T00-PS-01-TRA-DG-06.

### 4.3.3 Andamento asse altimetrico.

L'andamento altimetrico dell'asse principale di progetto ricalca quello dell'asse esistente della SS554 e della SS125, in quanto la strada di progetto si configura come un allargamento della piattaforma esistente; se ne discosta solo in corrispondenza delle intersezioni di progetto a livelli sfalsati, dove il profilo altimetrico di progetto si alza rispetto a quello esistente in corrispondenza dei viadotti di progetto.

Si è rispettata ovunque una pendenza minima longitudinale del 0.3%, per evitare tratti con pendenza longitudinale troppo ridotta, tale da porre eventuali problemi di ristagno se contemporaneamente anche la pendenza trasversale risulta ridotta, per esempio nei punti di rotazione della piattaforma dove la pendenza trasversale può ridursi fino ad annullarsi nel punto di inversione della falda.

Fa eccezione solo un breve tratto tra i vertici altimetrici 12 e 13, in corrispondenza di un manufatto esistente da ampliare, dove si è mantenuta la pendenza longitudinale esistente: peraltro questo tratto è in rettilineo, quindi è garantita la pendenza trasversale al 2,5 %.

#### 4.3.4 Verifiche andamento asse altimetrico

Le verifiche altimetriche dettagliate sono riportate **nell'Allegato 2** della presente relazione.

##### 4.3.4.1 Analisi del risultato delle verifiche altimetriche

Le verifiche planimetriche sono state condotte con riferimento al diagramma di velocità descritto nel par.4.1.

Dalle tabelle riportate nell'**Allegato 2** risulta che le verifiche planimetriche sono soddisfatte.

#### 4.4 Allargamenti delle banchine per visibilità e visuali libere per l'arresto.

Lungo tutto il tracciato è stata condotta, così come imposto dalle norme vigenti, una verifica delle visuali libere per l'arresto. Per distanza di visuale libera si intende la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé considerando le sole condizioni geometriche della strada.

La verifica è stata condotta nel rispetto delle prescrizioni previste dal DM 05/11/2001, ovvero per ogni senso di marcia e considerando l'andamento piano altimetrico del tracciato. Il modello tridimensionale adottato ai fini della verifica è stato costruito ponendo l'occhio del conducente ad altezza sul piano stradale pari a 1.10 m, ponendo come ostacolo in carreggiata un elemento verticale di altezza pari a 0.1 m e considerando come ostacoli alla visibilità lungo tutto il tracciato il limite banchina.

Le distanze delle visuali libere per l'arresto, determinate con i criteri sopradetti, sono state confrontate con le distanze d'arresto necessarie.

Le verifiche di visuale libera per l'arresto sono state condotte con riferimento al diagramma di velocità descritto nel par. 4.1.2.

Gli allargamenti delle banchine per visibilità sono riportati nella Tabella 4 seguente.

Progressiva [m]	banchina esterna sinistra [m]	banchina interna sinistra [m]	banchina interna destra [m]	banchina esterna destra [m]
1500.000	0	0	0	0
1653.867	0	0	0	0
1811.125	1.65	0	2.90	0
1959.515	1.65	0	2.90	0
2116.773	0	0	0	0
2472.362	0	0	0	0
2596.251	0	2.90	0	0.30
2599.932	0	2.90	0	0.30
2708.892	0	0	0	0
2723.821	0	0	0	0
2832.781	0.80	0	2.45	0
2848.673	0.80	0	2.45	0
2972.562	0	0	0	0
3154.482	0	0	0	0
3278.371	1.15	0	2.40	0
3318.551	1.15	0	2.40	0
3427.911	0	0	0	0
3442.440	0	0	0	0
3551.800	0	2.45	0	1.05
3602.348	0	2.45	0	1.05
3726.237	0	0	0	0
4044.852	0	0	0	0
4144.408	0	0.45	0	0
4185.017	0	0.45	0	0
4284.573	0	0	0	0
7213.716	0	0	0	0
7332.882	0	1.25	0	0.40
7490.795	0	1.25	0	0.40
7609.962	0	0	0	0
10182.005	0	0	0	0
10295.005	0	2.35	0	1.10
10387.953	0	2.35	0	1.10
10487.480	0	0	0	0
10500.953	0	0	0	0
10618.194	1.55	0	3.50	0
11065.283	1.55	0	3.50	0
11195.997	0	0	0	0
11848.941	0	0	0	0

Tabella 4. Allargamenti delle banchine per visibilità:

Gli allargamenti sono geometrizzati con i tratti di raccordo a larghezza variabile che iniziano 7,5 m prima dell'inizio della clotoide e finiscono 7,5 m dopo la fine della clotoide, e i tratti a larghezza costante pari al valore dell'allargamento lungo la curva che iniziano 7,5 m dopo l'inizio della curva e finiscono 7,5 m prima della fine della clotoide.

Si evidenzia che nel caso dell'allargamento della banchina interna della carreggiata sinistra tra le prog. 7269.400 e 7609.962, l'inizio del tratto a larghezza variabile tra le prog. 7269.400 e 7332.882 è stato spostato dalla prog. 7213.716, corrispondente a 7,5 m prima dell'inizio della clotoide, alla prog. 7269.400 corrispondente alla spalla del viadotto, per non prolungare l'allargamento sul viadotto, ferma rimanendo la verifica positiva della distanza della visibilità per l'arresto.

I diagrammi di visuale libera per arresto sono riportati negli elaborati DPCA06-D-1501-T00-PS-01-TRA-DG-01 e DPCA06-D-1501-T00-PS-01-TRA-DG-02.

#### **4.5 Visuali libere per la manovra di cambiamento di corsia.**

Considerato il tipo di piattaforma a due corsie per ogni senso di marcia, e la presenza di corsie di entrata, scambio e uscita sono stati prodotti anche i diagrammi di visuali libere per la manovra di cambiamento di corsia, riportati negli elaborati DPCA06-D-1501-T00-PS-01-TRA-DG-03 e DPCA06-D-1501-T00-PS-01-TRA-DG-04.

#### **4.6 Allargamenti delle corsie per iscrizione in curva**

Sono previsti gli allargamenti in curva secondo il DM 05/11/2001. Per raggi superiori a 225 m di raggio, non sono necessari allargamenti in curva per iscrizione del veicolo. Le uniche curve che hanno raggi inferiori a tale valore sono quelle comprese nell'area dello svincolo a quadrifoglio con la SS131dir.

Gli allargamenti delle corsie per iscrizione in curva sono riportati nella Tabella 5 seguente.

Progressiva [m]	Corsia Esterna Sinistra [m]	Corsia Interna Sinistra [m]	Corsia Interna Destra [m]	Corsia Esterna Destra [m]
2472.362	0	0	0	0
2596.251	0.25	0.25	0.25	0.25
2599.932	0.25	0.25	0.25	0.25
2708.892	0	0	0	0
2723.821	0	0	0	0
2832.781	0.25	0.25	0.25	0.25
2848.673	0.25	0.25	0.25	0.25
2972.562	0	0	0	0
3154.482	0	0	0	0
3278.371	0.25	0.25	0.25	0.25
3318.551	0.25	0.25	0.25	0.25
3427.911	0	0	0	0
3442.440	0	0	0	0
3551.800	0.25	0.25	0.25	0.25
3602.348	0.25	0.25	0.25	0.25
3726.237	0	0	0	0

Tabella 5. Allargamenti delle corsie per iscrizione in curva.

Gli allargamenti sono geometrizzati con i tratti di raccordo a larghezza variabile che iniziano 7,5 m prima dell'inizio della clotoide e finiscono 7.5 m dopo la fine della clotoide, e i tratti a larghezza costante pari al valore dell'allargamento lungo la curva che iniziano 7, 5 m dopo l'inizio della curva e finiscono 7.5 m prima della fine della clotoide.

#### 4.7 Piazzole di sosta

Il D.M. 05.11.01 prescrive la realizzazione di piazzole di sosta ad intervalli di 1000 m sul lato destro di carreggiata per strade a carreggiate separate.

Riguardo alla collocazione delle piazzole di osserva che:

- parte dell'asse principale ha piattaforma con corsie di entrata, di uscita o di scambio: in questi punti non è possibile collocare una piazzola di sosta, che risulterebbe trovarsi sulla corsia specializzata;

- altra parte dell'asse principale è affiancata dalle strade di servizio, dalle quali sono separate da uno spartitraffico mediamente largo 1.80 m: quindi non c'è spazio per la collocazione della piazzola di sosta che richiede un allargamento della piattaforma dell'asse principale di 3,50 m<sup>15</sup>;
- i tratti rimanenti con piattaforma senza corsie specializzate o strade di servizio, dove sia valutabile la collocazione delle piazzole di emergenza, sono pochi e generalmente molto brevi.

Per questo sono state previste solo due piazzole di emergenza collocate verso fine intervento, unico punto in cui sia stato individuato un tratto abbastanza lungo senza corsie specializzate o strade di servizio (270 ca. m in destra e 640 m ca. in sinistra). Le due piazzole, una per senso di marcia, sono state posizionate entrambe alla prog. 11520.00, vicino al sottovia scatolare prog. 11638.090 ST.02. La piazzola destra si va a collocare sul sedime dell'intersezione esistente a raso destinata ad essere eliminata in progetto.

Si osserva che, pur mancando le piazzole di sosta sul resto dell'asse principale di progetto, le soste di emergenza possono essere effettuate al di fuori della piattaforma della SS 554, peraltro con frequenza delle uscite ben maggiore di quella di una ogni chilometro richiesta per le piazzole di sosta dalla norma.

## 4.8 Tratti di transizione

### 4.8.1 Tronco di transizione iniziale

Il tronco di transizione iniziale a prog 1500.00 è preceduto da un tratto di strada a carreggiate separate con due corsie di marcia, riconducibile secondo il nuovo Codice delle Strada ad una strada extraurbana principale Tipo B<sup>16</sup>; in direzione Nord c'è anche una corsia di scambio tra l'entrata dall'area della Motorizzazione Civile e l'uscita per la SS131 in direzione Sassari. Quindi c'è una sostanziale continuità fra la piattaforma stradale esistente e quella di progetto.

Sul tratto di strada esistente precedente il tronco di transizione non ci sono segnali con limiti di velocità. Si osserva peraltro che la velocità risulta condizionata dalla geometria del tracciato: infatti la curva precedente il tronco di transizione (nel senso delle progressive crescenti) ha raggio di circa 200 m, associabile ad una velocità di percorrenza, non considerando gli eventuali ostacoli alla visuale libera per l'arresto, di circa 73,5 km/h secondo il DM 05/11/2001<sup>17</sup>.

Applicando la formula:

$$L = \frac{V_1^2 - V_2^2}{2 * 12.96 * a_c}$$

con  $a_c=0.8 \text{ m/s}^2$ , si ottiene che la distanza necessaria per accelerare da 73,5 a 100 km/h è pari a  $L = 222 \text{ m}$ .

---

<sup>15</sup> Vedasi D.M. 5 novembre 2001, par. 4.3.6.

<sup>16</sup> Vedasi D.Lgs. 30 aprile 1992, Titolo I, Art. 2.

<sup>17</sup> Vedasi D.M. 5 novembre 2001, par. 5.2.4, Fig. 5.2.4.a.

Quindi alla prog 1590 ca, posta a distanza di 222 m dalla fine della curva esistente, con un'accelerazione  $a_c=0.8 \text{ m/s}^2$  si raggiunge la velocità massima di progetto  $V_p=100\text{km/h}$ .

La curva successiva (nel senso delle progressive crescenti) è compresa nell'intervento di progetto, inizia alla prog. 1661.37, limitando la velocità a 87 km/h; sul diagramma di velocità il passaggio da 100 km/h a 87 km/h inizia alla prog. 1687.50.

Quindi un veicolo in uscita dalla curva della strada esistente prima della transizione può raggiungere i 100 km/h prima di rallentare in corrispondenza della curva C1

Per questo motivo il diagramma di velocità di progetto è stato fatto iniziare con  $V_p=100 \text{ km/h}$ .

#### 4.8.2 Tronco di transizione finale

Il tronco di transizione finale a prog 11840.270 è seguito da un tratto di strada ad unica carreggiata con due corsie di marcia, riconducibile secondo il nuovo Codice delle Strada ad una strada extraurbana secondaria Tipo C<sup>18</sup>; immediatamente dopo il punto di fine intervento c'è anche una intersezione a raso con la strada Ex Provinciale Quartucciu Gianni.

Sul tratto di strada esistente seguente il tronco di transizione non ci sono segnali di limiti di velocità, nemmeno in relazione alla intersezione segnalata sopra.

Si osserva che la velocità non risulta condizionata dalla geometria del tracciato: infatti la curva seguente il tronco di transizione (nel senso delle progressive crescenti) ha raggio di circa 600 m, associabile ad una velocità di percorrenza, non considerando gli eventuali ostacoli alla visuale libera per l'arresto, di circa 115 km/h secondo il DM 05/11/2001<sup>19</sup>.

Si prevede quindi che la velocità dei veicoli in transito sia pari al limite di 90 km/h previsto per una strada di tipo C, corrispondente ad una velocità di progetto  $V_p = 100 \text{ km/h}$

Per questo motivo il diagramma di velocità di progetto è stato fatto terminare con  $V_p=100 \text{ km/h}$ .

#### 4.8.3 Tronco di transizione tra Lotto 1 e Lotto2.

Il limite fra il Lotto 1 e il lotto 2 è individuato alla prog. 7090.26, e si trova in corrispondenza dell'intersezione a raso esistente con la SP93 e via Pietro Nenni. Nel progetto questa intersezione viene modificata a livelli sfalsati con lo Svincolo SV04 "Selargius Ovest", con l'asse principale in viadotto.

Nell'ambito dello scenario che prevede Lotto 1 realizzato e Lotto 2 da realizzare, il viadotto non viene realizzato, così come la rotonda sottostante e il tratto di complanari che si collegano a quest'ultima; la strada di progetto va a raccordarsi direttamente con la intersezione a raso esistente.

L'asse planimetrico rimane invariato, e la piattaforma si raccorda a quella esistente in prossimità dell'intersezione.

---

<sup>18</sup> Vedasi D.Lgs. 30 aprile 1992, Titolo I, Art. 2

<sup>19</sup> Vedasi D.M. 5 novembre 2001, par. 5.2.4, Fig. 5.2.4.a.

L'asse altimetrico a partire dalla prog. 6795 viene modificato, prolungando il raccordo verticale con raggio  $R = 5000$  m e terminando con una livelletta al 2,76 % ca seguendo la quota della strada esistente.

Il diagramma di velocità è stato modificato considerando che in prossimità dell'intersezione a raso esistente c'è un segnale di limite di velocità a 50 km/h. quindi il diagramma di velocità di progetto modificato per il tronco di transizione termina alla progressiva 7090.26 con una velocità di progetto  $V_P = 60$  km/h, e si raccorda al tratto precedente con  $V_{Pmax} = 100$  km/h con una accelerazione del 2%.

Con queste ipotesi la distanza di visibilità per l'arresto risulta soddisfatta.

#### **4.9 Sezione tipo**

La strada in progetto è una strada extraurbana principale del tipo B.

La sezione stradale standard prevede la piattaforma come descritto nel paragrafo precedente, avente larghezza complessiva pari a 20.30 m, alla quale si affiancano due elementi marginali esterni della larghezza di 1.50m se con scarpata in terra, altrimenti da 0.70 m se il corpo stradale è compreso tra muri o su opera d'arte; essi alloggianno, a seconda se in trincea o in rilevato, canaletta per lo smaltimento acque, arginello con barriera di sicurezza laddove necessaria e cordolo in cls.

Trasversalmente la piattaforma è a doppia falda con pendenza minima, in rettilineo, pari al 2.5 % e massima in curva pari al 7%.

La sede stradale si completa di rilevati con scarpate aventi pendenze 2/3, trincee con pendenze 1/1. L'altezza dei rilevati è interrotta, ogni 5m di altezza, con banche intermedie della larghezza di 2 m.

Lo smaltimento delle acque di piattaforma è di due tipologie: chiuso e aperto. Per il sistema chiuso si prevedono tubi e pozzetti collocati al di sotto della banchina stradale, mentre per quello aperto, l'allontanamento dell'acqua dalla piattaforma è affidato agli embrici. Nei tratti in curva, l'acqua delle semicarreggiate viene raccolta da un sistema di tubi e pozzetti posati centralmente allo spartitraffico.

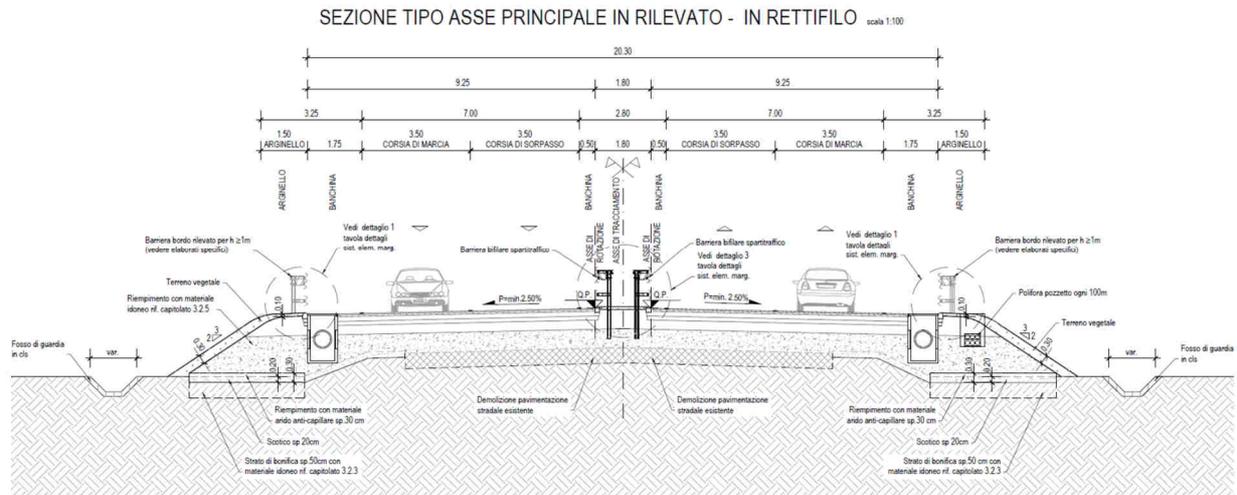


Figura 13 - sezione tipo in rilevato

## 4.10 Barriere stradali

### 4.10.1 Asta principale ed SS 131

La tipologia di dispositivo da adottare e le zone da proteggere sono state definite in ottemperanza a quanto previsto dal D.M. 18.02.1992, n.223 e l'ultimo aggiornamento del 21.06.04.

Le zone necessarie della protezione mediante le barriere di sicurezza sono:

- Rilevati con pendenze della scarpate 2/3 con altezze superiori a 1 m;
- Viadotti e muri di qualunque altezza. Per i viadotti che scavalcano altre strade, alla barriera si aggiunge una rete di protezione;
- Superamento di sottopassi;
- Imbocchi delle gallerie;

Per definire le caratteristiche prestazionali delle barriere, si è altresì tenuto conto delle Norme EN 1317, recepite dallo stesso D.M. 21.06.04.

Il traffico di riferimento è quello desunto da analisi di settore, ovvero il TGM nei due sensi è di 54513 veicoli, con percentuale di veicoli pesanti che in alcune sezioni supera il 5.0%.

Pertanto, ai sensi dell'art.6 del succitato Decreto Ministeriale del 2004, il tipo di traffico è di "tipo II". Per una strada extraurbana principale, come quella di cui al presente progetto, a questo tipo di traffico corrisponde l'impiego delle seguenti classi minime di Livello di Contenimento, distinte in funzione della destinazione:

- Barriera bordo laterale in acciaio: Classe H2;

- Barriera bordo ponte in acciaio: Classe H3;
- Barriere bifilari per spartitraffico su rilevato: classe H3;
- Barriere bifilari per spartitraffico in cls su manufatto: classe H3;
- Attenuatori d'urto in corrispondenza delle rampe: Classe P80 e classe P50 laddove la velocità è inferiore a 90 km/h.

Le condizioni in sito rendono necessari impieghi di barriere di sicurezza aventi livelli di contenimento, solo nel caso del bordo rilevato, maggiori di quelli necessari. Ciò si verifica in adiacenza a sottopassi, viadotti e muri di sostegno quando la loro lunghezza è inferiore alla lunghezza minima di omologazione; in questi casi si è adottato il 'sistema misto'.

Nei punti di inizio e fine barriera è stato previsto l'utilizzo di idonei dispositivi terminali semplici; nel passaggio tra barriere di differente tipologia, sono stati previsti idonei elementi di transizione.

La scelta della tipologia di barriera, sia essa come bordo manufatto o laterale, ha seguito il criterio dell'uniformità laddove possibile, altrimenti la 'similitudine' strutturale in maniera da rendere facilmente raccordabili i differenti tipi di dispositivi di ritenuta.

Per i dettagli sul loro posizionamento e tipologia, si rimanda agli elaborati specifici.

## **4.10.2 Rampe di svincolo e complanari**

### *4.10.2.1 Rampe di svincolo*

Per le rampe di svincolo, la classe scelta per le barriere e per gli attenuatori d'urto sono le medesime dell'asta principale.

### *4.10.2.2 Complanari*

Per le strade di servizio, essendo esse strade extraurbane secondarie a singola carreggiata, assegnando loro un traffico tipo II come per la principale, in ottemperanza a quanto prescritto dalle norme in vigore verranno impiegate le seguenti tipologie di barriera:

- Barriera bordo laterale in acciaio: Classe H1;
- Barriera bordo ponte in acciaio: Classe H2;

## 5 SVINCOLI

### 5.1 Svincolo SV08 – SS 131dir “Quadrifoglio” e strade di servizio S10 e S11.

Lo svincolo SV08 è uno svincolo esistente e risolve l'intersezione tra le due strade extraurbane principali SS 554, oggetto di adeguamento, e SS 131 che verrà adeguata solo nel tratto interessato dall'intersezione.

E' un tipico svincolo a quadrifoglio costituito da quattro rampe indirette e quattro dirette con intersezione circa a 90 gradi tra le strade intersecanti. Sia la sezione stradale della SS 554 che quella della SS 131 sono composte da 3 piattaforme, una centrale a doppia carreggiata con due corsie per senso di marcia e due laterali con carreggiate a senso unico in entrambe le direzioni. Le carreggiate centrali assolvono la funzione di transito per i flussi di traffico, mentre quelle laterali sono di penetrazione verso la rete secondaria.



Figura 14 - Svincolo SV08 adeguamento svincolo SS 131dir

Lo Svincolo “SV08”, previsto tra la progr.2+588 e la progr.3+427, di fatto realizza la connessione tra la nuova SS. 554 e la SS.131 per il collegamento con la città di Cagliari; lo schema geometrico adottato è il quadrifoglio.

La SS 131 è posta a quota superiore rispetto alla SS. 554 e la interseca, a livelli sfalsati, mediante un cavalcavia senza pile intermedie e avente una luce di 50m.

Le due carreggiate laterali della SS554 sono state oggetto di studio in relazione al fatto che l'asse della SS554 in corrispondenza dello svincolo descrive una successione di quattro curve raggio  $R = 180$  m, e quindi anche entrate ed uscite delle carreggiate laterali vengono a posizionarsi in corrispondenza delle curve stesse, come accade sullo svincolo esistente.

Si è studiato allora di incrementare la sicurezza prolungando le carreggiate laterali su entrambi i lati fino all'esterno delle quattro curve, in modo che le relative entrate e uscite sull'asse principale si trovassero spostate sui rettilinei precedente e seguente, a favore di sicurezza. Le due carreggiate laterali sono state quindi configurate come due strade di servizio, denominate S10 e S11, con  $V_{Pmax} = 60$  km/h, e su esse vanno a collegarsi direttamente le rampe di svincolo, lasciando indisturbato il traffico sulle due carreggiate centrali dell'asse principale.

Le rampe di collegamento sono tutte monodirezionali; quelle indirette hanno raggi planimetrici non superiori a 74 m e quelli altimetrici non inferiori a 320, per quelle dirette le curve raggiungono anche i 180 m con raccordi verticali di raggio non inferiori a 340m. Per tutte le rampe, sia dirette che indirette, la pendenza longitudinale non supera il 6%.

La pendenza trasversale massima in curva è pari al 7%, quella minima è del 2.5%.

### 5.1.1 Composizione delle sezioni stradali principali (SS. 554 e SS. 131)

Piattaforma centrale della larghezza complessiva di 20.30 m: due carreggiate composte, ognuna, da due corsie della larghezza di 3.50 m, una banchina in destra da 1.75 m e una banchina interna da 0.50m; completa lo spartitraffico centrale da 1.80 m.

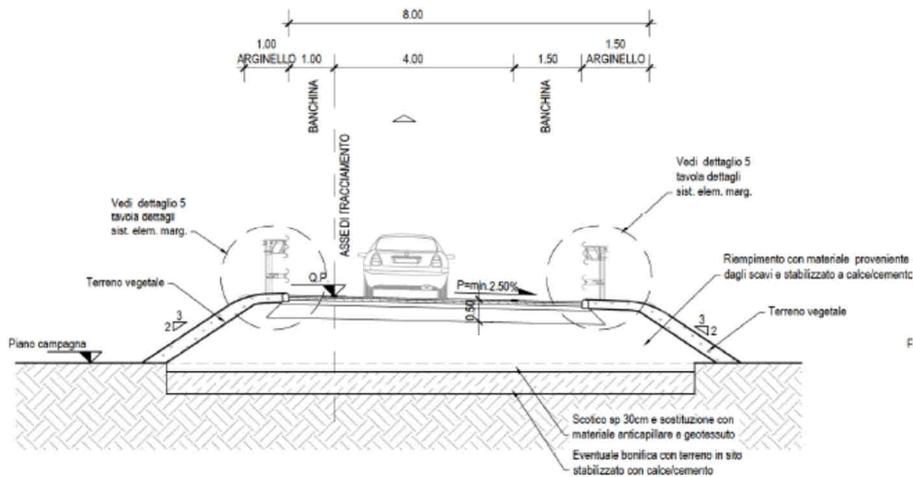
Piattaforme laterali della SS131 della larghezza complessiva di 9.50 m: ogni piattaforma ospita un'unica carreggiata con due corsie per ogni senso di marcia. Le corsie hanno larghezza di 3.50, la banchina in destra da 1.75 m e banchina in sinistra da 0.75 m.

### 5.1.2 Composizione delle strade di servizio S10 e S11.

Piattaforme della larghezza complessiva di 6.00 m nei tratti ad una corsia, che aumentano a 9.50 m nei tratti a due corsie nella parte centrale compresa fra le coppie di rampe indirette. Le corsie hanno larghezza di 3.50, la banchina in destra da 1.75m e banchina in sinistra da 0.75 m.

### 5.1.3 Composizione delle sezioni delle rampe monodirezionali

Tutte le 8 rampe presentano una piattaforma pavimentata di 6.50 m, e una sezione costituita dai seguenti elementi:



**Figura 15 - sezione tipo rampa monodirezionale**

- banchina in sinistra da 1.00 m;
- corsia da 4.00 m;
- banchina in destra 1.50 m

Gli elementi marginali sono costituiti da:

- in rilevato arginello di larghezza totale pari a 1.50 m;
- in trincea cunetta alla francese di 1.00 m con a tergo una banca orizzontale da 0.50 m

## 5.2 Svincolo SV01 – Baracca Manna

E' uno svincolo di nuova realizzazione collocato tra le progressive 3+580 - 4+134 e prevede una rampa bidirezionale che scavalca l'asse principale SS 554, 6 rampe monodirezionali, altre 2 assi stradali bidirezionali e 2 rotonde che realizzano i collegamenti fra l'asse principale SS554 e la viabilità locale, tenendo conto per quest'ultima degli interventi di adeguamento non compresi nel presente Progetto. La figura sottostante rende evidente lo schema dello svincolo:

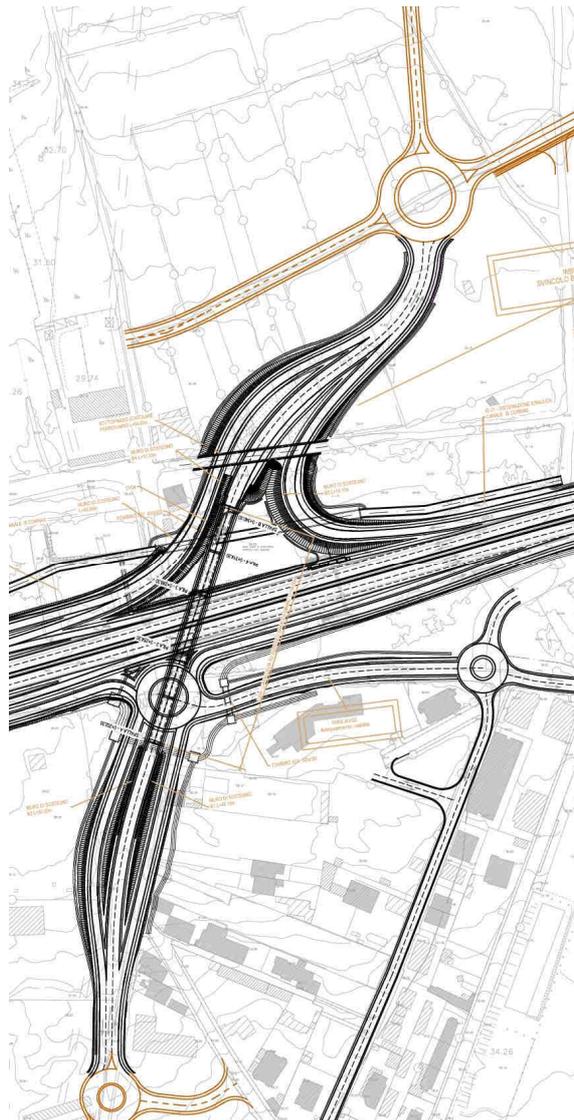


Figura 16 – Svincolo SV01 Baracca Manna su Pezzu Mannu.

La configurazione dello svincolo è stata sensibilmente modificata nella fase di progettazione definitiva rispetto al progetto ANAS a base di gara, allo scopo di migliorarne la funzionalità stradale e l'impatto paesaggistico, con l'inserimento di una rotonda compatta di smistamento del traffico nella parte a Sud della SS.554.

Per quanto riguarda la parte a Nord della direttrice principale, un'analoga rotonda inizialmente prevista dal PD, è stata stralciata dal progetto a causa dell'interferenza segnalata con la linea Arst (metropolitana di superficie), che impedisce la realizzazione delle rampe di ingresso / uscita da/per la SS 554, ad una quota prossima al piano campagna compatibile con la rotonda.

Le caratteristiche geometriche della linea Arst (metropolitana di superficie) non sono ancora note con precisione, quindi la configurazione del progetto stradale potrebbe variare in funzione dell'avanzamento del progetto della metropolitana.

## 5.2.1 Composizione delle sezioni delle rampe

Le rampe bidirezionali hanno la seguente composizione:

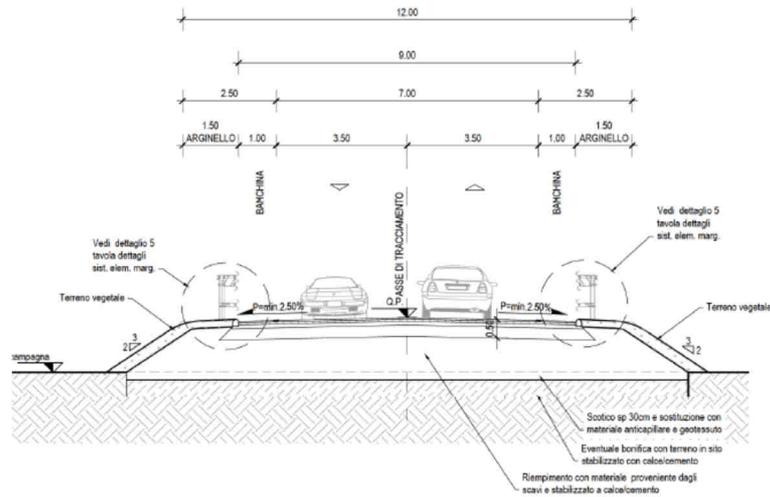


Figura 17 - sezione tipo rampa bidirezionale

- banchina in sinistra da 1.00 m;
- 2 corsie da 3.50 m ognuna;
- banchina in destra 1.00 m

La composizione delle rampe monodirezionali è invece:

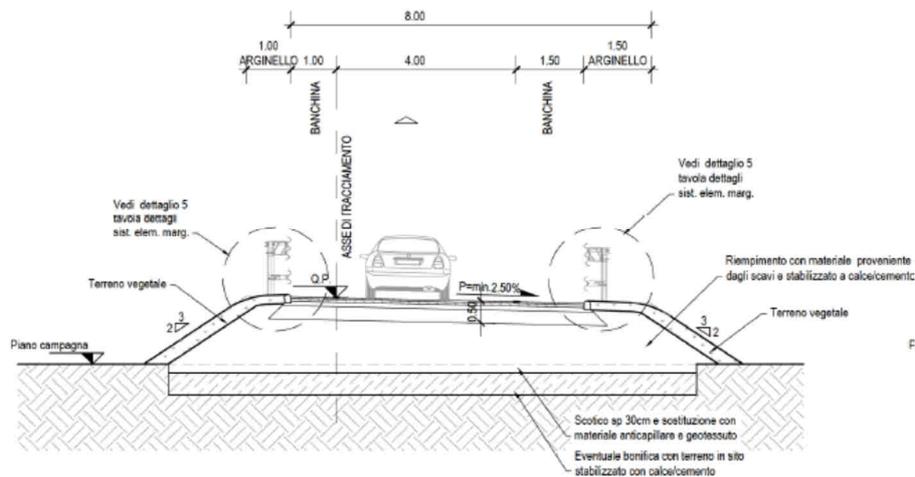


Figura 18 - sezione tipo rampa monodirezionale

- banchina in sinistra da 1.00 m;
- corsia da 4.00 m;
- banchina in destra 1.50 m

## 5.2.2 Composizione della rotatoria

La rotatoria Sud dello svincolo SV01 appartiene alla tipologia, come definita dal D.M. del 19.04.2006, delle rotatorie compatte e ha diametro pari a 36m. La piattaforma è composta da un anello giratorio della larghezza di 7m, banchina interna di 1.00 m e banchina esterna di 1.50m.

Gli elementi marginali, per tutte le tipologie di piattaforma, sono costituiti da:

- in rilevato arginello di larghezza totale pari a 1.50 m;
- in trincea cunetta alla francese di 1.00 m con a tergo una banca orizzontale da 0.50 m

Si ribadisce nuovamente che le due rotatorie di connessione alla viabilità locale (Nord) e a via Is Corrias (Sud), rappresentata con diversa colorazione in Figura 16, non sono comprese nell'appalto in oggetto.

## 5.3 Svincolo SV09 (SS 554 – SS 125)

Lo svincolo di nuova progettazione ridefinisce totalmente quello a trombetta attualmente esistente e risolve l'intersezione tra la SS 554 e la SS 125. La ridefinizione risulta necessaria a seguito della variazione dell'itinerario della SS 554 che non sarà più lungo la direttrice verso Poetto, ma quella verso Villasimius. E' collocato tra le progressive 10+540 – 11+300.

Lo svincolo è costituito da 7 rampe tutte monodirezionali: la rampa semidiretta denominata 'Ramo A' è quella in ingresso sulla nuova SS 554 e che diparte dal ramo in uscita della rotatoria SV07 (Svincolo Quartucciu); il 'Ramo B', rampa diretta, è quello in uscita dalla SS 554 e in entrata sulla medesima rotatoria. Il Ramo B viene leggermente interrata e si sviluppa, per 205 m, all'interno di una galleria artificiale a sezione scatolare. La galleria artificiale permette di realizzare l'intersezione a livelli sfalsati tra questa rampa e quella proveniente da Poetto e diretta a Cagliari che utilizza la SS 554, Rampa 2. La Rampa 2 è una rampa semidiretta in uscita dall'attuale SS 554, si sviluppa su viadotto per circa 250m per sovrappassare la nuova SS 554 per poi ricollegarsi ad essa in corrispondenza della spalla Est del viadotto Quartucciu. Il medesimo viadotto ospita anche la piattaforma della Rampa 3 che proviene dalla stessa direzione ma che poi si collega alla rotatoria SV07 per garantire le relazioni veicolari tra Poetto e la rete locale. La Rampa 4 è la rampa diretta che mette in relazione Poetto con Villasimius e su di essa non sono previste opere. Un ponte a campata unica è invece previsto sul ramo in uscita dalla SS554, Rampa 1 e diretto a Poetto. Il ponte scavalca il Ramo A.

La zona di svincolo sarà completata da una serie di viabilità locali che si svilupperanno ad Est dell'ultimo tratto di asta principale, e che verranno collegate, tramite un nuovo sottovia alla progressiva 11+640 circa, con la zona industriale Pill'e Mata, posta ad Ovest della stessa direttrice principale.

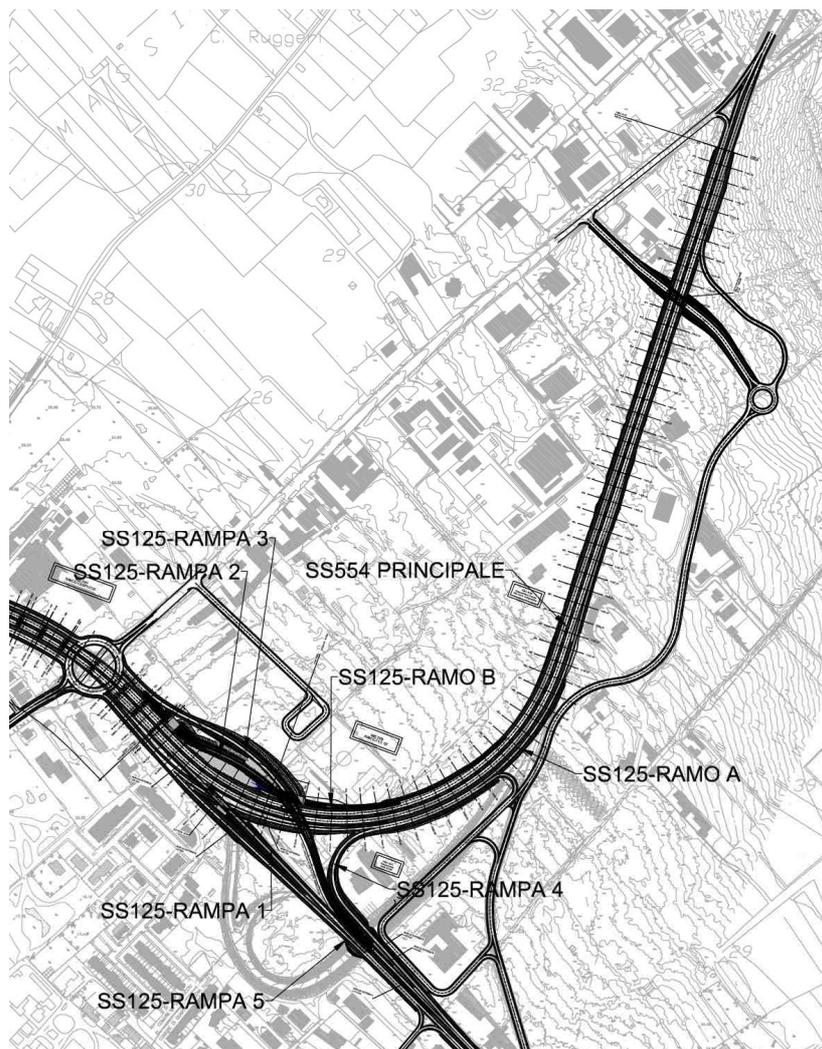


Figura 19 - Svincolo SV09 adeguamento svincolo SS 125

### 5.3.1 Composizione delle sezioni delle rampe

La composizione delle rampe monodirezionali è:

- banchina in sinistra da 1.00 m;
- corsia da 4.00 m;
- banchina in destra 1.50 m

### 5.4 Svincoli SV02, SV03, SV04, SV05, SV06, SV07

Mentre gli svincoli esaminati nei precedenti paragrafi risolvono le intersezioni con strade di categoria extraurbana principale, gli svincoli che verranno di seguito descritti rappresentano i nodi di una rete di penetrazione locale. A parte lo svincolo SV02, gli altri 5 svincoli hanno una configurazione geometrica analoga: una geometria a rotonda sostituisce le

intersezioni a raso a quattro bracci esistenti collegando quindi i flussi delle viabilità locali con quelli provenienti e diretti sulla SS.554; in tal modo il regime di circolazione sulla SS 554 è a flusso ininterrotto. Per individuare la posizione dello svincolo verranno fornite le progressive delle spalle dei viadotti di scavalco.

- Lo svincolo **SV02**, tra le progressive 4+740 – 5+143, si configura essenzialmente nell'adeguamento dei tratti di ingresso e uscita di uno svincolo a quadrifoglio già esistente. Più che un nodo in realtà è un centroide dato che nelle vicinanze della SS554 c'è il policlinico universitario che attrae importanti flussi di traffico.
- Svincolo **SV03** (Monserrato), tra le progressive 5+760.20 - 6+176.20. La rotonda ha un diametro di 75 m, una corona giratoria di 9 m, una banchina in destra di 1.50 m, una banchina interna di 1.00m;
- Svincolo **SV04** (Selargius Ovest), tra le progressive 6+981.40 – 7+269.40. La rotonda ha un diametro di 79m, una corona giratoria di 6m, banchina in destra da 1.50 m e banchina interna di 1.00 m.
- Svincolo **SV05** (Selargius Centro), tra le progressive 8+321.70 – 8+712.70. La rotonda ha un diametro di 78m, una corona giratoria di 9 m, banchina in destra da 1.50 m e banchina interna di 1.00 m.
- Svincolo **SV06** (Selargius Est), tra le progressive 9+071.50 – 9+391.50. La rotonda ha un diametro di 47.00 m, una corona giratoria di 6 m, banchina in destra da 1.50 m e banchina interna di 1.00 m.
- Svincolo **SV07** (Quartucciu), tra le progressive 10+145.80 – 10+497.80. La rotonda ha un diametro di 79 m, una corona giratoria di 9 m, banchina in destra da 1.50 m e banchina interna di 1.00 m.

## 5.5 Viabilità complanari e locali

Sono chiamate 'viabilità locali' i tratti di strade di ricucitura con la viabilità locale esistente e le intersezioni a raso di nuova realizzazione o di adeguamento; sono invece denominate 'complanari' le strade di nuova realizzazione che collegano la nuova SS 554 agli svincoli SV03, SV04, SV05, SV06, SV07 e sono sempre monodirezionali a 1 o 2 corsie.

Le viabilità complanari a Nord della SS 554 sono:

- **AV04** (adeguamento di strada locale già esistente) tra le progressive 5+311 e 5+940. La piattaforma è a 1 o 2 corsie;
- Complanare **S03** tra le progressive 6+000 e 7+060. La piattaforma è a 1 o 2 corsie;
- Complanare **S05** tra le progressive 7+120 e 8+480. La piattaforma è a 1 o 2 corsie;
- Complanare **S07** tra le progressive 8+530 e 8+921. La piattaforma è a 1 corsia;
- Complanare **S09-T1** tra le progressive 9+903 e 10+360. La piattaforma è a 1 corsia;
- Complanare **S09-T2** tra le progressive 9+210 e 9+632. La piattaforma è a 1 corsia.

Le viabilità complanari a sud della SS 554 sono:

- Complanare **S01** tra le progressive 5+460 e 5+940. La piattaforma è a 1 o 2 corsie;
- Complanare **S02** tra le progressive 6+000 e 7+060. La piattaforma è a 1 o 2 corsie;
- Complanare **S04** tra le progressive 7+120 e 8+480. La piattaforma è a 1 o 2 corsie;
- Complanare **S06** tra le progressive 8+530 e 8+921. La piattaforma è a 1 o 2 corsie;
- Complanare **S08** tra le progressive 9+210 e 10+360. La piattaforma è a 1 o 2 corsie.

Gli elementi compositivi della sezione stradale delle piattaforma con 2 corsie:

- Carreggiata con 2 corsie da 3.50 m;
- banchina sinistra da 0.75 m;
- banchina in sinistra da 1.25 m.

Gli elementi compositivi della sezione stradale delle piattaforma con 1 corsia:

- Carreggiata con 1 corsie da 3.50 m;
- banchina sinistra da 0.75 m;
- banchina in sinistra da 1.25 m.

Gli elementi marginali, per tutte le complanari e sia in trincea che in rilevato, hanno larghezza pari a 1.50 m.

## 5.6 Percorsi ciclo-pedonali

In aggiunta alle direttrici stradali principali e secondarie, descritte nei paragrafi precedenti, sono state inserite nelle opere di progetto, durante la fase di aggiornamento e adeguamento del Progetto Definitivo, alcuni tratti di percorso ciclo-pedonale interferenti con la SS 554:

- Percorso ciclo-pedonale Rio Salius: è un tratto di percorso parallelo al corso del Rio Salius con direzione da Nord – Est a Sud Ovest, per una lunghezza di circa 700 m, interferente con la SS 554 all'altezza della progressiva 5+400; l'attraversamento della SS 554, della viabilità complanare AV04 e dell'opera di sfioro del rio Salius verrà garantita da una passerella in struttura metallica;
- Percorso ciclo-pedonale Rio Cungianus: è un tratto di percorso parallelo al corso del Rio Cungianus con direzione da Nord a Sud, per una lunghezza di circa 120 m, interferente con la SS 554 all'altezza della progressiva 10+300; l'attraversamento della SS 554 verrà garantito da un sottovia scatolare in c.a.
- Predisposizione ciclo-pedonale zona Pill'eMata: è stato previsto un adeguamento della struttura di sotto-attraversamento della SS 554 da parte della viabilità locale, in grado di ospitare una futura pista nelle due direzioni.

## 6 PAVIMENTAZIONE STRADALE

Al fine di elevare la funzionalità e la durabilità dell'opera, sono state proposte delle soluzioni tecnico-progettuali atte a migliorare, nel tempo, lo stato di conservazione dell'opera e ridurre gli interventi manutentivi mediante l'adozione di tecniche e materiali qualitativamente idonei.

### 6.1 Asta principale ed SS 131

La sovrastruttura proposta, di tipo semirigido, prevista per la pavimentazione dell'asse principale, sarà costituita da:

- 4 cm Usura drenante con impiego del 10% di scorie d'altoforno;
- 6 cm Binder Hard ad elevate resistenza all'ormaiamento;
- 15 cm Base riciclata a freddo con emulsione bituminosa modificata;
- 13 cm Sottobase in misto cementato con inerti riciclati dalla fondazione esistente;
- 30 cm Fondazione in misto granulare stabilizzato.

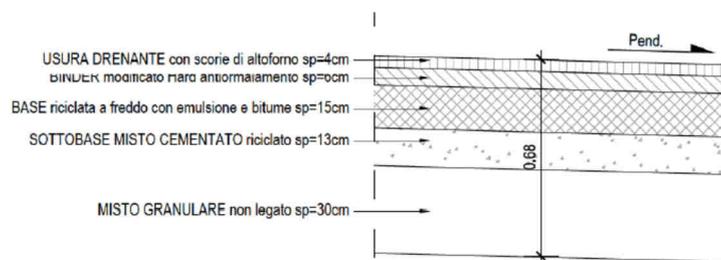


Figura 20 - dettaglio sovrastruttura stradale per SS 554 ed SS 131

Tra lo strato di usura drenante e quello di binder sarà applicata una mano d'attacco impermeabilizzante con bitume modificato.

In corrispondenza dei tratti in viadotto, la pavimentazione sarà composta dallo strato di usura drenante di spessore 4 cm e dallo strato di binder Hard antiormaiamento di spessore 6 cm, poggianti direttamente sulla soletta, mediante interposizione di uno strato di impermeabilizzazione.

### 6.2 Viabilità' secondaria (rampe, complanari e rotatorie):

La sovrastruttura proposta, di tipo flessibile, prevista per la pavimentazione della viabilità secondaria, sarà costituita da:

- 4 cm Usura Hard Antisdrucchiolo SMA 0-14;
- 6 cm Binder Hard ad elevate resistenza all'ormaiamento;
- 10 cm Base in conglomerato bituminoso;
- 30 cm Fondazione in misto granulare stabilizzato.

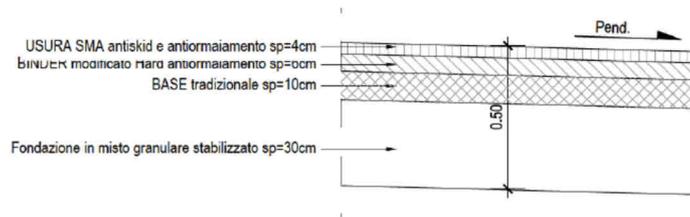


Figura 21 - dettaglio sovrastruttura stradale per altre viabilità

Il dimensionamento delle pavimentazioni, sia per l'asta principale che per le viabilità secondarie, è stato eseguito con il metodo semiempirico dell'AASHTO, ed è riportato in un elaborato specifico: DPCA06D1501T00PS00TRARE02A. Nella fase progettuale successiva il dimensionamento sarà fatto con uno dei metodi razionali a disposizione.

## 7 SEGNALETICA

L'asse principale ha una piattaforma di tipo B modificato come ampiamente descritto nei paragrafi precedenti e velocità massima di progetto  $VP_{max} = 100$  km/h.

L'utente interpreterà la strada di progetto che sta percorrendo come extraurbana principale, essendo la strada a carreggiate separate da spartitraffico invalicabile, ciascuna con almeno due corsie di marcia e banchina pavimentata a destra, come previsto dal codice della strada per tale categoria: quindi potrà ritenere che il limite di velocità sia di 110 km/h, corrispondente ad una velocità massima di progetto  $VP_{max} = 120$  km/h.

Per evitare questo anche nei tratti con velocità massima di progetto  $VP_{max} = 100$  km/h sono stati previsti segnale di limite di velocità di 90 km/h ripetuti a valle delle intersezioni.

Si evidenzia che l'analisi per il cambiamento di corsia ha evidenziato che non sempre il punto di inizio della corsia di uscita o della zona di scambio sono visibili ad una distanza pari o superiore a quella per il cambio di corsia.

In questo caso si prevede l'installazione di un segnale di preavviso di intersezione aggiuntivo con distanza riportata su pannello integrativo (art 126 Regolamento relativo ad art. 139 Codice della Strada, comma 4).

Questo è stato previsto per le corsie di uscita o le zone di scambio sulla carreggiata destra (direzione est) che si trovano alle prog. 2181.87, 4993.05, 6167.20, 7375.55 e 10363.71; sulla carreggiata sinistra (direzione ovest) alle prog 1846.34, 5761.44, 6923.94, 2824.94, 9071.50 e 11028.10; al riguardo vedasi anche gli elaborati specifici DPCA06-D-1501-T00-PS-01-TRA-DG-06-A.dwg e DPCA06-D-1501-T00-PS-01-TRA-L aDG-07-A.dwg.

Date le caratteristiche della strada, la segnaletica orizzontale dovrà essere realizzata con vernici ad elevata durabilità e rifrangenza, così da evitare i cali di prestazione dovuti all'usura.

La segnaletica sarà quindi realizzata con vernice ad alta durabilità, costituita da vernici bicomponenti a base di resine metacrilatiche, anziché a base acqua o solvente, e stesa con "applicazione a goccia".

## 8 GEOMETRIA E VERIFICHE DELLE INTERSEZIONI

### 8.1 Dimensionamento corsie specializzate

#### 8.1.1 Zone di confluenza

Il tratto di confluenza non è altro che un tratto di raccordo tra la piattaforma della complanare che va a confluire nell'asta principale, e la piattaforma dell'asta principale stessa. Essendo un tratto di raccordo, esso viene dimensionato con gli stessi criteri, indicati dal DM del 19.04.2006, con cui vengono dimensionati i tratti di raccordo delle corsie di accumulo e di immissione nelle intersezioni stradali a raso.

Il succitato decreto prescrive (par. 4.3) che la lunghezza del tratto di raccordo  $L_r$ , debba essere pari a:

$$L_r = 0.6 * V_p * \sqrt{\text{allarg}} = 0.6 * 100 * \sqrt{4.30} = 125m$$

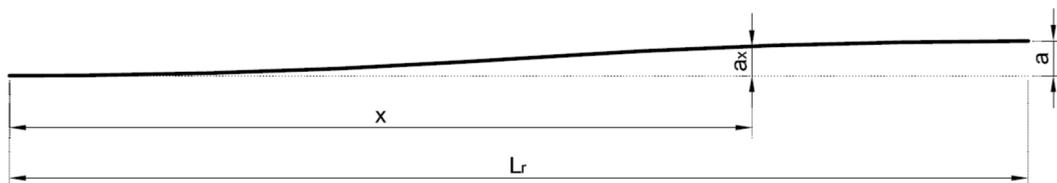
Dove:  $V_p$  = velocità di progetto della strada principale, così come desunto dal diagramma di velocità in quel punto;

allarg = allargamento della piattaforma della SS554 nel tratto di confluenza pari a 4.30m (1.80+1.75+0.75).

Lo stesso decreto però non indica come conformare il ciglio dell'allargamento, e si è quindi fatto riferimento alle linee guida adottate nella progettazione stradale fino all'entrata in vigore del DM 6792 del 2001, ovvero le CNR n.78 del 1980. Secondo tali linee guida, la linea di ciglio segue la legge:

$$a_x = e_x * a$$

Il significato dei simboli è riportato nello schema seguente:



Il coefficiente  $e_x$  è funzione del rapporto tra l'ascissa curvilinea e la lunghezza del raccordo  $L_r$  e i suoi valori sono riportati nella tabella seguente:

$x/L_r$	$e_x$
0.00	0.000
0.05	0.005
0.10	0.020
0.15	0.045
0.20	0.080
0.25	0.125
0.30	0.180
0.35	0.245
0.40	0.320
0.45	0.405
0.50	0.500
0.55	0.550
0.60	0.600
0.65	0.650
0.70	0.700
0.75	0.750
0.80	0.800
0.85	0.850
0.90	0.900
0.95	0.950
1.00	1.000

Figura 22 - Valori dei coefficienti  $e_x$  come da CNR 78/80

L'andamento del ciglio così definito è sovrapponibile a quello di un flesso costituito da 2 curve di raggio pari a 900m, così come si può evincere dalla Figura 23. Figura 23 - Sovrapposizione dei cigli definiti con le 2 differenti metodologie in cui la curva in blu è relativa al flesso:

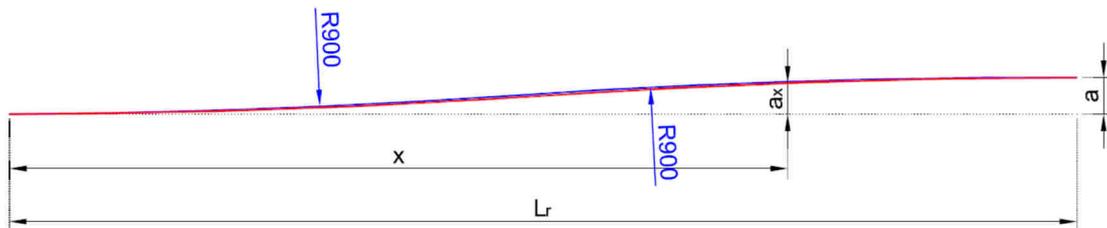


Figura 23 - Sovrapposizione dei cigli definiti con le 2 differenti metodologie

### 8.1.2 Corsie di entrata

Nel presente progetto, le corsie di entrata sono riconducibili a 3 differenti configurazioni, ovvero quella relativa alle rampe degli svincoli, quella relativa alle confluenze con le complanari e quelle delle zone di scambio in cui entrata e uscita non sono separate. Gli schemi sotto riportati chiariranno le tipologie:

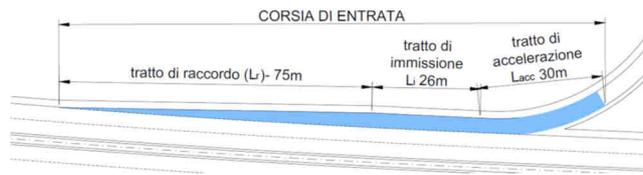


Figura 24 - Corsia di entrata da rampa di svincolo

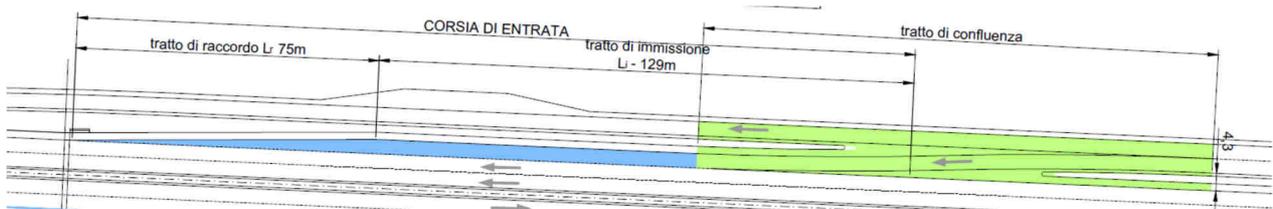


Figura 25 - Corsia di entrata da zona di confluenza con complanari

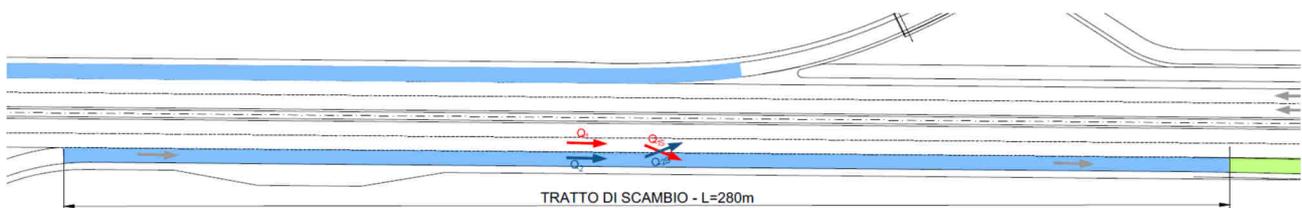


Figura 26 - Zona di scambio

Le zone di scambio non vengono studiate come le corsie di entrata o di uscita, ma seguono una diversa trattazione che verrà affrontata in un paragrafo a seguire.

La corsia di entrata è composta da 3 tratti:

- Tratto di manovra ( $L_m$ );
- Tratto di accelerazione ( $L_{acc}$ );
- Tratto di immissione ( $L_i$ ) dei veicoli che attendono di poter inserirsi nel flusso della strada principale.

#### 8.1.2.1 Tratto di raccordo ( $L_m$ )

La lunghezza del tratto di raccordo è dettata dalla norma in funzione della velocità di progetto:

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

La velocità di progetto di tutta l'asta principale è sempre pari a 100 km/h, per cui è stata adottata ovunque la lunghezza di 75m, mentre nel caso delle complanari, la cui velocità di progetto non supera gli 80km/h, la lunghezza del tratto di raccordo è stato posto pari a 50m.

### 8.1.2.2 Tratto di accelerazione ( $L_{acc}$ )

La lunghezza del tratto di accelerazione, viene determinata con criteri cinematici; essa è pari alla lunghezza necessaria ad un veicolo per modificare la velocità che possiede nel tratto di curva che prima dell'immissione, fino a raggiungere quella pari all'80° percentile della velocità della strada sulla quale avviene l'immissione, desunta dal diagramma di velocità.

#### 8.1.2.2.1 Per le corsie di entrata dalle rampe

La formula da utilizzare per il dimensionamento cinematico è la seguente:

$$L_{acc} = \frac{V_1^2 - V_2^2}{2 * a * 12.96}$$

Dove:  $a = 1 \text{ m/s}^2$

La Tabella 6 riporta nel dettaglio le lunghezze dei tratti di accelerazione per i diversi svincoli: la denominazione delle corsie di entrata è indicata negli schemi sottoriportati.



Figura 27 - Corsie di entrata S10.01 ed S11.01



Figura 28 - Corsia di entrata AS03.01



Figura 29 - Corsie di entrata SV08.01 ed SV08.02



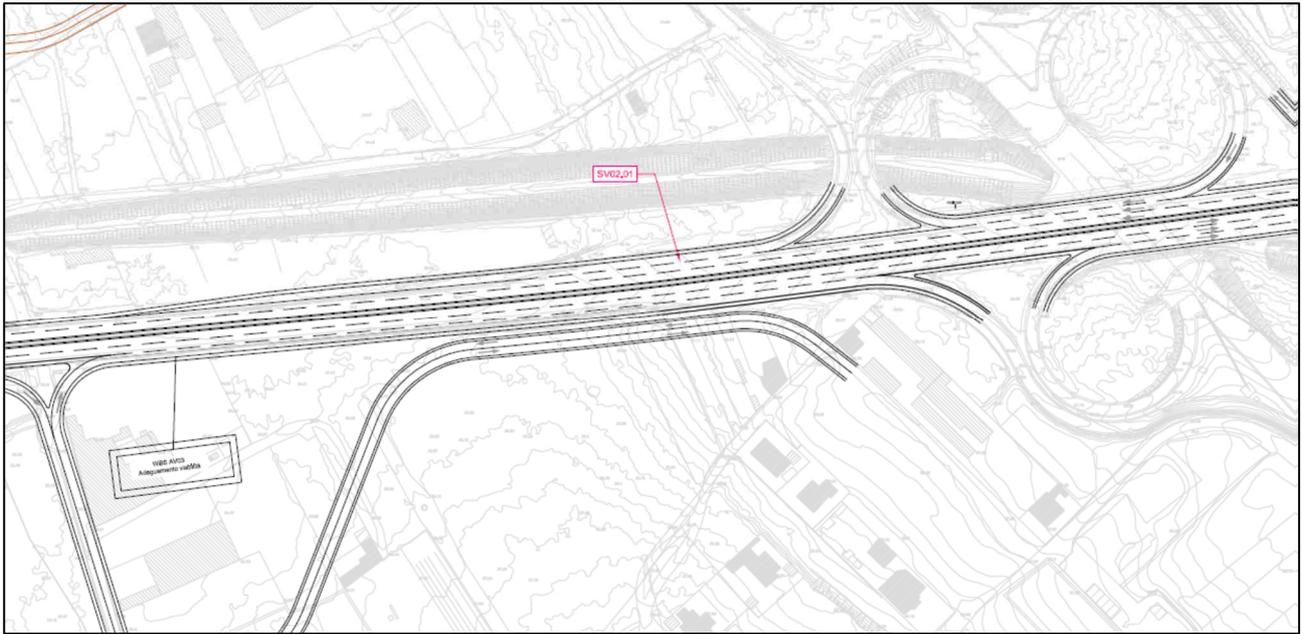


Figura 31 - Corsia di entrata SV02.01

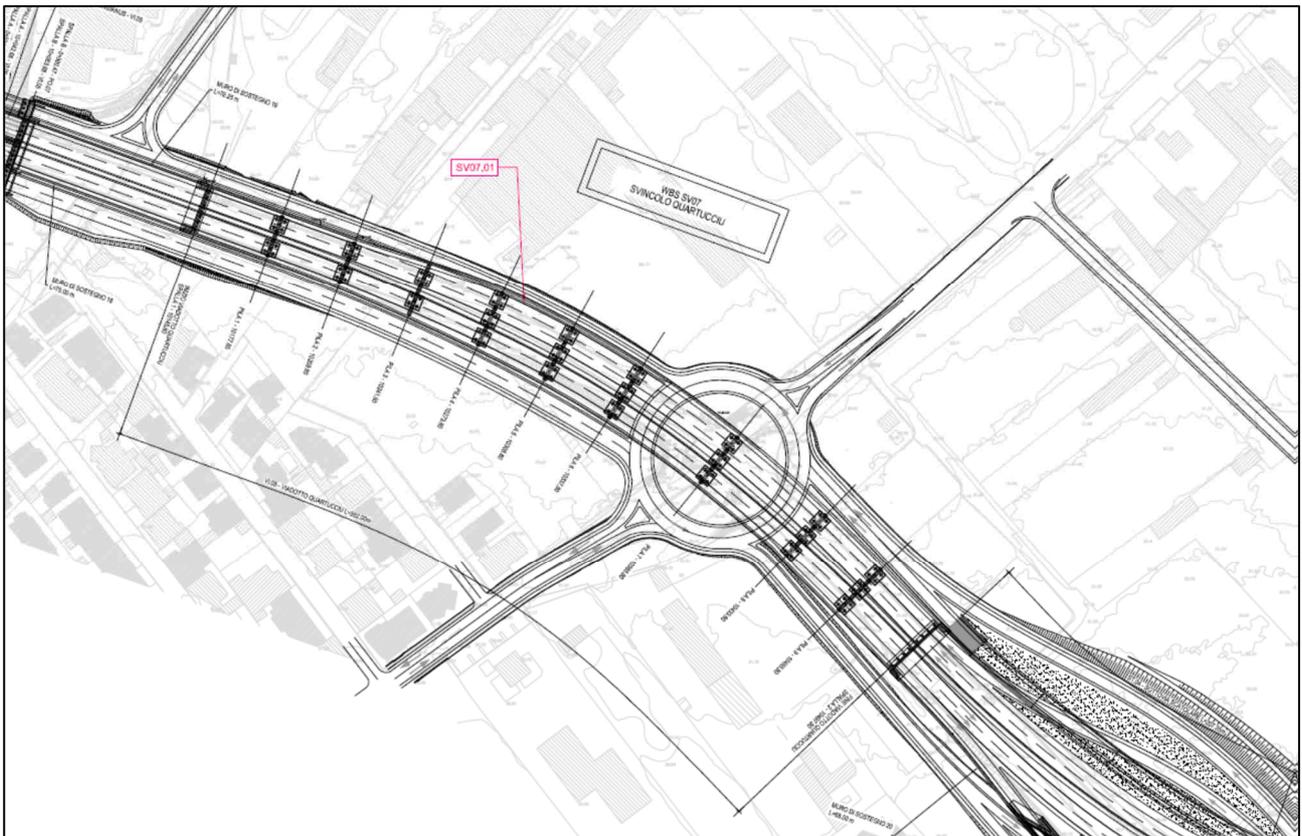


Figura 32 - Corsia di entrata SV07.01

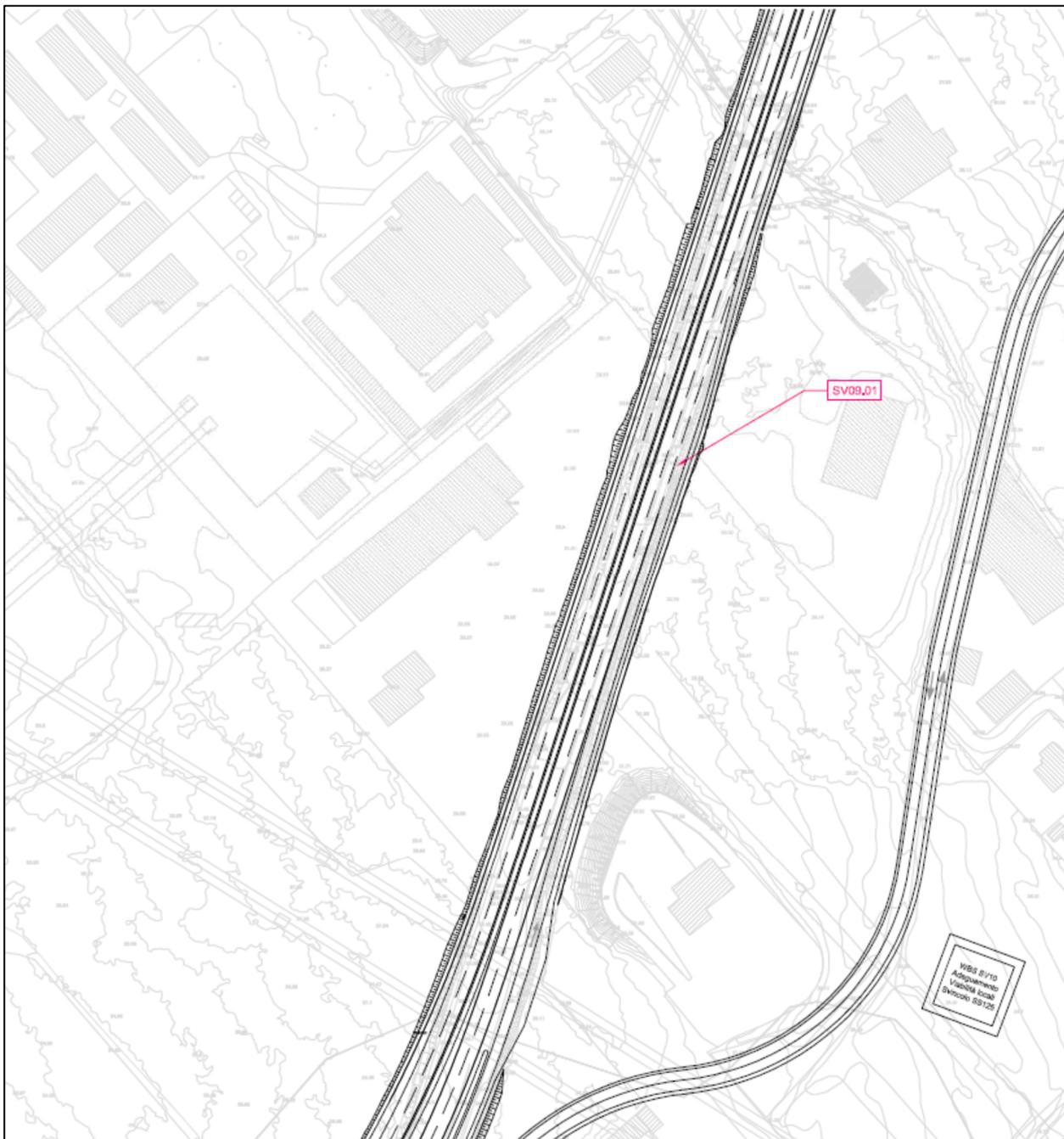


Figura 33 - Corsia di entrata SV09.01

Nome corsie	Velocità strada in cui ci si immette	Velocità della rampa di entrata	accelerazione	Lunghezza tratto accelerazione
	$V_1$ (km/h)	$V_2$ (km/h)	$a$ (m/s <sup>2</sup> )	$L_{acc}$ (m)
<b>S10.01</b>	60	20	1	73
<b>S11.01</b>	80	80	1	0
<b>AS03.01</b>	80	50	1	62
<b>SV08.02</b>	60	50	1	-8
<b>SV08.01</b>	86	60	1	44
<b>SV01.01</b>	80	50	1	62
<b>SV02.01</b>	100	40	1	185
<b>SV07.01</b>	100	60	1	108
<b>SV09.01</b>	100	60	1	108

Tabella 6 - Lunghezza dei tratti di accelerazione

#### 8.1.2.2.2 Per le corsie di entrata nelle zone di confluenza

Non sono necessari i tratti di accelerazione nelle zone di confluenza tra le complanari e la SS554, poiché la velocità di progetto sulle complanari è di 80 km/h che è pari all'80° percentile della velocità di 100km/h con cui si percorre l'asta principale.

#### 8.1.2.3 Tratto di immissione

Il tratto di immissione va determinato con criteri funzionali valutando il numero di veicoli che restano in coda, in attesa di immettersi nel flusso veicolare.

Per poter eseguire l'analisi funzionale, è necessario conoscere i dati di traffico sugli archi in esame e a tale scopo nel 2016 è stata effettuata, da parte dei progettisti, una campagna di indagine che ha interessato gli archi in esame esistenti. Da tale campagna risulta che il TGM che interessa la SS554 è pari a **54413** veicoli/giorno. Nel seguito si farà riferimento alla grandezza da adottare nelle analisi, ovvero la **portata** (Q), e non il TGM.

Il dimensionamento della lunghezza dei tratti di immissione viene fatto valutando il tempo medio che un veicolo deve attendere in coda. Più nel dettaglio, la metodologia determina, a partire dai dati di input di velocità e portate delle correnti della corsia di marcia ( $Q_1$ ) e della corsia di entrata ( $Q_2$ ), 5 grandezze caratteristiche che sono:

- Intervallo di tempo critico **T**;
- Portata virtuale **Q<sub>1</sub>\***;
- Media del tempo di servizio **b**;

- Varianza del tempo medio di servizio  $V(s)$ ;
- Tempo medio di attesa in coda  $E(w)$ .

#### 8.1.2.3.1 Per le corsie di entrata dalle rampe

La tabella 2 riassume i valori di input e i risultati ottenuti per i tratti di immissione delle stesse corsie di entrata dei paragrafi precedenti.

	$Q_1$ (veic/h/corsia)	$Q_2$ (veic/h/corsia)	$Q_1^*$ (veic/h/corsia)	velocità corsia di marcia (v)	velocità corsia ingresso ( $v_i$ )	Tempo critico	b (media del tempo di servizio)	V(s) (Varianza)	E(w) Tempo di attesa in coda	Lunghezza tratto di immissione $E(w)*v_i$
<b>S10.01</b>	340	100	68	60	48	3.39	3.39	0.01	3.57	48
<b>S11.01</b>	400	82	80	80	64	3.85	3.86	0.01	4.04	72
<b>AS03.01</b>	350	200	70	80	64	3.85	3.88	0.08	4.41	78
<b>SV08.02</b>	350	200	70	60	48	3.39	3.41	0.05	3.81	51
<b>SV08.01</b>	1000	350	200	86	69	3.99	4.19	0.64	5.69	109
<b>S11.02</b>	1000	500	200	80	64	3.85	4.04	0.73	6.72	120
<b>SV02.01</b>	1000	300	200	100	80	4.31	4.57	0.86	6.03	134
<b>SV07.01</b>	1000	275	200	100	80	4.31	4.57	0.86	5.84	129
<b>SV09.01</b>	1000	275	200	100	80	4.31	4.57	0.86	5.84	129

Tabella 7 - Lunghezza dei tratti di immissione

#### 8.1.2.3.2 Per le corsie di entrata nelle zone di confluenza

Attualmente il tratto di immissione è lungo 75m e quindi insufficiente per verificare le analisi funzionali, ma, come si può vedere dalla Figura 23, nel tratto di immissione può essere compreso anche parte della zona di confluenza. Si ritiene del tutto verosimile annoverare nell'immissione un tratto di confluenza che permette di vedere i veicoli in arrivo sulla principale e questo si verifica quando il ciglio si discosta di 1.75 dalla banchina esterna; i 129m sono così verificati.

	$Q_1$ (veic/h/corsia)	$Q_2$ (veic/h/corsia)	$Q_1^*$ (veic/h/corsia)	velocità corsia di marcia (v)	velocità corsia ingresso ( $v_i$ )	Tempo critico	b (media del tempo di servizio)	V(s) (Varianza)	E(w) Tempo di attesa in coda	Lunghezza tratto di immissione $E(w)*v_i$
<b>Zone di confluenza</b>	1000	275	200	100	80	4.31	4.57	0.86	5.84	129

Tabella 8 - Lunghezza dei tratti di immissione per le zone di confluenza

### 8.1.3 Corsie di uscita

Le corsie di uscita sono riconducibili a 2 tipologie: quelle in uscita sulle rampe di svincolo e quelle in uscita sulle complanari.

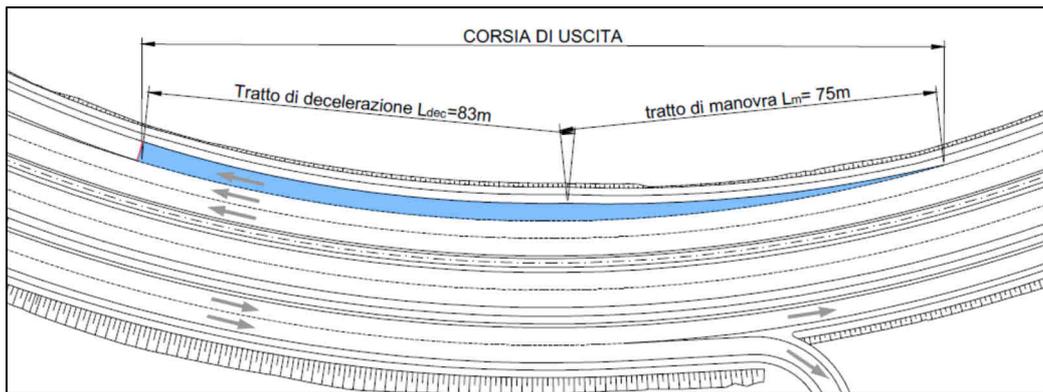


Figura 34 - Corsia di uscita sulle rampe

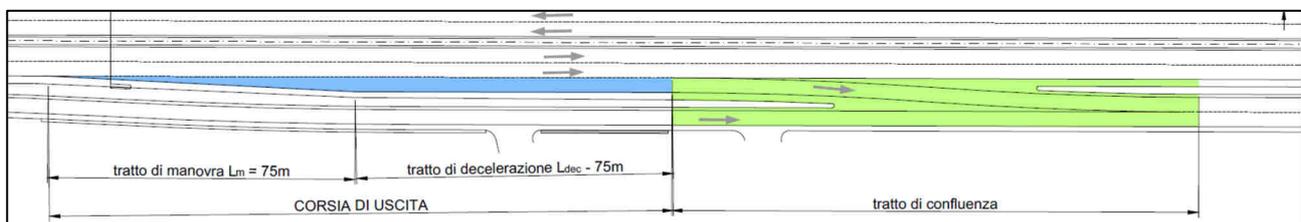


Figura 35 - Corsia di uscita nelle zone di confluenza

In entrambi i casi, la composizione della corsia è costituita da 2 tratti, in accordo con la normativa vigente:

- Tratto di manovra ( $L_m$ );
- Tratto di decelerazione ( $L_{dec}$ ).

### 8.1.3.1 Tratto di manovra ( $L_m$ )

Anche per le corsie di uscita, la lunghezza del tratto di manovra è dettato dalla norma in funzione della velocità di progetto:

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

Considerando che la velocità di progetto dell'asta principale è pari a 100 km/h, la lunghezza del tratto di manovra è di 75m. Tale modulo è stato adottato anche per le corsie di uscita delle complanari.

### 8.1.3.2 Tratto di decelerazione ( $L_{dec}$ )

Il tratto di decelerazione viene dimensionato con criteri cinematici, poiché deve avere una lunghezza sufficiente affinché un veicolo riduca la velocità che possiede sulla strada da cui esce, fino alla velocità della rampa in cui si immette.

L'equazione è sempre quella del moto uniformemente accelerato:

$$L_{dec} = \frac{V_1^2 - V_2^2}{2 * a * 12.96}$$

Dove:  $a = 3\text{m/s}^2$  per la strada principale di categoria B;

$a = 2\text{m/s}^2$  per le altre strade;

$V_1$  = velocità di progetto nel punto di uscita;

$V_2$  = velocità di progetto della strada in cui si immette.

#### 8.1.3.2.1 Per le corsie di uscita dalle rampe

Per la determinazione della lunghezza del tratto di decelerazione, la velocità di progetto della strada principale è sempre di 100 km/h, mentre quella sulle rampe è sempre non inferiore ai 60 km/h. Dalla relazione precedente si ottiene quindi il seguente risultato:

$$L_{dec} = \frac{V_1^2 - V_2^2}{2 * a * 12.96} = \frac{100^2 - 60^2}{2 * 3 * 12.96} = 83 \text{ m}$$

La normativa sulle intersezioni stradali permette, nel caso di uscite parallele, che parte della decelerazione possa avvenire nel tratto di manovra; tale possibilità è stata adottata quando le condizioni a contorno hanno limitato l'utilizzo degli spazi disponibili. La lunghezza complessiva della corsia di uscita varia, quindi, da un minimo di:

$$L_{uscita} = L_m + (L_{dec} - \frac{L_m}{2}) = 120.50 \text{ m}$$

ad un massimo di:

$$L_{uscita} = L_m + L_{dec} = 158 \text{ m}$$

#### 8.1.3.2.2 Per le corsie di uscita nelle zone di confluenza

Nelle zone di confluenza, la lunghezza del tratto di decelerazione risulta essere inferiore rispetto a quella delle rampe poiché è inferiore la differenza di velocità, infatti la velocità sulla strada principale è sempre pari a 100 km/h, mentre sulla strada di servizio è di 80 km/h. Si ottiene quindi il seguente risultato:

$$L_{dec} = \frac{V_1^2 - V_2^2}{2 * a * 12.96} = \frac{100^2 - 80^2}{2 * 3 * 12.96} = 47 \text{ m}$$

E' stata fatta comunque la scelta di adottare una lunghezza di 75 m per il tratto di decelerazione per tutte le uscite nelle zone di confluenza, anche se i calcoli forniscono un risultato diverso. In questo caso il modulo della corsia di uscita è costante e pari a:

$$L_{uscita} = L_m + L_{dec} = 150 \text{ m}$$

### 8.1.4 Zone di scambio

Il presente progetto prevede numerose zone di scambio, quasi totalmente distribuite sulle strade di servizio.

Secondo l'HCM il dimensionamento di una zona di scambio, viene fatta determinandone il suo livello di servizio, fornendo la lunghezza come dato di input.

Nel caso specifico, trovandosi nella condizione di adeguamento di strada esistente, la presenza dei numerosi vincoli dovuti alle condizioni al contorno, non dà sempre la possibilità di garantire un elevato livello di servizio. Per ovviare a questo e limitare le riduzioni di velocità di scambio, verrà potenziata la segnaletica in modo da 'preparare' l'utente alle diversioni.

Di seguito si riportano gli schemi delle diverse zone di scambio presenti nel progetto:



Figura 36 - SV08, svincolo a quadrifoglio

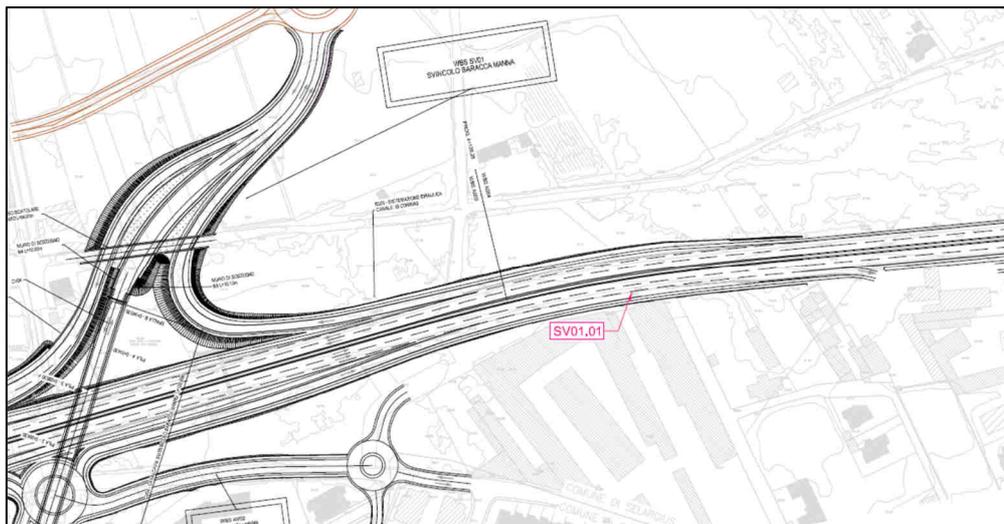


Figura 37 - Svincolo SV02, svincolo Baracca Manna

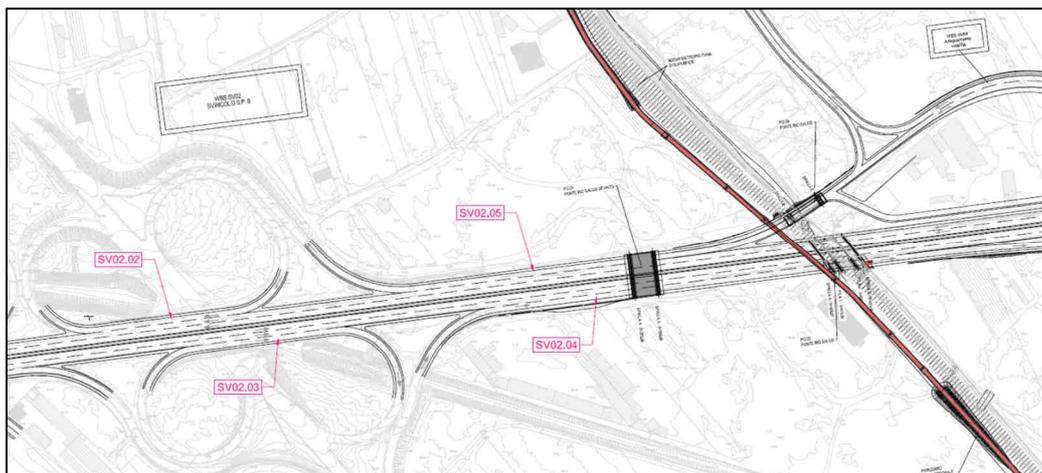


Figura 38 - Svincolo SV02, svincolo del Policlinico

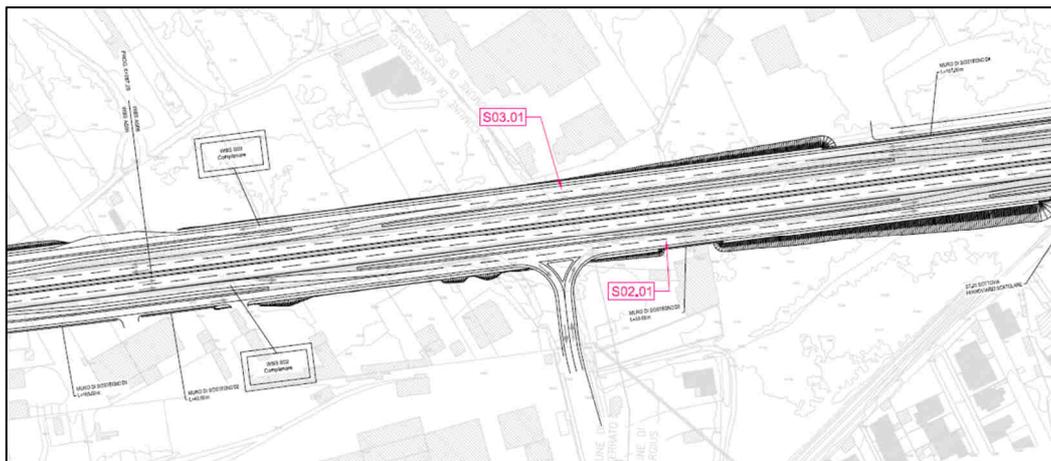


Figura 39 - Strade di servizio S02 ed S03

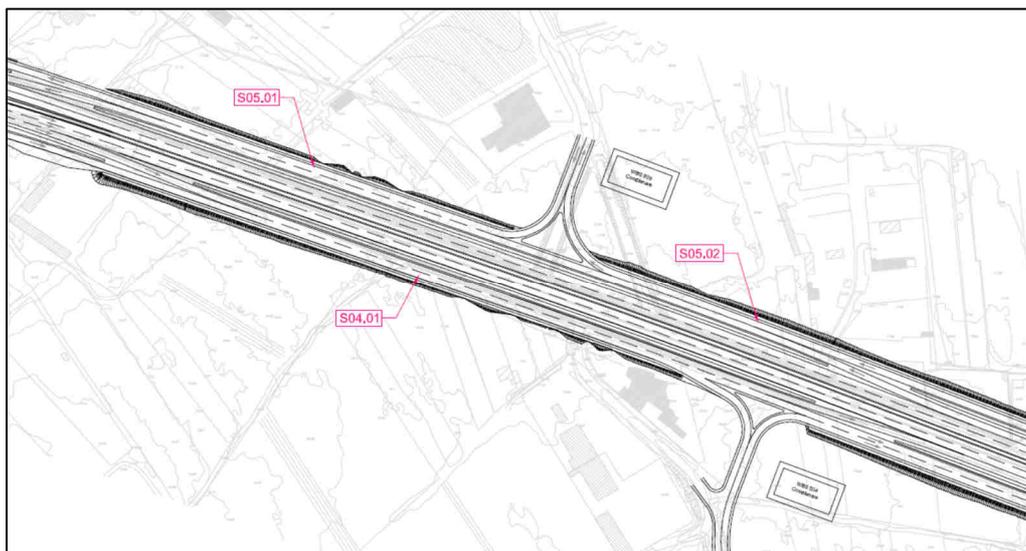


Figura 40 - Strada di servizio S05

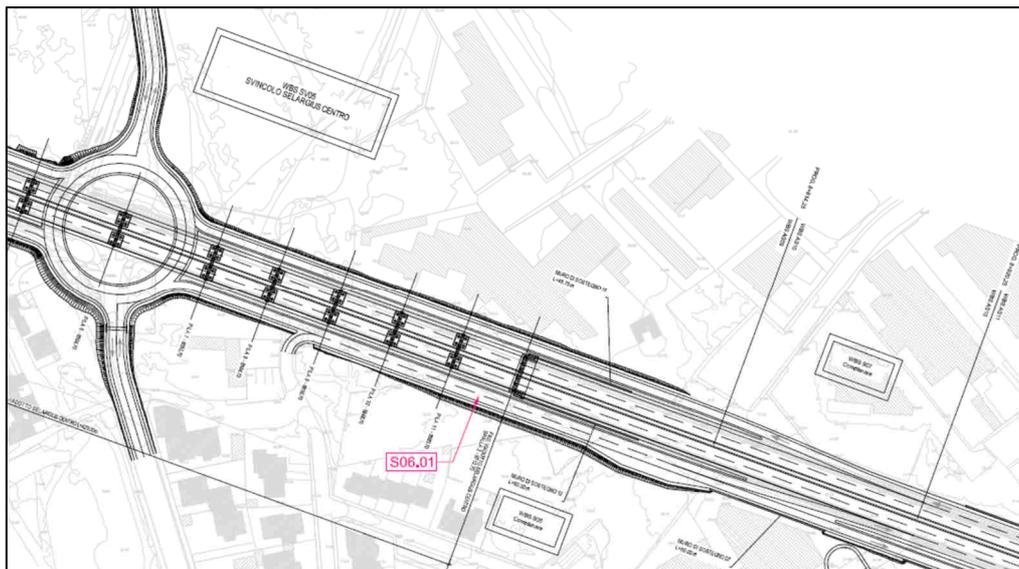


Figura 41 - Strada di servizio S06

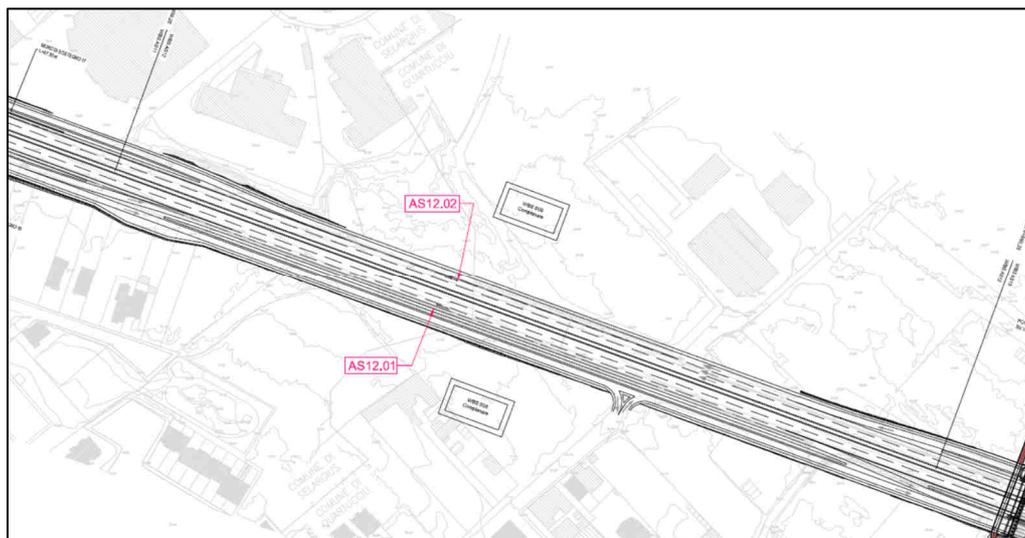


Figura 42 - Tratto dell'asta principale AS12

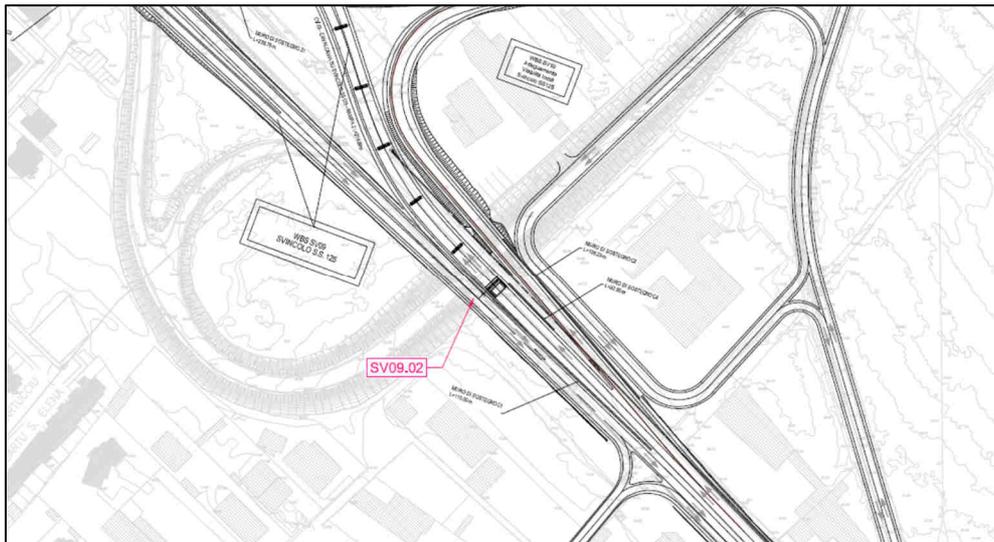


Figura 43 - Svincolo SV09, svincolo SS125

I livelli di servizio nelle zone di scambio in funzione delle velocità di scambio sono:

Livello di servizio	Velocità media minima portata diretta	Velocità media minima portata di scambio
	$V_d$	$V_s$
<b>A</b>	97	88
<b>B</b>	87	80
<b>C</b>	77	72
<b>D</b>	68	64
<b>E</b>	56	56
<b>F</b>	56	56

Tabella 9 - LoS in funzione delle velocità di scambio

Il DM 6792/2001, prescrive che il livello di servizio di una strada extraurbana principale debba essere non inferiore a B e per la sua strada di servizio, quali sono le complanari, non debba scendere sotto il livello C.

I tratti di scambio che risultano verificati sono:

- SV08 poiché il flusso che percorre la rampa del quadrante sud-est è non superiore a 30 veic/h/corsia;
- SV01.01;
- S03.01;
- S06.01 date le basse velocità con cui i veicoli giungono sulla zona di scambio;
- AS1201 e AS12.02.

## 8.2 Rotatorie

Gli svincoli SV03 (Monserrato), SV04 (Selargius Ovest), Svincolo SV05 (Selargius Centro), Svincolo SV06 (Selargius Est) e Svincolo SV07 (Quartucciu) sono intersezioni a livelli sfalsati, in ciascuna delle quali l'asse principale di progetto sovrappassa in viadotto la rotatoria di progetto che raccorda la viabilità locale esistente con le strade di servizio di progetto complanari all'asse principale, a loro volta collegate a quest'ultimo.

Si evidenzia che le rotatorie degli svincoli SV03, SV04, SV05 e SV07 hanno diametro esterno maggiore di 50 m, che è il limite superiore previsto dalla norma per le rotatorie convenzionali per le quali è previsto un diametro esterno compreso fra 40 e 50 m. Quindi per la norma le rotatorie degli svincoli SV03, SV04, SV05 e SV07 non andrebbero trattate come rotatorie, ma come strade con sistemazioni con "circolazione rotatoria", il cui "dimensionamento e la composizione geometrica debbono essere definiti con il principio dei tronchi di scambio tra due bracci contigui"<sup>20</sup>.

Si ribadisce peraltro che nel caso in esame si sta comunque realizzando un intervento di adeguamento dove in generale l'andamento plano-altimetrico deve rispettare i vincoli esistenti. Nel caso specifico il diametro delle rotatorie è condizionato dall'ingombro dei viadotti di scavalco dell'asse principale, e dalla configurazione delle strade di servizio complanari ad esso che si collegano alle rotatorie, che hanno richiesto un grande diametro anche per restituire un angolo di deviazione  $\beta$  non troppo piccolo.

Quindi di seguito si considerano le rotatorie come convenzionali e come tali sono state verificate.

Le verifiche effettuate secondo quanto previsto dalla norma sono due:

- la valutazione del valore della deviazione per mezzo dell'angolo di deviazione  $\beta$ , che quantifica il controllo della deviazione delle traiettorie in attraversamento del nodo, e quindi di conseguenza della velocità dei veicoli, che viene ridotta in funzione della deviazione imposta dall'isola centrale<sup>21</sup>;
- la verifica dei campi di visibilità in rotatoria, che considera la visibilità dei veicoli che transitano sulla corona rotatoria da parte dei veicoli che si approssimano ad essa percorrendone i rami.

### 8.2.1 Rotatoria svincolo SV03 (Monserrato)

La rotatoria dello svincolo 03 si colloca sotto il viadotto Monserrato tra le progressive 5+760.20 - 6+176.20.

Attualmente la SS554 interseca a raso con un quadrivio via Giulio Cesare e la SS387.

La rotatoria di progetto collega via Giulio Cesare e la SS387 con le strade di servizio di progetto S01 (complanare all'asse principale, AV04 (adeguamento strada esistente) S02 ed S03 (complanari all'asse principale).

La rotatoria ha un diametro di 75 m, una corona giratoria di 9 m, una banchina in destra di 1.50 m, una banchina interna di 1.00m

---

<sup>20</sup> Vedasi D.M. 19 aprile 2006, par 4.5.1

<sup>21</sup> Vedasi D.M. 19 aprile 2006, par 4.5.3

Di seguito si riportano le verifiche.

8.2.1.1 Verifica angolo deviazione  $\beta$

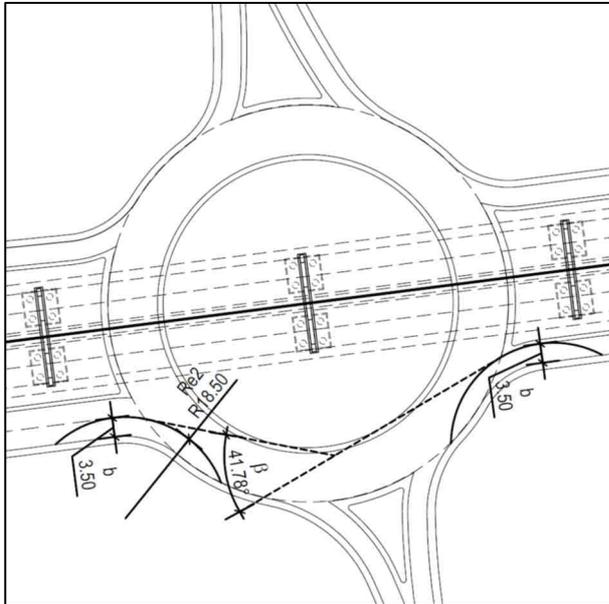


Figura 44 – verifica angolo deviazione  $\beta$  da ingresso da S01 complanare

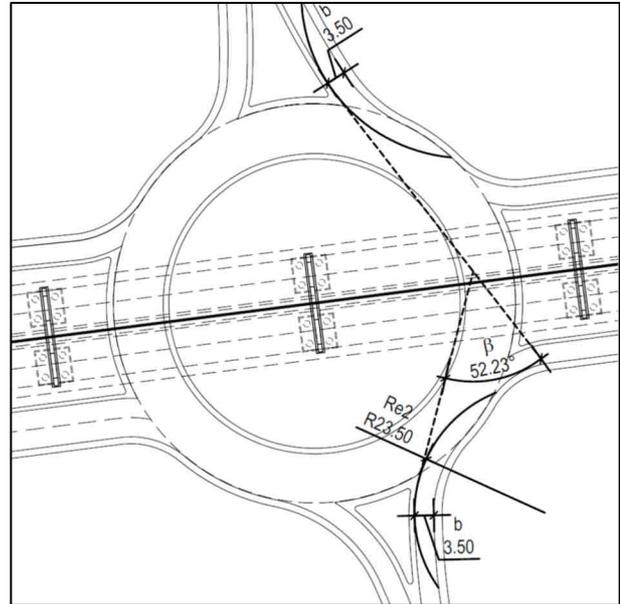


Figura 45 – verifica angolo deviazione  $\beta$  da ingresso da via Giulio Cesare

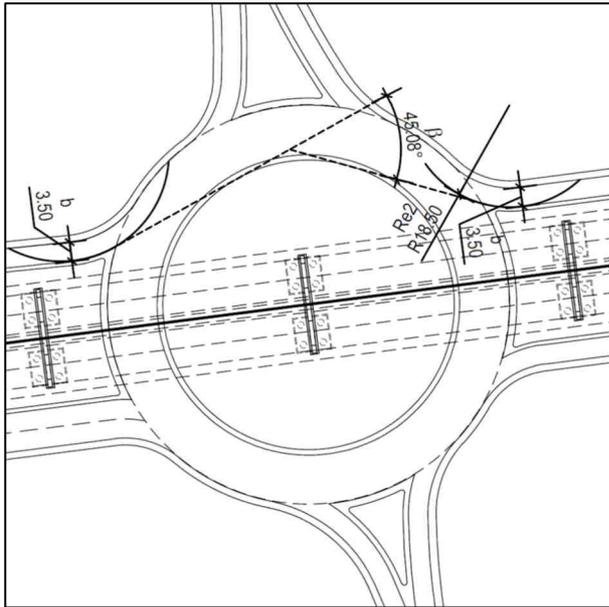


Figura 46 – verifica angolo deviazione  $\beta$  da ingresso da S03 complanare

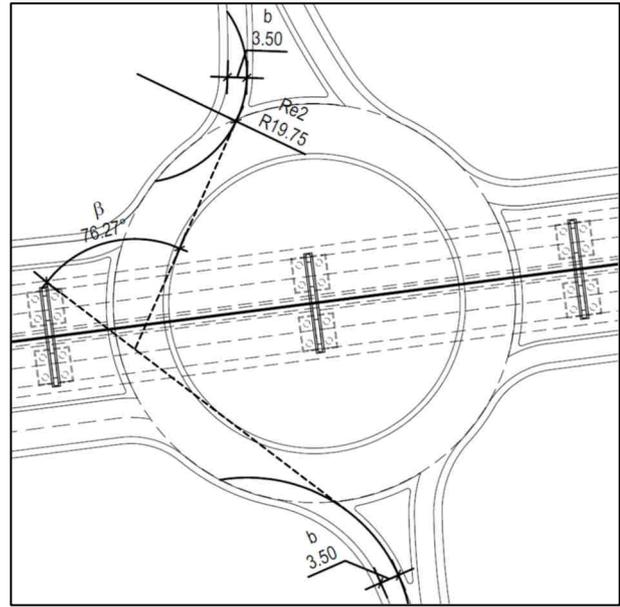


Figura 47 – verifica angolo deviazione  $\beta$  da ingresso da SS387

L'angolo di deviazione  $\beta$  con ingresso da ramo S01 complanare, pari a  $41,76^\circ$ , è minore dei  $45^\circ$  raccomandati dalla norma, ma di poco. I  $45^\circ$  sarebbero stati garantiti solo con l'ulteriore incremento del diametro della rotatoria. Si evidenzia che il valore è calcolato nel caso di ingresso sulla corsia destra, caso più sfavorevole per il calcolo della deviazione rispetto all'ingresso sulla corsia sinistra

L'angolo di deviazione  $\beta$  con ingresso dagli altri rami è sempre maggiore dei  $45^\circ$  raccomandati.

#### 8.2.1.2 Verifica campi di visibilità

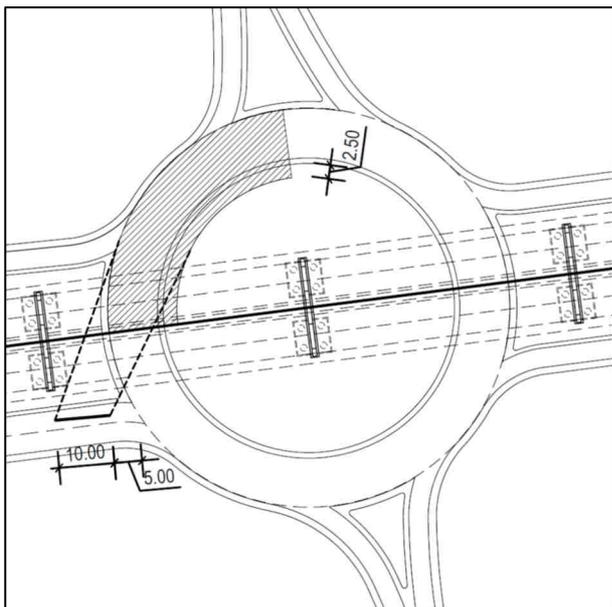


Figura 48 – verifica campi di visibilità da ingresso da S01 complanare

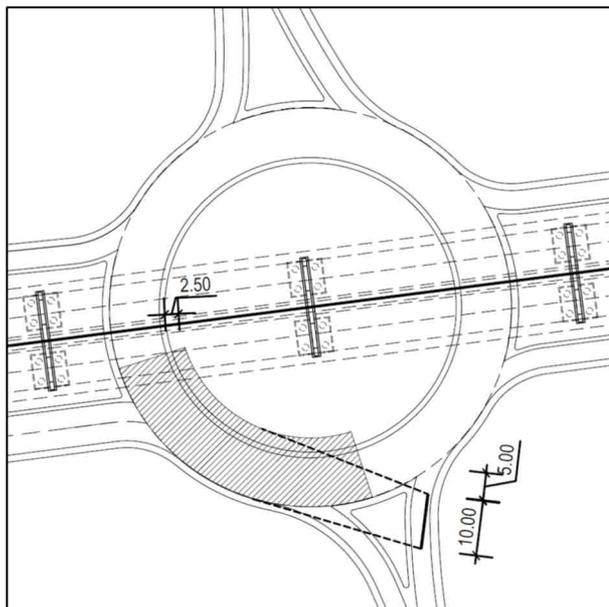


Figura 49 – verifica campi di visibilità da ingresso da via Giulio Cesare

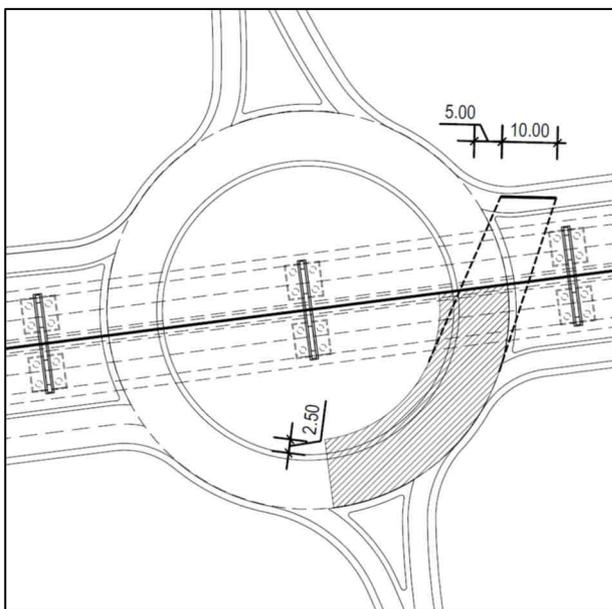


Figura 50 – verifica campi di visibilità da ingresso da S03 complanare

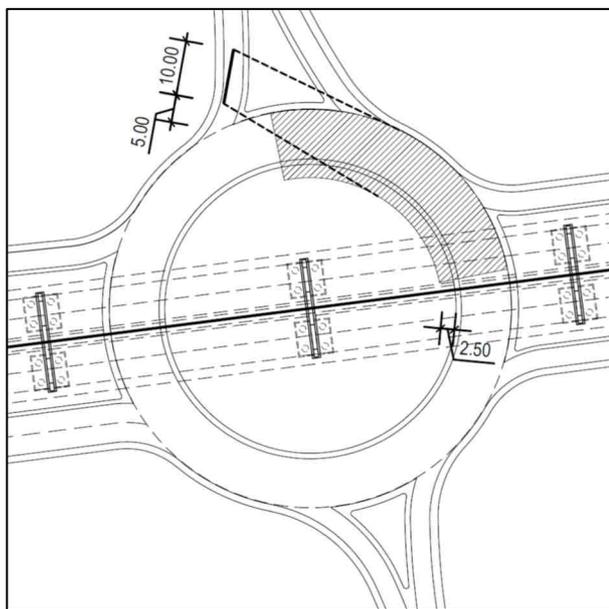


Figura 51 – verifica campi di visibilità da ingresso da SS387

La verifica dei campi di visibilità è particolarmente importante per la presenza delle pile dei viadotti, che si trovano sul lato sinistro del conducente che si approssima alla rotonda, quindi sullo stesso lato dove è richiesta la visibilità di un quarto della corona rotonda.

La verifica risulta soddisfatta per tutti e quattro gli ingressi.

### 8.2.2 Rotatoria svincolo SV04 (Selargius Ovest)

La rotonda dello svincolo 04 si colloca sotto il viadotto Selargius Ovest tra le progressive tra le progressive 6+981.40 – 7+269.40.

Attualmente la SS554 interseca a raso con un quadrivio via Pietro Nenni e la SP93.

La rotonda di progetto collega via Pietro Nenni e la SP93 con le strade di servizio di progetto S02, S03, S04 ed S05 (complanari all'asse principale).

La rotonda ha un diametro di 75 m, una corona giratoria di 9 m, una banchina in destra di 1.50 m, una banchina interna di 1.00m.

Di seguito si riportano le verifiche.

#### 8.2.2.1 Verifica angolo deviazione $\beta$

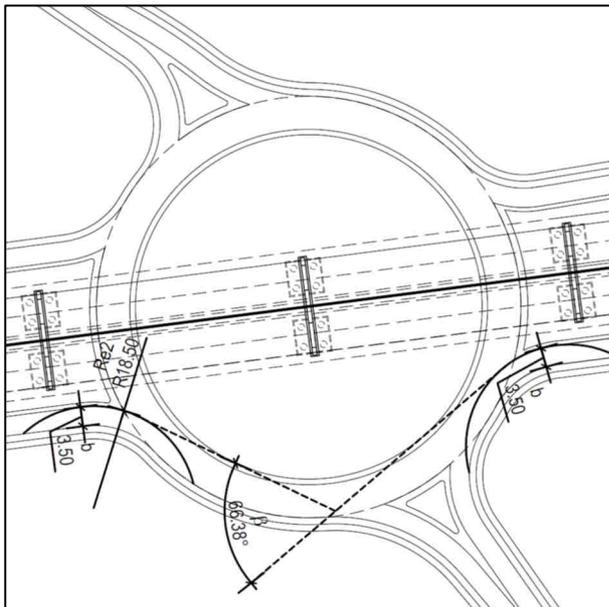


Figura 52 – verifica angolo deviazione  $\beta$  da ingresso da S02 complanare

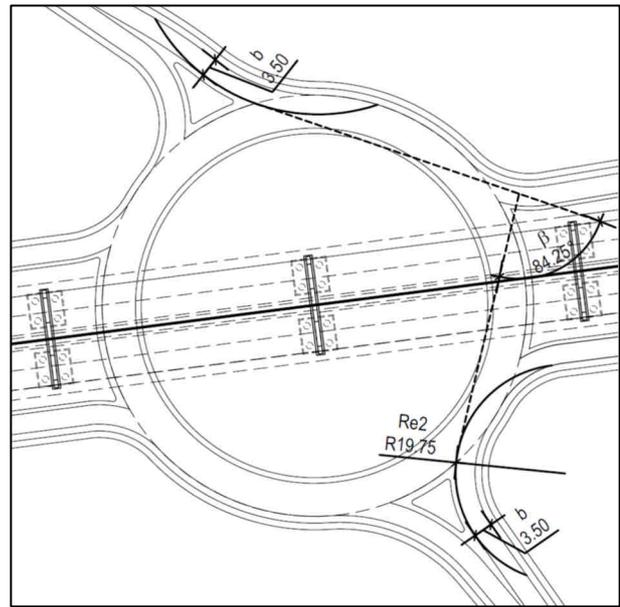


Figura 53 – verifica angolo deviazione  $\beta$  da ingresso da via Pietro Nenni

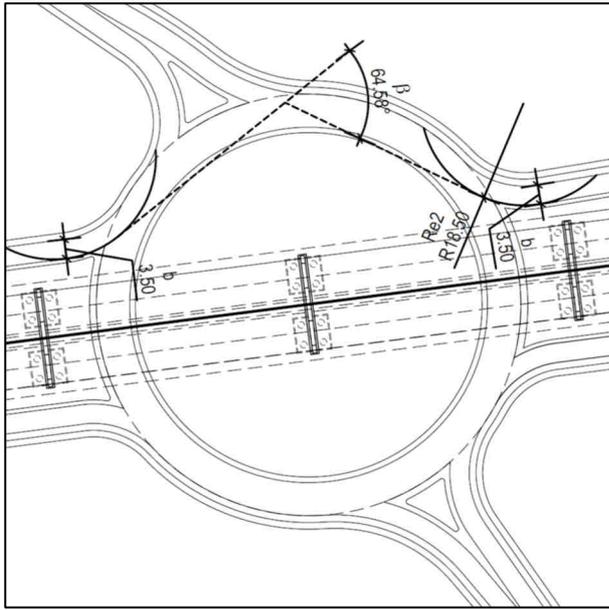


Figura 54 – verifica angolo deviazione  $\beta$  da ingresso da S05 complanare

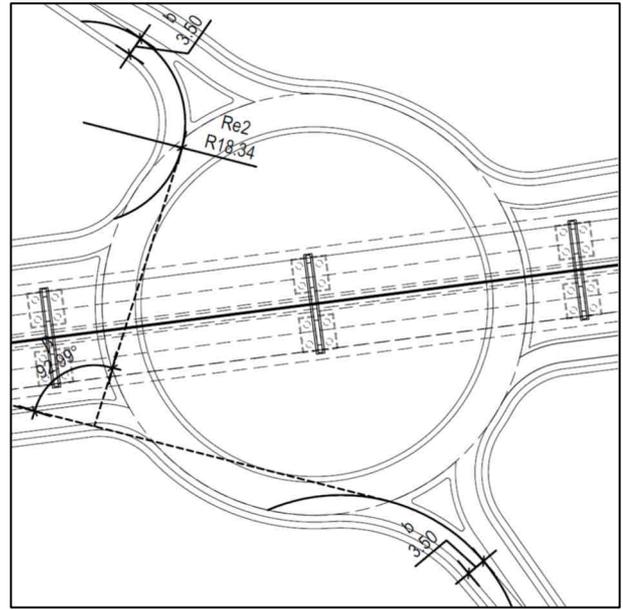


Figura 55 – verifica angolo deviazione  $\beta$  da ingresso da SP93

L'angolo di deviazione  $\beta$  con ingresso da tutti i rami è sempre maggiore dei 45° raccomandati.

#### 8.2.2.2 Verifica campi di visibilità

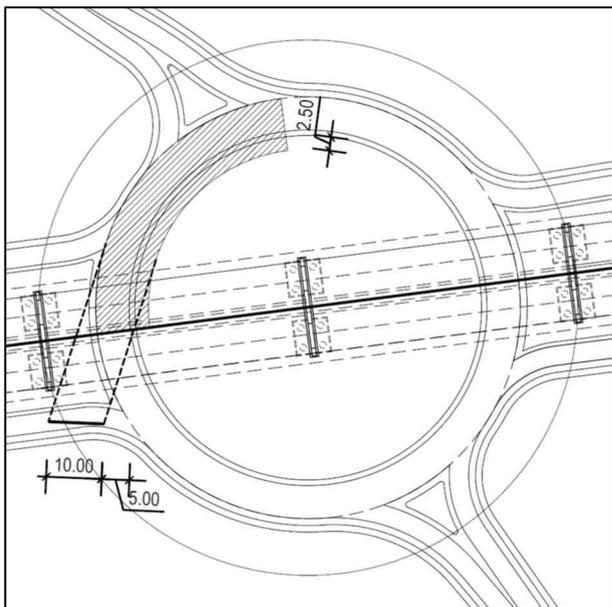


Figura 56 – verifica campi di visibilità da ingresso da S02 complanare

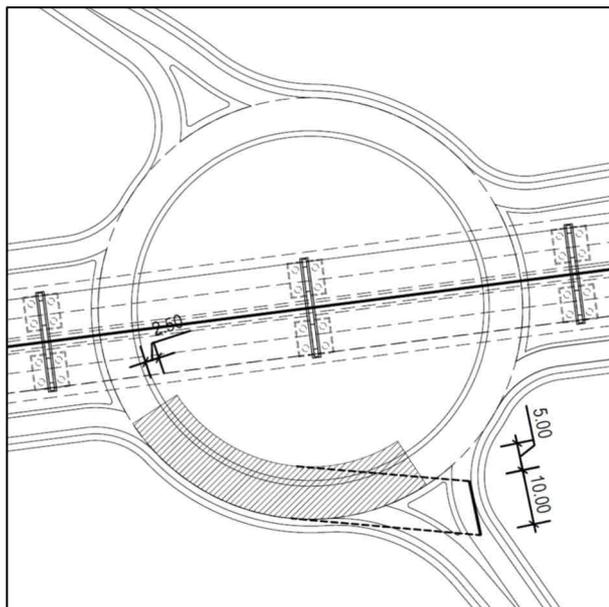


Figura 57 – verifica campi di visibilità da ingresso da via Pietro Nenni

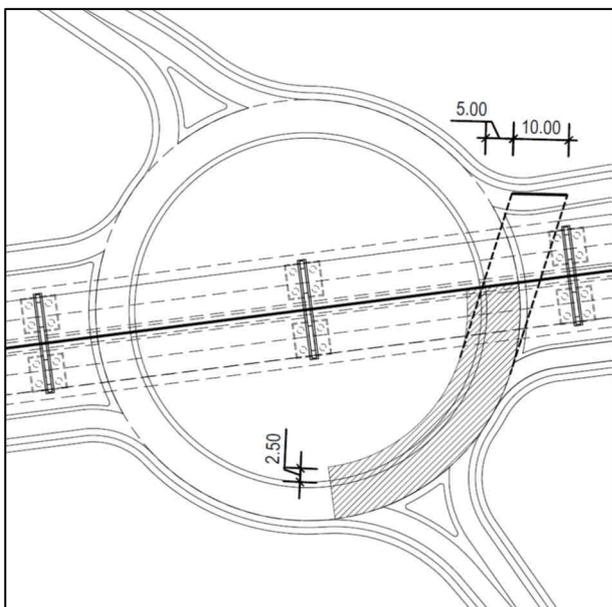


Figura 58 – verifica campi di visibilità da ingresso da S05 complanare

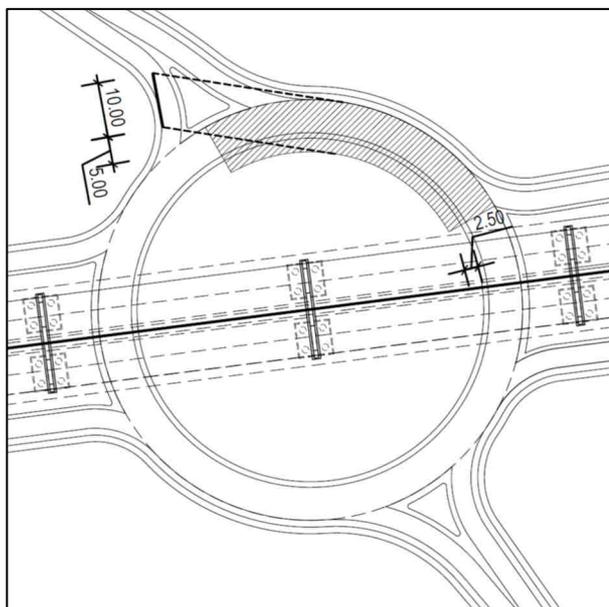


Figura 59 – verifica campi di visibilità da ingresso da SP93

Come per la rotonda precedente, la verifica dei campi di visibilità è particolarmente importante per la presenza delle pile dei viadotti.

La verifica risulta soddisfatta per tutti e quattro gli ingressi.

### 8.2.3 Rotatoria svincolo SV05 (Selargius Centro)

La rotatoria dello svincolo SV05 si colloca sotto il viadotto Selargius Centro tra le progressive 8+321.70 – 8+712.70.

Attualmente la SS554 interseca a raso con un quadrivio via Torrente.

La rotatoria di progetto collega via Torrente con le strade di servizio di progetto S04, S05, S06 ed S07 (complanari all'asse principale).

La rotatoria ha un diametro di 78 m, una corona giratoria di 9 m, banchina in destra da 1.50 m e banchina interna di 1.00 m.

Di seguito si riportano le verifiche.

#### 8.2.3.1 Verifica angolo deviazione $\beta$

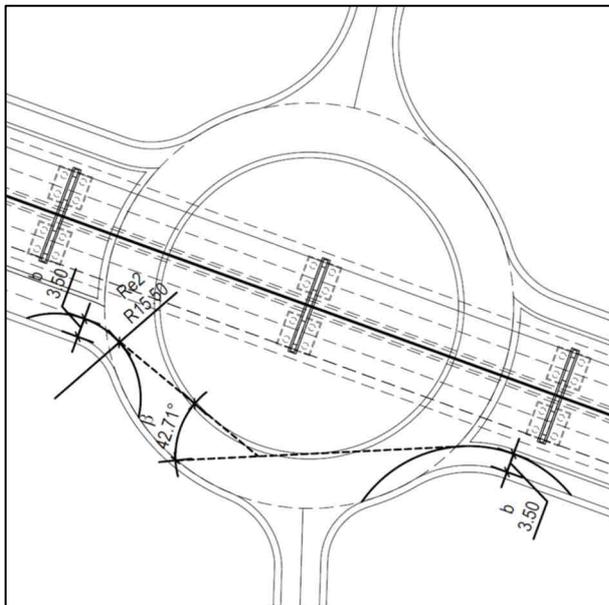


Figura 60 – verifica angolo deviazione  $\beta$  da ingresso da S04 complanare

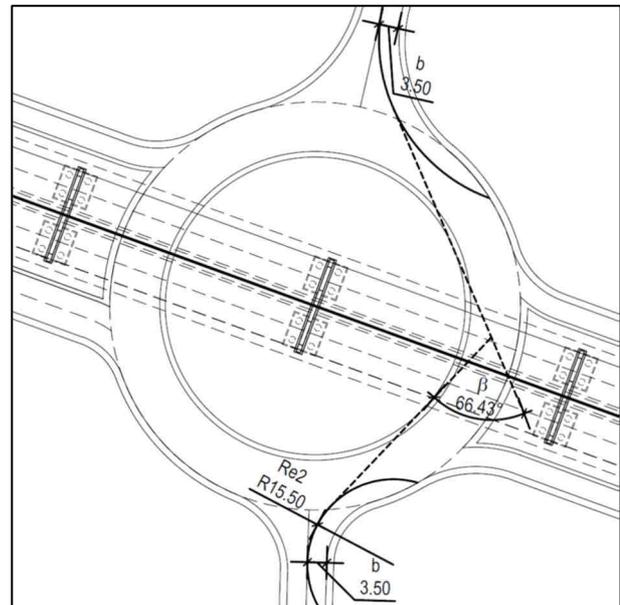


Figura 61 – verifica angolo deviazione  $\beta$  da ingresso da via Torrente Sud

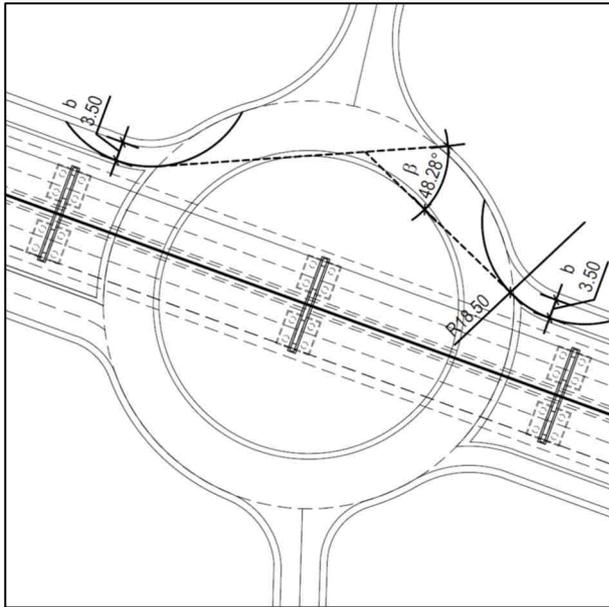


Figura 62 – verifica angolo deviazione  $\beta$  da ingresso da S07 complanare

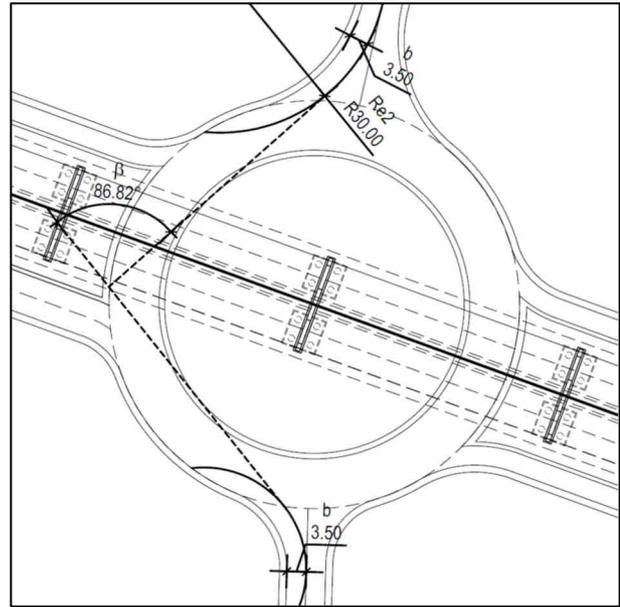


Figura 63 – verifica angolo deviazione  $\beta$  da ingresso da via Torrente Nord

L'angolo di deviazione  $\beta$  con ingresso da S04 complanare, pari a  $42,77^\circ$ , è minore dei  $45^\circ$  raccomandati dalla norma, ma di poco. I  $45^\circ$  sarebbero stati garantiti solo con l'ulteriore incremento del diametro della rotonda. Si evidenzia che il valore è calcolato nel caso di ingresso sulla corsia destra, caso più sfavorevole per il calcolo della deviazione rispetto all'ingresso sulla corsia sinistra

L'angolo di deviazione  $\beta$  con ingresso dagli altri rami è sempre maggiore dei  $45^\circ$  raccomandati.

### 8.2.3.2 Verifica campi di visibilità

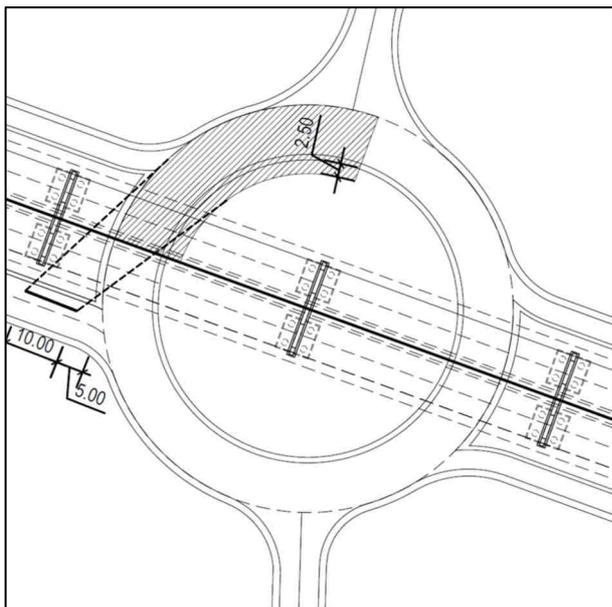


Figura 64 – verifica campi di visibilità da ingresso da S04 complanare

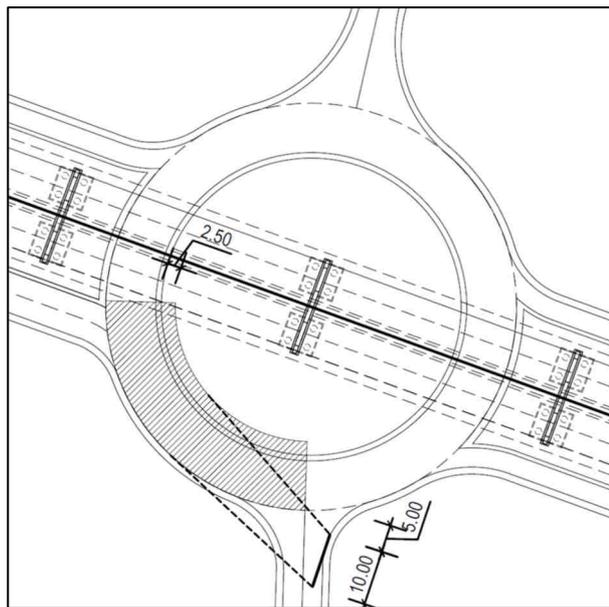


Figura 65 – verifica campi di visibilità da ingresso da via Torrente Sud

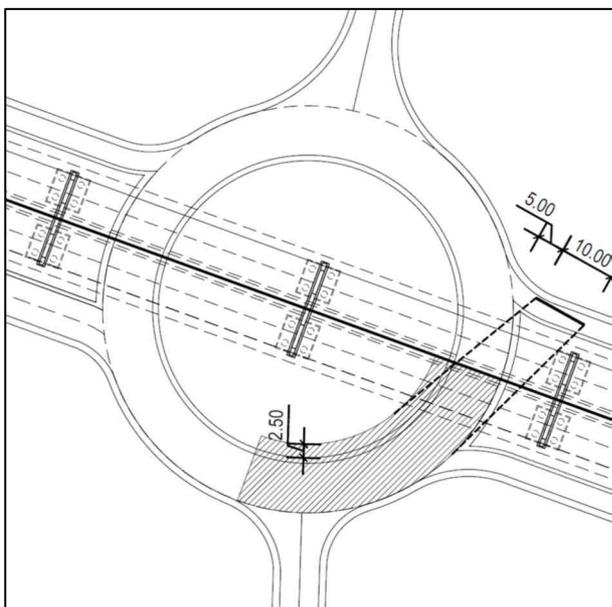


Figura 66 – verifica campi di visibilità da ingresso da S07 complanare

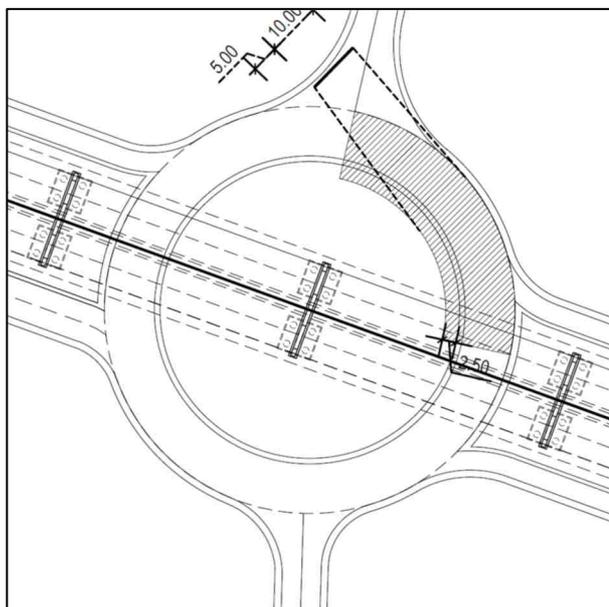


Figura 67 – verifica campi di visibilità da ingresso da via Torrente Nord

Come per le rotonde precedenti, la verifica dei campi di visibilità è particolarmente importante per la presenza delle pile dei viadotti.

La verifica risulta soddisfatta per tutti e quattro gli ingressi.

### 8.2.4 Rotatoria svincolo SV06 (Selargius Est)

La rotatoria dello svincolo SV06 si colloca sotto il viadotto Selargius Est tra le progressive 9+071.50 – 9+391.50.

Attualmente la SS554 interseca a raso con un quadrivio via Roma e via del Lavoro.

La rotatoria di progetto collega via Roma e via del Lavoro con le strade di servizio di progetto S06, S07, S08 ed S09-T1 (complanari all'asse principale).

La rotatoria ha un diametro di 47.00 m, una corona giratoria di 6 m, banchina in destra da 1.50 m e banchina interna di 1.00 m. in questo caso la rotatoria è classificabile come rotatoria convenzionale.

Di seguito si riportano le verifiche.

#### 8.2.4.1 Verifica angolo deviazione $\beta$

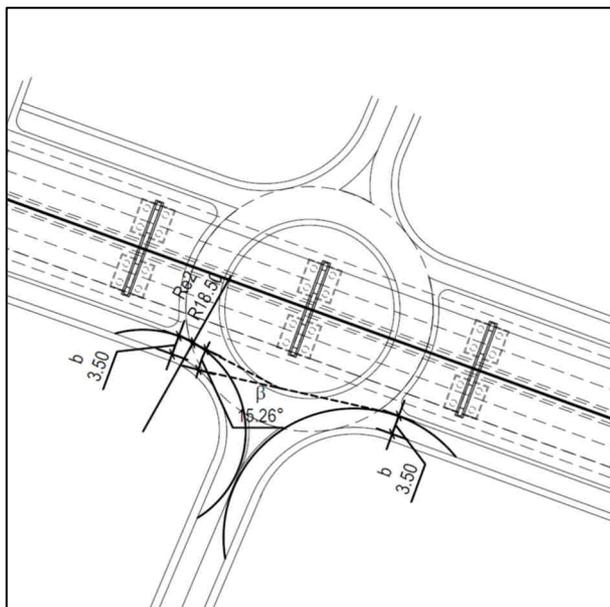


Figura 68 – verifica angolo deviazione  $\beta$  da ingresso da S06 complanare

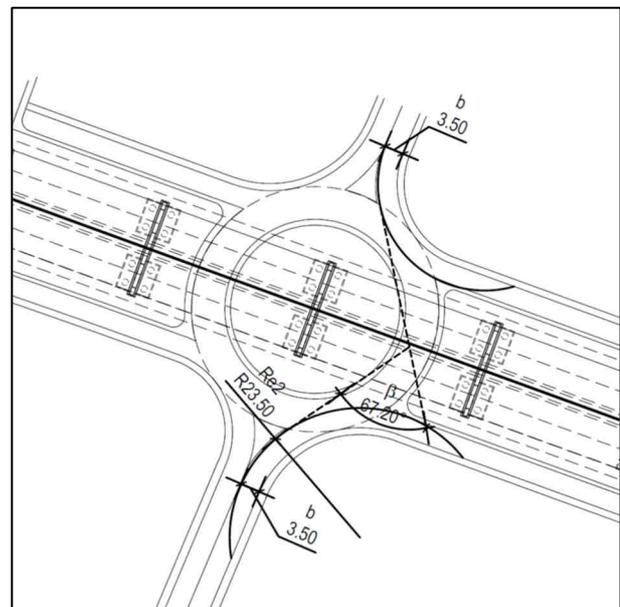


Figura 69 – verifica angolo deviazione  $\beta$  da ingresso da via Roma

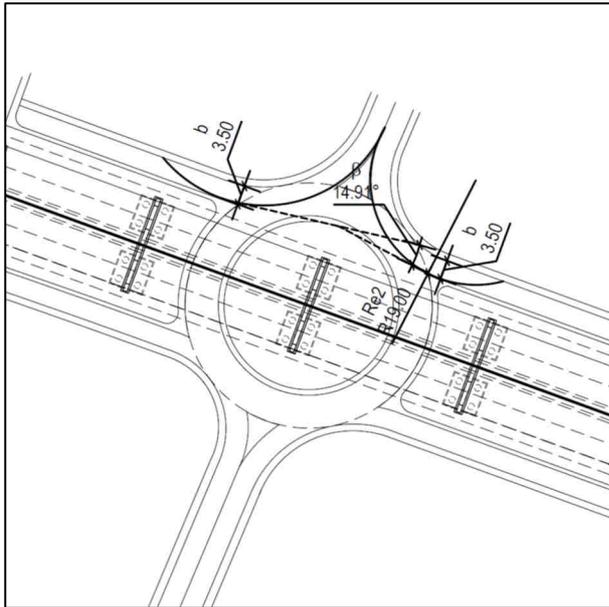


Figura 70 – verifica angolo deviazione  $\beta$  da ingresso da S09-T2 complanare

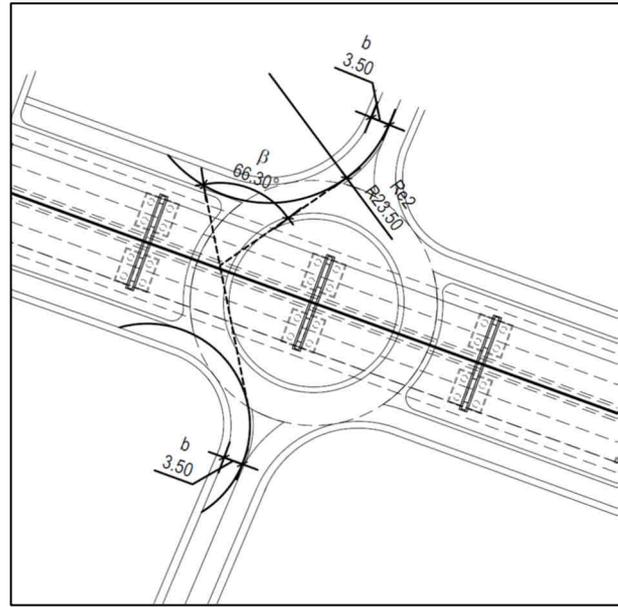


Figura 71 – verifica angolo deviazione  $\beta$  da ingresso da via del Lavoro

L'angolo di deviazione  $\beta$  con ingresso da S06 complanare, pari a  $15,26^\circ$ , e quello da S09-T2 complanare, pari a  $14,91^\circ$ , sono entrambi minori dei  $45^\circ$  raccomandati dalla norma, ed in modo significativo. I  $45^\circ$  sarebbero stati garantiti solo con una rotatoria molto più grande.

La scelta di un diametro ridotto della rotatoria è legata alle condizioni al contorno: l'area in cui si trova la rotatoria è urbanizzata, intorno ci sono edifici, in particolare si osservi la vicinanza dell'edificio in sinistra alla prog. 384 A, e relative aree di pertinenza, vedasi anche Figura 72 seguente. Questo ha portato alla scelta di una rotatoria di diametro più ridotto rispetto a quelle degli altri svincoli.

L'angolo di deviazione  $\beta$  con ingresso dagli altri due rami è sempre maggiore dei  $45^\circ$  raccomandati.



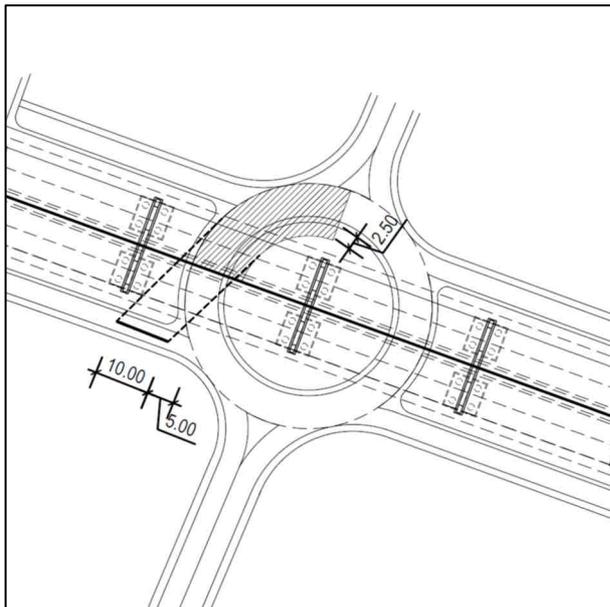


Figura 73 – verifica campi di visibilità da ingresso da S06 complanare

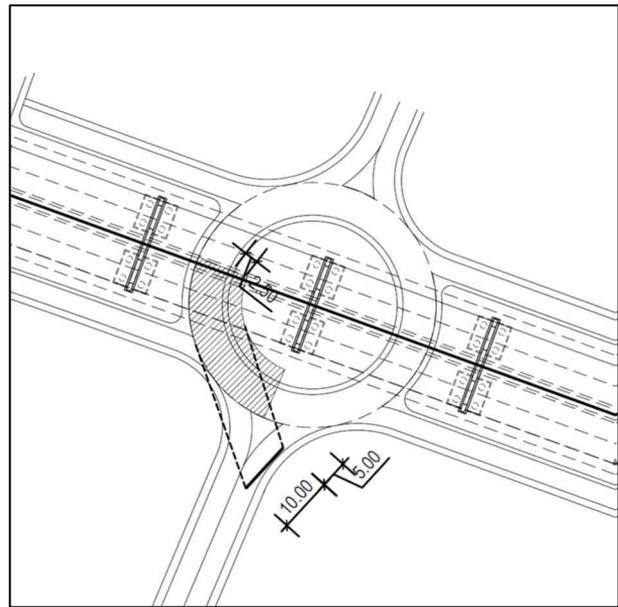


Figura 74 – verifica campi di visibilità da ingresso da via Roma

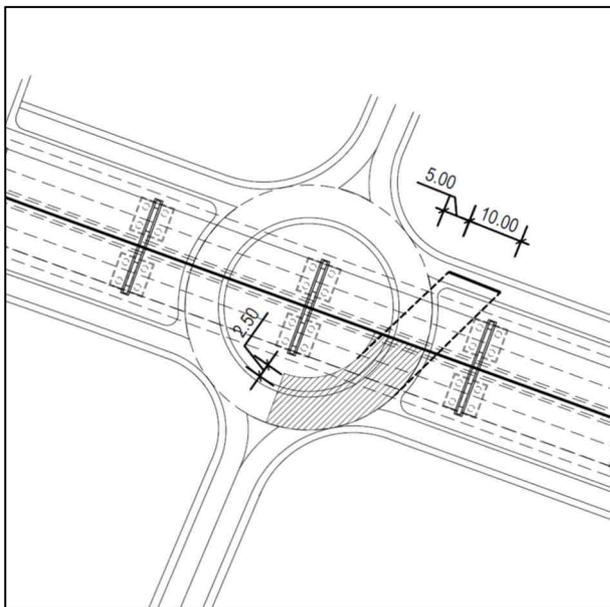


Figura 75 – verifica campi di visibilità da ingresso da S09-T2 complanare

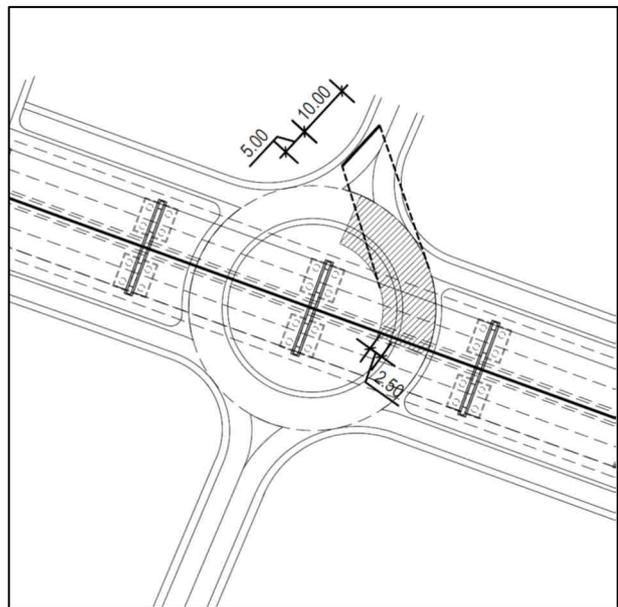


Figura 76 – verifica campi di visibilità da ingresso da via del Lavoro

Come per le rotonde precedenti, la verifica dei campi di visibilità è particolarmente importante per la presenza delle pile dei viadotti.

La verifica risulta soddisfatta per tutti e quattro gli ingressi.

### 8.2.5 Rotatoria svincolo SV07 (Quartucciu)

La rotatoria dello svincolo SV07 si colloca sotto il viadotto Quartucciu tra le progressive 10+145.80 – 10+497.80.

Attualmente la SS554 interseca a raso via Mandas e la Ex SP Quartucciu-Ganni

La rotatoria di progetto collega via Mandas e la Ex SP Quartucciu-Ganni con le strade di servizio di progetto S08 ed S09-T2 (complanari all'asse principale) e le rampe di progetto dello svincolo SV09.

La rotatoria ha un diametro di 79 m, una corona giratoria di 9 m, banchina in destra da 1.50 m e banchina interna di 1.00 m.

Di seguito si riportano le verifiche.

#### 8.2.5.1 Verifica angolo deviazione $\beta$

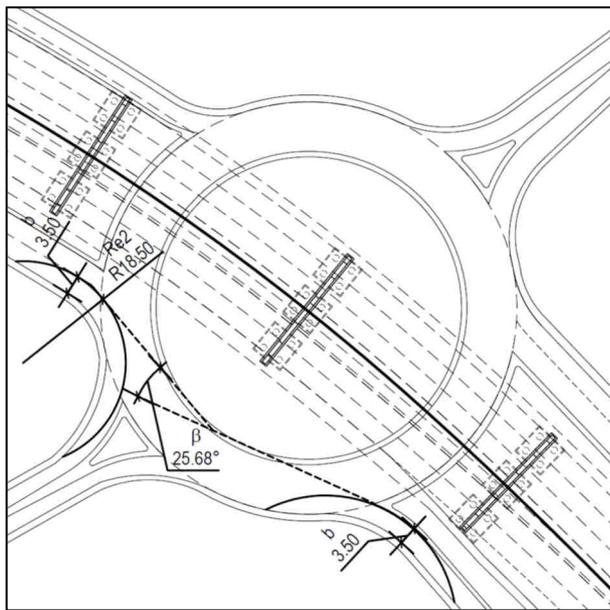


Figura 77 – verifica angolo deviazione  $\beta$  da ingresso da S08 complanare

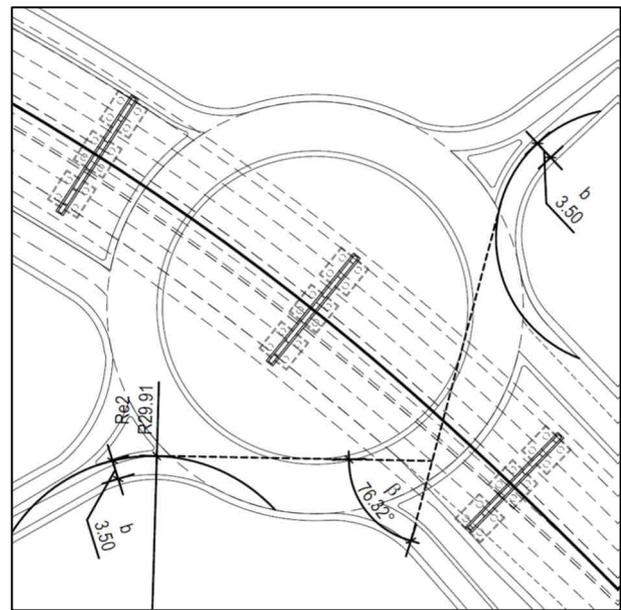


Figura 78 – verifica angolo deviazione  $\beta$  da ingresso da via Mandas

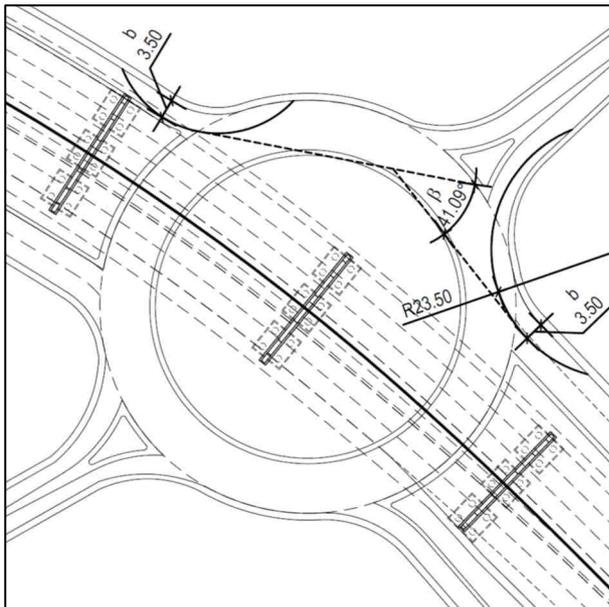


Figura 79 – verifica angolo deviazione  $\beta$  da ingresso da rampa svincolo SV09

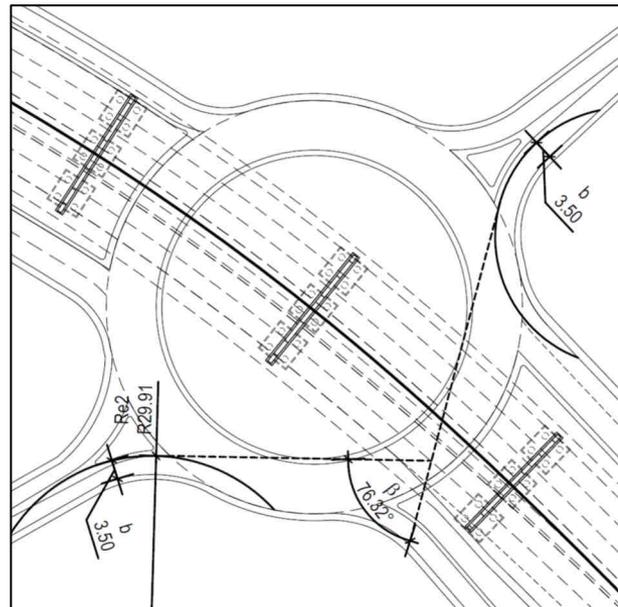


Figura 80 – verifica angolo deviazione  $\beta$  da ingresso dalla Ex SP Quartucciu-Ganni

L'angolo di deviazione  $\beta$  con ingresso da S06 complanare, pari a  $25,86^\circ$ , e quello da S09-T2 complanare, pari a  $41,09^\circ$ , sono entrambi minori dei  $45^\circ$  raccomandati dalla norma.

Si evidenzia che il valore per l'ingresso da S06 complanare è calcolato nel caso di ingresso sulla corsia destra, caso più sfavorevole per il calcolo della deviazione rispetto all'ingresso sulla corsia sinistra.

I valori peggiori rispetto a quelli delle altre rotatorie di grande diametro sono dovuti alla maggiore larghezza della piattaforma dell'asse principale per la presenza delle corsie specializzate per le rampe dello svincolo SV09. I  $45^\circ$  sarebbero stati garantiti solo con una rotatoria molto più grande, non compatibili con le condizioni al contorno: l'area in cui si trova la rotatoria è infatti desnamente urbanizzata, intorno ci sono edifici e relative aree di pertinenza che limitano l'area disponibile, vedasi anche Figura 81 seguente.

L'angolo di deviazione  $\beta$  con ingresso dagli altri due rami è sempre maggiore dei  $45^\circ$  raccomandati.

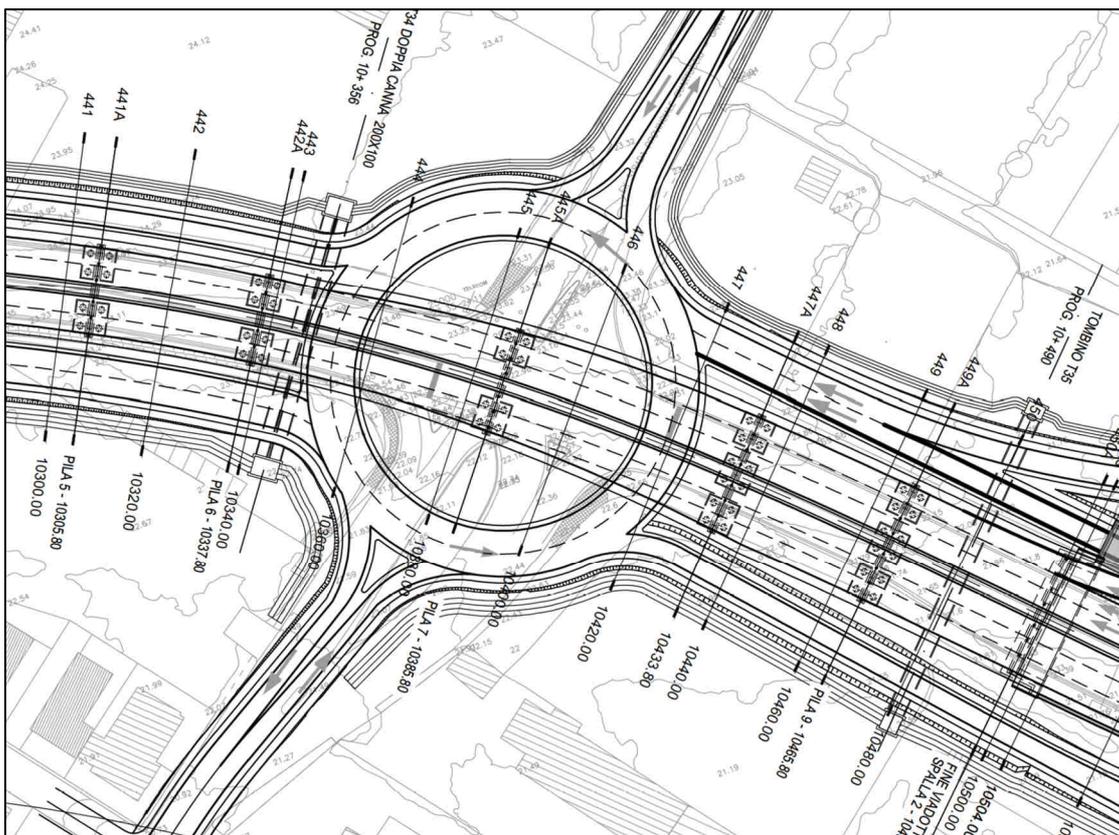


Figura 81 – particolare dalla planimetria di progetto dell'area intorno alla rotatoria SV07

### 8.2.5.2 Verifica campi di visibilità

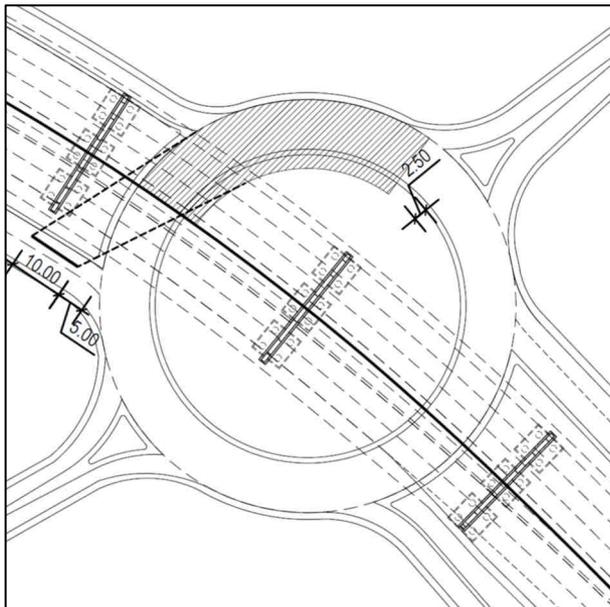


Figura 82 – verifica campi di visibilità da ingresso da S08 complanare

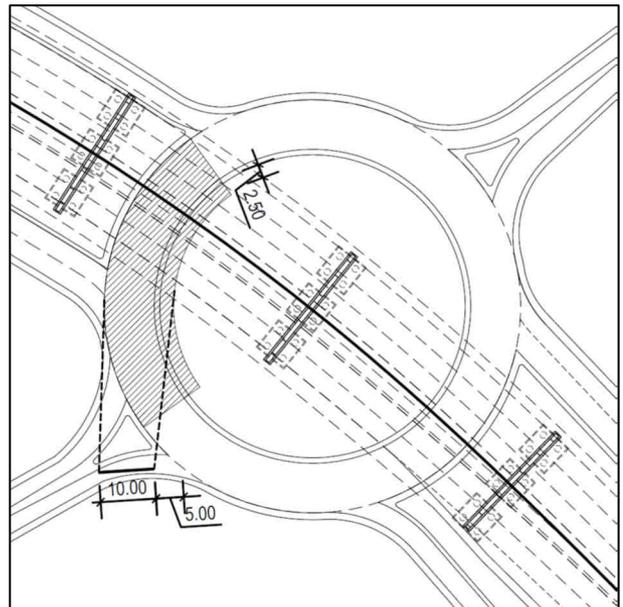


Figura 83 – verifica campi di visibilità da ingresso da via Mandas

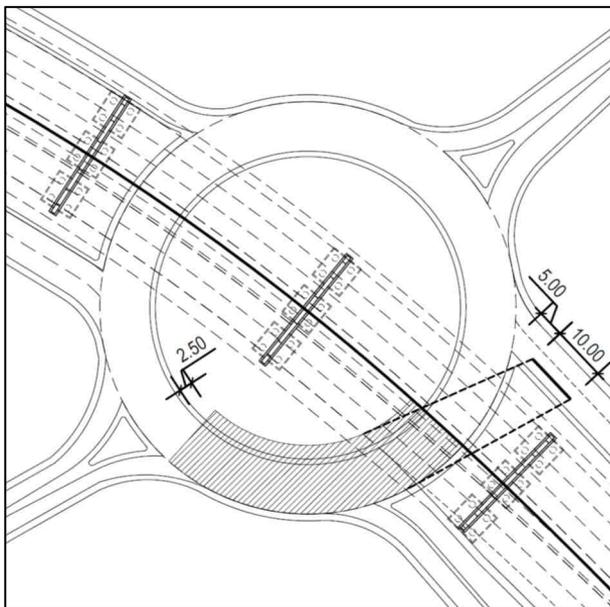


Figura 84 – verifica campi di visibilità da ingresso da rampa svincolo SV09

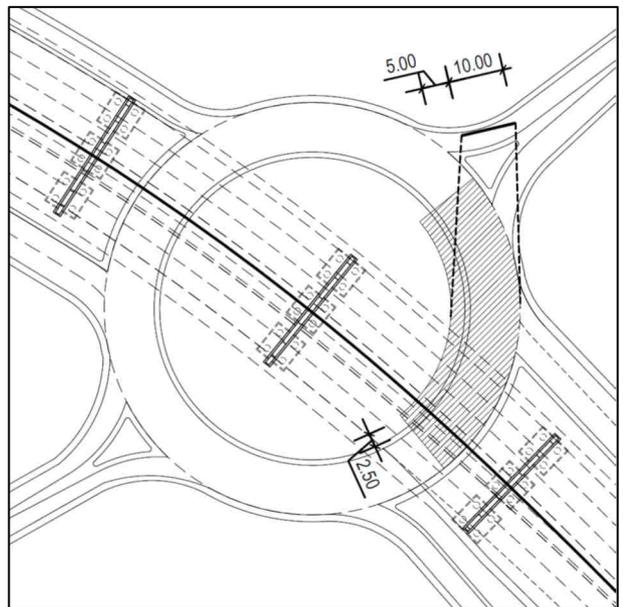


Figura 85 – verifica campi di visibilità da ingresso dalla Ex SP Quartucciu-Ganni

Come per le rotonde precedenti, la verifica dei campi di visibilità è particolarmente importante per la presenza delle pile dei viadotti.

La verifica risulta soddisfatta per tutti e quattro gli ingressi.

## 9 ALLEGATI

- Allegato 1: geometria andamento planimetrico dell'asse principale e verifiche
- Allegato 2: geometria andamento altimetrico dell'asse principale e verifiche

## 9.1 Allegato 1: geometria andamento planimetrico dell'asse principale e verifiche

Dati generali sul tracciato S554_ASSE_PRINCIPALE	
Progressiva Iniziale (m): 1500.0000	Lunghezza (m) : 10348.9408
Progressiva Finale (m): 11848.9408	
Strada Tipo : B1 Strada extraurbana principale (2+2 corsie)	
Intervallo di Velocità di progetto (Km/h): 70 <= Vp <= 100	

Rettifilo 1 ProgI 1500.0000 - ProgF 1661.3671			
Coordinate P.to Iniziale X:	1507854.0668	Coordinate P.to Finale X:	1507975.5597
Y:	4345736.7240	Y:	4345630.5223
Lunghezza :	161.3671	Azimut :	318.842
Vp (Km/h) = 100.0			
L >= Lmin	= 150.0000 OK	Rsucc =	310.0000
L <= Lmax	= 2200.0000 OK	Rsucc > Rmin	= 161.3700 OK

Curva 2 Sinistra ProgI 1661.3671 - ProgF 2109.2734			
Coordinate vertice X:	1508155.5039	Coordinate I punto Tg X:	1507975.5597
Coordinate vertice Y:	4345473.2260	Coordinate I punto Tg Y:	4345630.5223
		Coordinate II punto Tg X:	1508385.9984
		Coordinate II punto Tg Y:	4345536.4270
Tangente Prim. 1:	166.5393	TI1 Tangente 1:	239.0022
Tangente Prim. 2:	166.5393	TI2 Tangente 2:	239.0022
Alfa Ang. al Vert.:	123.509	Numero Archi :	1

Clotoide in entrata ProgI 1661.3671 - ProgF 1803.6251			
Coordinate vertice X:	1508047.1614	Coordinate I punto Tg X:	1507975.5597
Coordinate vertice Y:	4345567.9324	Coordinate I punto Tg Y:	4345630.5223
		Coordinate II punto Tg X:	1508089.2368
		Coordinate II punto Tg Y:	4345545.5496
Raggio :	310.0000	Angolo :	13.146
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	95.1016
Parametro A :	210.0000	Tangente corta :	47.6584
Scostamento :	2.7150	Sviluppo :	142.2581
Pti (%) :	-2.5	Ptf (%) :	7.0
Vp (Km/h) = 100.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 187.000 OK	A/Au =	1.000
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 127.900 OK	A/Au >= 2/3	= 0.670 OK
A >= R/3	= 103.300 OK	A/Au <= 3/2	= 1.500 OK
A <= R	= 310.000 OK		

Arco ProgI 1803.6251 - ProgF 1967.0154			
Coordinate vertice X:	1508163.0790	Coordinate I punto Tg X:	1508089.2368
Coordinate vertice Y:	4345506.2680	Coordinate I punto Tg Y:	4345545.5496
Coordinate centro curva X:	1508234.8282	Coordinate II punto Tg X:	1508246.6585
Coordinate centro curva Y:	4345819.2340	Coordinate II punto Tg Y:	4345509.4599
Raggio :	310.0000	Angolo al vertice :	30.199
Tangente :	83.6404	Sviluppo :	163.3902
Saetta :	10.7025	Corda :	161.5056
Pt (%) :	7.0		
Vp (Km/h) = 87.1			
R >= Rmin	= 175.376 OK		
Sv >= Smin	= 60.510 OK		
Pt >= Ptmin	= 7.000 OK		

Clotoide in uscita ProgI 1967.0154 - ProgF 2109.2734			
Coordinate vertice X:	1508294.2821	Coordinate I punto Tg X:	1508246.6585
Coordinate vertice Y:	4345511.2786	Coordinate I punto Tg Y:	4345509.4599
		Coordinate II punto Tg X:	1508385.9984
		Coordinate II punto Tg Y:	4345536.4270
Raggio :	310.0000	Angolo :	13.146
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	95.1016
Parametro A :	210.0000	Tangente corta :	47.6584
Scostamento :	2.7150	Sviluppo :	142.2581
Pti (%) :	7.0	Ptf (%) :	-2.5
Vp (Km/h) = 100.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 187.000 OK	Ae/A =	1.000
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 127.900 OK	Ae/A >= 2/3	= 0.670 OK
A >= R/3	= 103.300 OK	Ae/A <= 3/2	= 1.500 OK
A <= R	= 310.000 OK		



Rettifilo 3 ProgI 2109.2734 - ProgF 2479.8618			
Coordinate P.to Iniziale X:	1508385.9984	Coordinate P.to Finale X:	1508743.3950
Y:	4345536.4270	Y:	4345634.4242
Lunghezza :	370.5884	Azimut :	15.333
Vp (Km/h) = 100.0			
L >= Lmin = 150.0000 OK		Rprec = 310.0000	Rprec >= Rmin = 400.0000 No
L <= Lmax = 2200.0000 OK		Rsucc = 180.0000	Rsucc >= Rmin = 400.0000 No

Curva 4 Destra ProgI 2479.8618 - ProgF 2716.3207			
Coordinate vertice X:	1508860.9433	Coordinate I punto Tg X:	1508743.3950
		Coordinate I punto Tg Y:	4345634.4242
Coordinate vertice Y:	4345666.6556	Coordinate II punto Tg X:	1508971.1635
		Coordinate II punto Tg Y:	4345614.6176
Tangente Prim. 1:	66.5961	TT1 Tangente 1:	121.8871
Tangente Prim. 2:	66.5961	TT2 Tangente 2:	121.8871
Alfa Ang. al Vert.:	139.393	Numero Archi :	1

Clotoide in entrata ProgI 2479.8618 - ProgF 2588.7507			
Coordinate vertice X:	1508813.7419	Coordinate I punto Tg X:	1508743.3950
		Coordinate I punto Tg Y:	4345634.4242
Coordinate vertice Y:	4345653.7131	Coordinate II punto Tg X:	1508850.3353
		Coordinate II punto Tg Y:	4345652.4374
Raggio :	180.0000	Angolo :	17.330
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	72.9435
Parametro A :	140.0000	Tangente corta :	36.6156
Scostamento :	2.7357	Sviluppo :	108.8889
Pti (%) :	-2.5	Ptf (%) :	7.0
Vp (Km/h) = 83.9			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 134.200 OK		
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 89.300 OK	A/Au = 1.000	A/Au >= 2/3 = 0.670 OK
A >= R/3	= 60.000 OK	A/Au = 1.000	A/Au <= 3/2 = 1.500 OK
A <= R	= 180.000 OK		

Arco ProgI 2588.7507 - ProgF 2607.4318			
Coordinate vertice X:	1508859.6785	Coordinate I punto Tg X:	1508850.3353
Coordinate vertice Y:	4345652.1116	Coordinate I punto Tg Y:	4345652.4374
Coordinate centro curva X:	1508844.0637	Coordinate II punto Tg X:	1508868.9378
Coordinate centro curva Y:	4345472.5467	Coordinate II punto Tg Y:	4345650.8197
Raggio :	180.0000	Angolo al vertice :	5.946
Tangente :	9.3489	Sviluppo :	18.6811
Saetta :	0.2423	Corda :	18.6727
Pt (%) :	7.0		
Vp (Km/h) = 70.7			
R >= Rmin = 175.376 OK			
Sv >= Smin = 49.090 No			
Pt >= Pmin = 7.000 OK			

Clotoide in uscita ProgI 2607.4318 - ProgF 2716.3207			
Coordinate vertice X:	1508905.2020	Coordinate I punto Tg X:	1508868.9378
		Coordinate I punto Tg Y:	4345650.8197
Coordinate vertice Y:	4345645.7598	Coordinate II punto Tg X:	1508971.1635
		Coordinate II punto Tg Y:	4345614.6176
Raggio :	180.0000	Angolo :	17.330
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	72.9435
Parametro A :	140.0000	Tangente corta :	36.6156
Scostamento :	2.7357	Sviluppo :	108.8889
Pti (%) :	7.0	Ptf (%) :	-2.5
Vp (Km/h) = 85.2			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 138.600 OK		
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 90.000 OK	Ae/A = 1.000	Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK
A >= R/3	= 60.000 OK	Ae/A = 1.000	Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK
A <= R	= 180.000 OK		

Rettifilo 5 ProgI 2716.3207 - ProgF 2716.3923			
Coordinate P.to Iniziale X:	1508971.1635	Coordinate P.to Finale X:	1508971.2283
Y:	4345614.6176	Y:	4345614.5870
Lunghezza :	0.0716	Azimut :	334.727
Vp (Km/h) = 85.2			
L <= Lmax = 1873.9740 OK		Rprec = 180.0000	Rprec > Rmin = 0.0700 OK
		Rsucc = 180.0000	Rsucc > Rmin = 0.0700 OK



Curva 6 Sinistra ProgI 2716.3923 - ProgF 2965.0621			
Coordinate vertice	X:	1509087.9042	Coordinate I punto Tg X: 1508971.2283 Coordinate I punto Tg Y: 4345614.5870
Coordinate vertice	Y:	4345559.5010	Coordinate II punto Tg X: 1509209.7384 Coordinate II punto Tg Y: 4345601.9767
Tangente Prim. 1:	73.6283	TT1 Tangente 1:	129.0261
Tangente Prim. 2:	73.6283	TT2 Tangente 2:	129.0261
Alfa Ang. al Vert.:	135.506	Numero Archi :	1

Clotoide in entrata ProgI 2716.3923 - ProgF 2825.2812			
Coordinate vertice	X:	1509037.1898	Coordinate I punto Tg X: 1508971.2283 Coordinate I punto Tg Y: 4345614.5870
Coordinate vertice	Y:	4345583.4447	Coordinate II punto Tg X: 1509073.4541 Coordinate II punto Tg Y: 4345578.3848
Raggio :	180.0000	Angolo :	17.330
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	72.9435
Parametro A :	140.0000	Tangente corta :	36.6156
Scostamento :	2.7357	Sviluppo :	108.8889
Pti (%) :	-2.5	Ptf (%) :	7.0
Vp (Km/h) = 85.2			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 138.600 OK		
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 90.000 OK		
A >= R/3	= 60.000 OK	A/Au = 1.000	A/Au >= 2/3 = 0.670 OK
A <= R	= 180.000 OK	A/Au = 1.000	A/Au <= 3/2 = 1.500 OK

Arco ProgI 2825.2812 - ProgF 2856.1732			
Coordinate vertice	X:	1509088.7895	Coordinate I punto Tg X: 1509073.4541 Coordinate I punto Tg Y: 4345578.3848
Coordinate vertice	Y:	4345576.2451	Coordinate II punto Tg X: 1509104.2651 Coordinate II punto Tg Y: 4345576.7558
Coordinate centro curva	X:	1509098.3282	
Coordinate centro curva	Y:	4345756.6579	
Raggio :	180.0000	Angolo al vertice :	9.833
Tangente :	15.4840	Sviluppo :	30.8920
Saetta :	0.6623	Corda :	30.8541
Pt (%) :	7.0		
Vp (Km/h) = 70.7			
R >= Rmin =	175.376 OK		
Sv >= Smin =	49.090 No		
Pt >= Pmin =	7.000 OK		

Clotoide in uscita ProgI 2856.1732 - ProgF 2965.0621			
Coordinate vertice	X:	1509140.8607	Coordinate I punto Tg X: 1509104.2651 Coordinate I punto Tg Y: 4345576.7558
Coordinate vertice	Y:	4345577.9635	Coordinate II punto Tg X: 1509209.7384 Coordinate II punto Tg Y: 4345601.9767
Raggio :	180.0000	Angolo :	17.330
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	72.9435
Parametro A :	140.0000	Tangente corta :	36.6156
Scostamento :	2.7357	Sviluppo :	108.8889
Pti (%) :	7.0	Ptf (%) :	-2.5
Vp (Km/h) = 84.2			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 135.200 OK		
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 89.400 OK		
A >= R/3	= 60.000 OK	Ae/A = 1.000	Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK
A <= R	= 180.000 OK	Ae/A = 1.000	Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK

Rettifilo 7 ProgI 2965.0621 - ProgF 3161.9821			
Coordinate P.to Iniziale	X:	1509209.7384	Coordinate P.to Finale X: 1509395.6820
	Y:	4345601.9767	Coordinate P.to Finale Y: 4345666.8031
Lunghezza :	196.9200	Azimut :	19.220
Vp (Km/h) = 96.4			
L >= Lmin =	137.4670 OK	Rprec =	180.0000 Rprec > Rmin = 196.9200 No
L <= Lmax =	2121.2220 OK	Rsucc =	180.0000 Rsucc > Rmin = 196.9200 No

Curva 8 Sinistra ProgI 3161.9821 - ProgF 3434.9402			
Coordinate vertice	X:	1509531.5131	Coordinate I punto Tg X: 1509395.6820 Coordinate I punto Tg Y: 4345666.8031
Coordinate vertice	Y:	4345714.1585	Coordinate II punto Tg X: 1509577.2876 Coordinate II punto Tg Y: 4345850.5305
Tangente Prim. 1:	88.2295	TT1 Tangente 1:	143.8493
Tangente Prim. 2:	88.2295	TT2 Tangente 2:	143.8493
Alfa Ang. al Vert.:	127.775	Numero Archi :	1



Clotoide in entrata ProgI 3161.9821 - ProgF 3270.8710			
Coordinate vertice X:	1509464.5597	Coordinate I punto Tg X:	1509395.6820
Coordinate vertice Y:	4345690.8162	Coordinate I punto Tg Y:	4345666.8031
		Coordinate II punto Tg X:	1509493.9741
		Coordinate II punto Tg Y:	4345712.6220
Raggio :	180.0000	Angolo :	17.330
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	72.9435
Parametro A :	140.0000	Tangente corta :	36.6156
Scostamento :	2.7357	Sviluppo :	108.8889
Pti (%) :	-2.5	Ptf (%) :	7.0
Vp (Km/h) = 84.2			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]		= 135.200 OK	
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)		= 89.400 OK	
A >= R/3		= 60.000 OK	
A <= R		= 180.000 OK	
A/Au = 1.000		A/Au >= 2/3 = 0.670 OK	
A/Au = 1.000		A/Au <= 3/2 = 1.500 OK	

Arco ProgI 3270.8710 - ProgF 3326.0513			
Coordinate vertice X:	1509516.3134	Coordinate I punto Tg X:	1509493.9741
Coordinate vertice Y:	4345729.1827	Coordinate I punto Tg Y:	4345712.6220
Coordinate centro curva X:	1509386.7784	Coordinate II punto Tg X:	1509532.6135
Coordinate centro curva Y:	4345857.2217	Coordinate II punto Tg Y:	4345751.7128
Raggio :	180.0000	Angolo al vertice :	17.564
Tangente :	27.8083	Sviluppo :	55.1804
Saetta :	2.1104	Corda :	54.9645
Pt (%) :	7.0		
Vp (Km/h) = 70.7			
R >= Rmin = 175.376 OK			
Sv >= Smin = 49.090 OK			
Pt >= Ptmin = 7.000 OK			

Clotoide in uscita ProgI 3326.0513 - ProgF 3434.9402			
Coordinate vertice X:	1509554.0761	Coordinate I punto Tg X:	1509532.6135
Coordinate vertice Y:	4345781.3786	Coordinate I punto Tg Y:	4345751.7128
		Coordinate II punto Tg X:	1509577.2876
		Coordinate II punto Tg Y:	4345850.5305
Raggio :	180.0000	Angolo :	17.330
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	72.9435
Parametro A :	140.0000	Tangente corta :	36.6156
Scostamento :	2.7357	Sviluppo :	108.8889
Pti (%) :	7.0	Ptf (%) :	-2.5
Vp (Km/h) = 85.2			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]		= 138.600 OK	
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)		= 90.000 OK	
A >= R/3		= 60.000 OK	
A <= R		= 180.000 OK	
Ae/A = 1.000		Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK	
Ae/A = 1.000		Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK	

Rettifilo 9 ProgI 3434.9402 - ProgF 3435.4107			
Coordinate P.to Iniziale X:	1509577.2876	Coordinate P.to Finale X:	1509577.4373
Coordinate P.to Iniziale Y:	4345850.5305	Coordinate P.to Finale Y:	4345850.9765
Lunghezza :	0.4704	Azimut :	71.445
Vp (Km/h) = 85.2			
L <= Lmax = 1874.5080 OK		Rprec = 180.0000 Rprec > Rmin = 0.4700 OK	
		Rsucc = 180.0000 Rsucc > Rmin = 0.4700 OK	

Curva 10 Destra ProgI 3435.4107 - ProgF 3718.7373			
Coordinate vertice X:	1509625.3193	Coordinate I punto Tg X:	1509577.4373
Coordinate vertice Y:	4345993.6271	Coordinate I punto Tg Y:	4345850.9765
		Coordinate II punto Tg X:	1509770.0202
		Coordinate II punto Tg Y:	4346034.9006
Tangente Prim. 1:	94.7533	TI1 Tangente 1:	150.4722
Tangente Prim. 2:	94.7533	TI2 Tangente 2:	150.4722
Alfa Ang. al Vert.:	124.475	Numero Archi :	1

Clotoide in entrata ProgI 3435.4107 - ProgF 3544.2995					
Coordinate vertice	X:	1509600.6488	Coordinate I punto Tg	X:	1509577.4373
Coordinate vertice	Y:	4345920.1284	Coordinate I punto Tg	Y:	4345850.9765
Coordinate vertice	Y:	4345920.1284	Coordinate II punto Tg	X:	1509622.1114
Coordinate vertice	Y:	4345920.1284	Coordinate II punto Tg	Y:	4345949.7941
Raggio	:	180.0000	Angolo	:	17.330
Parametro N	:	1.0000	Tangente lunga	:	72.9435
Parametro A	:	140.0000	Tangente corta	:	36.6156
Scostamento	:	2.7357	Sviluppo	:	108.8889
Pti (%)	:	-2.5	Ptf (%)	:	7.0
Vp (Km/h) = 85.2					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	=	138.600 OK	A/Au	=	1.000
A >= radq(R/dimax*B1* Pti-Ptf *100)	=	90.000 OK	A/Au	>=	2/3 = 0.670 OK
A >= R/3	=	60.000 OK	A/Au	=	1.000
A <= R	=	180.000 OK	A/Au	<=	3/2 = 1.500 OK

Arco ProgI 3544.2995 - ProgF 3609.8484					
Coordinate vertice	X:	1509641.5376	Coordinate I punto Tg	X:	1509622.1114
Coordinate vertice	Y:	4345976.6452	Coordinate I punto Tg	Y:	4345949.7941
Coordinate centro curva	X:	1509767.9465	Coordinate II punto Tg	X:	1509669.2533
Coordinate centro curva	Y:	4345844.2853	Coordinate II punto Tg	Y:	4345994.8165
Raggio	:	180.0000	Angolo al vertice	:	20.865
Tangente	:	33.1415	Sviluppo	:	65.5489
Saetta	:	2.9756	Corde	:	65.1873
Pt (%)	:	7.0			
Vp (Km/h) = 70.7					
R >= Rmin	=	175.376 OK			
Sv >= Smin	=	49.090 OK			
Pt >= Ptmn	=	7.000 OK			

Clotoide in uscita ProgI 3609.8484 - ProgF 3718.7373					
Coordinate vertice	X:	1509699.8744	Coordinate I punto Tg	X:	1509669.2533
Coordinate vertice	Y:	4346014.8927	Coordinate I punto Tg	Y:	4345994.8165
Coordinate vertice	Y:	4346014.8927	Coordinate II punto Tg	X:	1509770.0202
Coordinate vertice	Y:	4346014.8927	Coordinate II punto Tg	Y:	4346034.9006
Raggio	:	180.0000	Angolo	:	17.330
Parametro N	:	1.0000	Tangente lunga	:	72.9435
Parametro A	:	140.0000	Tangente corta	:	36.6156
Scostamento	:	2.7357	Sviluppo	:	108.8889
Pti (%)	:	7.0	Ptf (%)	:	-2.5
Vp (Km/h) = 83.9					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	=	134.200 OK	Ae/A	=	1.000
A >= radq(R/dimax*B1* Pti-Ptf *100)	=	89.300 OK	Ae/A	>=	2/3 = 0.670 OK
A >= R/3	=	60.000 OK	Ae/A	=	1.000
A <= R	=	180.000 OK	Ae/A	<=	3/2 = 1.500 OK

Rettifilo 11 ProgI 3718.7373 - ProgF 4052.3522					
Coordinate P.to Iniziale	X:	1509770.0202	Coordinate P.to Finale	X:	1510090.8396
Coordinate P.to Iniziale	Y:	4346034.9006	Coordinate P.to Finale	Y:	4346126.4091
Lunghezza	:	333.6149	Azimut	:	15.920
Vp (Km/h) = 100.0					
L >= Lmin	=	150.0000 OK	Rprec	=	180.0000
L <= Lmax	=	2200.0000 OK	Rsucc	=	760.0000
			Rprec >= Rmin	=	400.0000 No
			Rsucc >= Rmin	=	400.0000 OK

Curva 12 Destra ProgI 4052.3522 - ProgF 4277.0726					
Coordinate vertice	X:	1510199.1127	Coordinate I punto Tg	X:	1510090.8396
Coordinate vertice	Y:	4346157.2922	Coordinate I punto Tg	Y:	4346126.4091
Coordinate vertice	Y:	4346157.2922	Coordinate II punto Tg	X:	1510311.2132
Coordinate vertice	Y:	4346157.2922	Coordinate II punto Tg	Y:	4346167.7961
Tangente Prim. 1:		70.2818	TT1 Tangente	1:	112.5914
Tangente Prim. 2:		70.2818	TT2 Tangente	2:	112.5914
Alfa Ang. al Vert.:		169.433	Numero Archi	:	1



Clotoide in entrata ProgI 4052.3522 - ProgF 4136.9078					
Coordinate vertice	X:	1510145.0568	Coordinate I punto Tg X: 1510090.8396		
Coordinate vertice	Y:	4346141.8736	Coordinate I punto Tg Y: 4346126.4091		
Coordinate vertice			Coordinate II punto Tg X: 1510172.5570		
Coordinate vertice			Coordinate II punto Tg Y: 4346148.0875		
Raggio	:	760.0000	Angolo	:	3.187
Parametro N	:	1.0000	Tangente lunga	:	56.3795
Parametro A	:	253.5000	Tangente corta	:	28.1935
Scostamento	:	0.3919	Sviluppo	:	84.5556
Pti (%)	:	-2.5	Ptf (%)	:	4.9
Vp (Km/h) = 100.0					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	=	180.500 OK			
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	=	177.000 OK			
A >= R/3	=	253.300 OK	A/Au = 1.000	A/Au >= 2/3 = 0.670 OK	
A <= R	=	760.000 OK	A/Au = 1.000	A/Au <= 3/2 = 1.500 OK	

Arco ProgI 4136.9078 - ProgF 4192.5171					
Coordinate vertice	X:	1510199.6900	Coordinate I punto Tg X: 1510172.5570		
Coordinate vertice	Y:	4346154.2185	Coordinate I punto Tg Y: 4346148.0875		
Coordinate centro curva	X:	1510340.0624	Coordinate II punto Tg X: 1510227.1986		
Coordinate centro curva	Y:	4345406.7766	Coordinate II punto Tg Y: 4346158.3494		
Raggio	:	760.0000	Angolo al vertice	:	4.192
Tangente	:	27.8170	Sviluppo	:	55.6093
Saetta	:	0.5086	Corde	:	55.5969
Pt (%)	:	4.9			
Vp (Km/h) = 100.0					
R >= Rmin	=	175.376 OK			
Sv >= Smin	=	69.440 No			
Pt >= Ptmin	=	4.916 OK			

Clotoide in uscita ProgI 4192.5171 - ProgF 4277.0726					
Coordinate vertice	X:	1510255.0795	Coordinate I punto Tg X: 1510227.1986		
Coordinate vertice	Y:	4346162.5363	Coordinate I punto Tg Y: 4346158.3494		
Coordinate vertice			Coordinate II punto Tg X: 1510311.2132		
Coordinate vertice			Coordinate II punto Tg Y: 4346167.7961		
Raggio	:	760.0000	Angolo	:	3.187
Parametro N	:	1.0000	Tangente lunga	:	56.3795
Parametro A	:	253.5000	Tangente corta	:	28.1935
Scostamento	:	0.3919	Sviluppo	:	84.5556
Pti (%)	:	4.9	Ptf (%)	:	-2.5
Vp (Km/h) = 100.0					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	=	180.500 OK			
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	=	177.000 OK			
A >= R/3	=	253.300 OK	Ae/A = 1.000	Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK	
A <= R	=	760.000 OK	Ae/A = 1.000	Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK	

Rettifilo 13 ProgI 4277.0726 - ProgF 4732.1061					
Coordinate P.to Iniziale	X:	1510311.2132	Coordinate P.to Finale X: 1510764.2621		
Coordinate P.to Iniziale	Y:	4346167.7961	Coordinate P.to Finale Y: 4346210.2469		
Lunghezza	:	455.0335	Azimut	:	5.353
Vp (Km/h) = 100.0					
L >= Lmin	=	150.0000 OK	Rprec = 760.0000	Rprec >= Rmin = 400.0000 OK	
L <= Lmax	=	2200.0000 OK	Rsucc = 3000.0000	Rsucc >= Rmin = 400.0000 OK	

Curva 14 Sinistra ProgI 4732.1061 - ProgF 4839.4792					
Coordinate vertice	X:	1510817.7202	Coordinate I punto Tg X: 1510764.2621		
Coordinate vertice	Y:	4346215.2560	Coordinate I punto Tg Y: 4346210.2469		
Coordinate vertice			Coordinate II punto Tg X: 1510870.9648		
Coordinate vertice			Coordinate II punto Tg Y: 4346222.1747		
Tangente Prim. 1:		53.6923	TI1 Tangente 1:		53.6923
Tangente Prim. 2:		53.6923	TI2 Tangente 2:		53.6923
Alfa Ang. al Vert.:		177.949	Numero Archi	:	1

Arco ProgI 4732.1061 - ProgF 4839.4792			
Coordinate vertice X:	1510817.7202	Coordinate I punto Tg X:	1510764.2621
Coordinate vertice Y:	4346215.2560	Coordinate I punto Tg Y:	4346210.2469
Coordinate centro curva X:	1510484.3867	Coordinate II punto Tg X:	1510870.9648
Coordinate centro curva Y:	4349197.1634	Coordinate II punto Tg Y:	4346222.1747
Raggio :	3000.0000	Angolo al vertice :	2.051
Tangente :	53.6923	Sviluppo :	107.3731
Saetta :	0.4804	Corda :	107.3673
Pt (%) :	0.0		

Rettifilo 15 ProgI 4839.4792 - ProgF 5688.5363			
Coordinate P.to Iniziale X:	1510870.9648	Coordinate P.to Finale X:	1511712.9433
Coordinate P.to Iniziale Y:	4346222.1747	Coordinate P.to Finale Y:	4346331.5837
Lunghezza :	849.0571	Azimet :	7.404
Vp (Km/h) = 100.0			
L >= Lmin = 150.0000 OK	Rprec = 3000.0000	Rprec >= Rmin = 400.0000 OK	
L <= Lmax = 2200.0000 OK	Rsucc = 10000.0000	Rsucc >= Rmin = 400.0000 OK	

Curva 16 Destra ProgI 5688.5363 - ProgF 5696.5196			
Coordinate vertice X:	1511716.9017	Coordinate I punto Tg X:	1511712.9433
Coordinate vertice Y:	4346332.0981	Coordinate I punto Tg Y:	4346331.5837
		Coordinate II punto Tg X:	1511720.8605
		Coordinate II punto Tg Y:	4346332.6093
Tangente Prim. 1:	3.9917	TI1 Tangente 1:	3.9917
Tangente Prim. 2:	3.9917	TI2 Tangente 2:	3.9917
Alfa Ang. al Vert.:	179.954	Numero Archi :	1

Arco ProgI 5688.5363 - ProgF 5696.5196			
Coordinate vertice X:	1511716.9017	Coordinate I punto Tg X:	1511712.9433
Coordinate vertice Y:	4346332.0981	Coordinate I punto Tg Y:	4346331.5837
Coordinate centro curva X:	1513001.5370	Coordinate II punto Tg X:	1511720.8605
Coordinate centro curva Y:	4336414.9549	Coordinate II punto Tg Y:	4346332.6093
Raggio :	10000.0000	Angolo al vertice :	0.046
Tangente :	3.9917	Sviluppo :	7.9834
Saetta :	0.0008	Corda :	7.9834
Pt (%) :	0.0		

Rettifilo 17 ProgI 5696.5196 - ProgF 7221.2158			
Coordinate P.to Iniziale X:	1511720.8605	Coordinate P.to Finale X:	1513233.0015
Coordinate P.to Iniziale Y:	4346332.6093	Coordinate P.to Finale Y:	4346527.8735
Lunghezza :	1524.6962	Azimet :	7.358
Vp (Km/h) = 100.0			
L >= Lmin = 150.0000 OK	Rprec = 10000.0000	Rprec >= Rmin = 400.0000 OK	
L <= Lmax = 2200.0000 OK	Rsucc = 600.0000	Rsucc >= Rmin = 400.0000 OK	

Curva 18 Destra ProgI 7221.2158 - ProgF 7602.4621			
Coordinate vertice X:	1513424.7126	Coordinate I punto Tg X:	1513233.0015
Coordinate vertice Y:	4346552.6294	Coordinate I punto Tg Y:	4346527.8735
		Coordinate II punto Tg X:	1513607.3726
		Coordinate II punto Tg Y:	4346489.3734
Tangente Prim. 1:	141.0555	TI1 Tangente 1:	193.3029
Tangente Prim. 2:	141.0555	TI2 Tangente 2:	193.3029
Alfa Ang. al Vert.:	153.541	Numero Archi :	1

Clotoide in entrata ProgI 7221.2158 - ProgF 7325.3825					
Coordinate vertice	X:	1513301.9013	Coordinate I punto Tg X: 1513233.0015 Coordinate I punto Tg Y: 4346527.8735		
Coordinate vertice	Y:	4346536.7706	Coordinate II punto Tg X: 1513336.6183 Coordinate II punto Tg Y: 4346538.2162		
Raggio	:	600.0000	Angolo	:	4.974
Parametro N	:	1.0000	Tangente lunga	:	69.4719
Parametro A	:	250.0000	Tangente corta	:	34.7472
Scostamento	:	0.7533	Sviluppo	:	104.1667
Pti (%)	:	-2.5	Ptf (%)	:	5.7
Vp (Km/h) = 100.0					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 179.100 OK					
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 165.500 OK					
A >= R/3 = 200.000 OK					
A <= R = 600.000 OK					
A/Au = 1.000 A/Au >= 2/3 = 0.670 OK					
A/Au = 1.000 A/Au <= 3/2 = 1.500 OK					

Arco ProgI 7325.3825 - ProgF 7498.2954					
Coordinate vertice	X:	1513423.6028	Coordinate I punto Tg X: 1513336.6183 Coordinate I punto Tg Y: 4346538.2162		
Coordinate vertice	Y:	4346541.8381	Coordinate II punto Tg X: 1513508.0295 Coordinate II punto Tg Y: 4346520.5884		
Coordinate centro curva	X:	1513361.5800			
Coordinate centro curva	Y:	4345938.7357			
Raggio	:	600.0000	Angolo al vertice	:	16.512
Tangente	:	87.0598	Sviluppo	:	172.9129
Saetta	:	6.2182	Corda	:	172.3152
Pt (%)	:	5.7			
Vp (Km/h) = 100.0					
R >= Rmin = 175.376 OK					
Sv >= Smin = 69.440 OK					
Pt >= Ptmin = 5.719 OK					

Clotoide in uscita ProgI 7498.2954 - ProgF 7602.4621					
Coordinate vertice	X:	1513541.7257	Coordinate I punto Tg X: 1513508.0295 Coordinate I punto Tg Y: 4346520.5884		
Coordinate vertice	Y:	4346512.1072	Coordinate II punto Tg X: 1513607.3726 Coordinate II punto Tg Y: 4346489.3734		
Raggio	:	600.0000	Angolo	:	4.974
Parametro N	:	1.0000	Tangente lunga	:	69.4719
Parametro A	:	250.0000	Tangente corta	:	34.7472
Scostamento	:	0.7533	Sviluppo	:	104.1667
Pti (%)	:	5.7	Ptf (%)	:	-2.5
Vp (Km/h) = 100.0					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 179.100 OK					
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 165.500 OK					
A >= R/3 = 200.000 OK					
A <= R = 600.000 OK					
Ae/A = 1.000 Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK					
Ae/A = 1.000 Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK					

Rettifilo 19 ProgI 7602.4621 - ProgF 7836.7890					
Coordinate P.to Iniziale	X:	1513607.3726	Coordinate P.to Finale X: 1513828.7979 Y: 4346412.6927		
	Y:	4346489.3734			
Lunghezza	:	234.3269	Azimut	:	340.899
Vp (Km/h) = 100.0					
L >= Lmin = 150.0000 OK					
L <= Lmax = 2200.0000 OK					
Rprec = 600.0000 Rprec > Rmin = 234.3300 OK					
Rsucc = 5000.0000 Rsucc > Rmin = 234.3300 OK					

Curva 20 Destra ProgI 7836.7890 - ProgF 8011.3215					
Coordinate vertice	X:	1513911.2678	Coordinate I punto Tg X: 1513828.7979 Coordinate I punto Tg Y: 4346412.6927		
Coordinate vertice	Y:	4346384.1330	Coordinate II punto Tg X: 1513992.6908 Coordinate II punto Tg Y: 4346352.7126		
Tangente Prim. 1:	:	87.2751	IT1 Tangente 1:	:	87.2751
Tangente Prim. 2:	:	87.2751	IT2 Tangente 2:	:	87.2751
Alfa Ang. al Vert.:	:	178.000	Numero Archi	:	1

Arco ProgI 7836.7890 - ProgF 8011.3215			
Coordinate vertice X:	1513911.2678	Coordinate I punto Tg X:	1513828.7979
Coordinate vertice Y:	4346384.1330	Coordinate I punto Tg Y:	4346412.6927
Coordinate centro curva X:	1512192.6087	Coordinate II punto Tg X:	1513992.6908
Coordinate centro curva Y:	4341687.9827	Coordinate II punto Tg Y:	4346352.7126
Raggio :	5000.0000	Angolo al vertice :	2.000
Tangente :	87.2751	Sviluppo :	174.5325
Saetta :	0.7615	Corda :	174.5236
Pt (%) :	0.0		

Rettifilo 21 ProgI 8011.3215 - ProgF 8188.8655			
Coordinate P.to Iniziale X:	1513992.6908	Coordinate P.to Finale X:	1514158.3297
Coordinate P.to Iniziale Y:	4346352.7126	Coordinate P.to Finale Y:	4346288.7938
Lunghezza :	177.5440	Azimut :	338.899
Vp (Km/h) = 100.0			
L >= Lmin =	150.0000 OK	Rprec =	5000.0000
L <= Lmax =	2200.0000 OK	Rsucc =	12000.0000
		Rprec >= Rmin =	177.5400 OK
		Rsucc >= Rmin =	177.5400 OK

Curva 22 Sinistra ProgI 8188.8655 - ProgF 8398.3050			
Coordinate vertice X:	1514256.0301	Coordinate I punto Tg X:	1514158.3297
Coordinate vertice Y:	4346251.0920	Coordinate I punto Tg Y:	4346288.7938
		Coordinate II punto Tg X:	1514354.3735
		Coordinate II punto Tg Y:	4346215.1011
Tangente Prim. 1:	104.7224	IT1 Tangente 1:	104.7224
Tangente Prim. 2:	104.7224	IT2 Tangente 2:	104.7224
Alfa Ang. al Vert.:	179.000	Numero Archi :	1

Arco ProgI 8188.8655 - ProgF 8398.3050			
Coordinate vertice X:	1514256.0301	Coordinate I punto Tg X:	1514158.3297
Coordinate vertice Y:	4346251.0920	Coordinate I punto Tg Y:	4346288.7938
Coordinate centro curva X:	1518478.5267	Coordinate II punto Tg X:	1514354.3735
Coordinate centro curva Y:	4357484.1454	Coordinate II punto Tg Y:	4346215.1011
Raggio :	12000.0000	Angolo al vertice :	1.000
Tangente :	104.7224	Sviluppo :	209.4395
Saetta :	0.4569	Corda :	209.4368
Pt (%) :	0.0		

Rettifilo 23 ProgI 8398.3050 - ProgF 10189.5054			
Coordinate P.to Iniziale X:	1514354.3735	Coordinate P.to Finale X:	1516036.4667
Coordinate P.to Iniziale Y:	4346215.1011	Coordinate P.to Finale Y:	4345599.5023
Lunghezza :	1791.2005	Azimut :	339.899
Vp (Km/h) = 100.0			
L >= Lmin =	150.0000 OK	Rprec =	12000.0000
L <= Lmax =	2200.0000 OK	Rsucc =	450.0000
		Rprec >= Rmin =	400.0000 OK
		Rsucc >= Rmin =	400.0000 OK

Curva 24 Destra ProgI 10189.5054 - ProgF 10493.4534			
Coordinate vertice X:	1516181.0837	Coordinate I punto Tg X:	1516036.4667
Coordinate vertice Y:	4345546.5766	Coordinate I punto Tg Y:	4345599.5023
		Coordinate II punto Tg X:	1516287.4325
		Coordinate II punto Tg Y:	4345435.1982
Tangente Prim. 1:	104.8098	IT1 Tangente 1:	153.9975
Tangente Prim. 2:	104.8098	IT2 Tangente 2:	153.9975
Alfa Ang. al Vert.:	153.778	Numero Archi :	1

Clotoide in entrata ProgI 10189.5054 - ProgF 10287.5054			
Coordinate vertice	X:	1516097.8585	Coordinate I punto Tg X: 1516036.4667 Coordinate I punto Tg Y: 4345599.5023
Coordinate vertice	Y:	4345577.0346	Coordinate II punto Tg X: 1516127.1667 Coordinate II punto Tg Y: 4345562.5241
Raggio :	450.0000	Angolo :	6.239
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	65.3740
Parametro A :	210.0000	Tangente corta :	32.7036
Scostamento :	0.8889	Sviluppo :	98.0000
Pti (%) :	-2.5	Ptf (%) :	6.9
Vp (Km/h) = 100.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 178.600 OK		
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 153.100 OK		
A >= R/3	= 150.000 OK	A/Au = 1.000	A/Au >= 2/3 = 0.670 OK
A <= R	= 450.000 OK	A/Au = 1.000	A/Au <= 3/2 = 1.500 OK

Arco ProgI 10287.5054 - ProgF 10395.4534			
Coordinate vertice	X:	1516175.7702	Coordinate I punto Tg X: 1516127.1667
Coordinate vertice	Y:	4345538.4605	Coordinate I punto Tg Y: 4345562.5241
Coordinate centro curva	X:	1515927.5025	Coordinate II punto Tg X: 1516217.2646
Coordinate centro curva	Y:	4345159.2448	Coordinate II punto Tg Y: 4345503.5381
Raggio :	450.0000	Angolo al vertice :	13.744
Tangente :	54.2343	Sviluppo :	107.9479
Saetta :	3.2330	Corda :	107.6893
Pt (%) :	6.9		
Vp (Km/h) = 100.0			
R >= Rmin	= 175.376 OK		
Sv >= Smin	= 69.440 OK		
Pt >= Ptmin	= 6.874 OK		

Clotoide in uscita ProgI 10395.4534 - ProgF 10493.4534			
Coordinate vertice	X:	1516242.2861	Coordinate I punto Tg X: 1516217.2646 Coordinate I punto Tg Y: 4345503.5381
Coordinate vertice	Y:	4345482.4798	Coordinate II punto Tg X: 1516287.4325 Coordinate II punto Tg Y: 4345435.1982
Raggio :	450.0000	Angolo :	6.239
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	65.3740
Parametro A :	210.0000	Tangente corta :	32.7036
Scostamento :	0.8889	Sviluppo :	98.0000
Pti (%) :	6.9	Ptf (%) :	-2.5
Vp (Km/h) = 100.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 178.600 OK		
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 153.100 OK		
A >= R/3	= 150.000 OK	Ae/A = 1.000	Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK
A <= R	= 450.000 OK	Ae/A = 1.000	Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK

Rettifilo 25 ProgI 10493.4534 - ProgF 10494.9799			
Coordinate P.to Iniziale	X:	1516287.4325	Coordinate P.to Finale X: 1516288.4867
	Y:	4345435.1982	Coordinate P.to Finale Y: 4345434.0941
Lunghezza :	1.5265	Azimut :	313.677
Vp (Km/h) = 96.8			
L <= Lmax	= 2130.1010 OK	Rprec = 450.0000	Rprec > Rmin = 1.5300 OK
		Rsucc = 280.0000	Rsucc > Rmin = 1.5300 OK

Curva 26 Sinistra ProgI 10494.9799 - ProgF 11188.4969			
Coordinate vertice	X:	1516653.9923	Coordinate I punto Tg X: 1516288.4867 Coordinate I punto Tg Y: 4345434.0941
Coordinate vertice	Y:	4345051.3028	Coordinate II punto Tg X: 1516818.3249 Coordinate II punto Tg Y: 4345554.4114
Tangente Prim. 1:	468.1655	TI1 Tangente 1:	529.2669
Tangente Prim. 2:	468.1655	TI2 Tangente 2:	529.2669
Alfa Ang. al Vert.:	61.766	Numero Archi :	1



Clotoide in entrata ProgI 10494.9799 - ProgF 10610.6942					
Coordinate vertice	X:	1516341.8803	Coordinate I punto Tg X: 1516288.4867 Coordinate I punto Tg Y: 4345434.0941		
Coordinate vertice	Y:	4345378.1754	Coordinate II punto Tg X: 1516373.8040 Coordinate II punto Tg Y: 4345356.2479		
Raggio	:	280.0000	Angolo	:	11.839
Parametro N	:	1.0000	Tangente lunga	:	77.3161
Parametro A	:	180.0000	Tangente corta	:	38.7290
Scostamento	:	1.9895	Sviluppo	:	115.7143
Pti (%)	:	-2.5	Ptf (%)	:	7.0
Vp (Km/h) = 96.7					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 175.300 OK					
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 119.500 OK					
A >= R/3 = 93.300 OK					
A <= R = 280.000 OK					
A/Au = 1.000 A/Au >= 2/3 = 0.670 OK					
A/Au = 1.000 A/Au <= 3/2 = 1.500 OK					

Arco ProgI 10610.6942 - ProgF 11072.7826					
Coordinate vertice	X:	1516623.7266	Coordinate I punto Tg X: 1516373.8040 Coordinate I punto Tg Y: 4345356.2479		
Coordinate vertice	Y:	4345184.5827	Coordinate II punto Tg X: 1516774.9966 Coordinate II punto Tg Y: 4345447.3520		
Coordinate centro curva	X:	1516532.3338	Coordinate II punto Tg X: 1516774.9966 Coordinate II punto Tg Y: 4345447.3520		
Coordinate centro curva	Y:	4345587.0472			
Raggio	:	280.0000	Angolo al vertice	:	94.556
Tangente	:	303.2001	Sviluppo	:	462.0884
Saetta	:	90.0365	Corda	:	411.4067
Pt (%)	:	7.0			
Vp (Km/h) = 83.6					
R >= Rmin = 175.376 OK					
Sv >= Smin = 58.040 OK					
Pt >= Pmin = 7.000 OK					

Clotoide in uscita ProgI 11072.7826 - ProgF 11188.4969					
Coordinate vertice	X:	1516794.3189	Coordinate I punto Tg X: 1516774.9966 Coordinate I punto Tg Y: 4345447.3520		
Coordinate vertice	Y:	4345480.9165	Coordinate II punto Tg X: 1516818.3249 Coordinate II punto Tg Y: 4345554.4114		
Raggio	:	280.0000	Angolo	:	11.839
Parametro N	:	1.0000	Tangente lunga	:	77.3161
Parametro A	:	180.0000	Tangente corta	:	38.7290
Scostamento	:	1.9895	Sviluppo	:	115.7143
Pti (%)	:	7.0	Ptf (%)	:	-2.5
Vp (Km/h) = 96.7					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 175.300 OK					
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 119.500 OK					
A >= R/3 = 93.300 OK					
A <= R = 280.000 OK					
Ae/A = 1.000 Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK					
Ae/A = 1.000 Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK					

Rettifilo 27 ProgI 11188.4969 - ProgF 11848.9408					
Coordinate P.to Iniziale	X:	1516818.3249	Coordinate P.to Finale X: 1517023.3868 Y: 4346182.2137		
	Y:	4345554.4114			
Lunghezza	:	660.4439	Azimut	:	71.911
Vp (Km/h) = 100.0					
L >= Lmin = 150.0000 OK					
L <= Lmax = 2200.0000 OK					
Rprec = 280.0000 Rprec >= Rmin = 400.0000 No					

## 9.2 Allegato 2: geometria andamento altimetrico dell'asse principale e verifiche

Vertici									
N.	Progressiva	Quota	Parziale	Parz Res	i%	Dislivello	lunghezza	lunghezza R.	Verifica i%
0	1500.000	9.485							
1	1558.039	8.944	58.039	2.116	-0.932	-0.541	58.042	2.116	OK
2	1871.168	13.808	313.129	211.852	1.553	4.864	313.167	211.878	OK
3	2500.000	20.724	628.832	536.206	1.100	6.916	628.870	536.239	OK
4	2792.521	25.324	292.521	169.808	1.573	4.600	292.557	169.829	OK
5	3492.735	27.531	700.214	585.775	0.315	2.207	700.218	585.778	OK
6	3602.024	29.580	109.289	15.163	1.875	2.049	109.309	15.165	OK
7	4344.602	31.808	742.578	656.742	0.300	2.228	742.581	656.745	OK
8	4714.742	34.434	370.140	222.832	0.709	2.626	370.149	222.838	OK
9	4982.110	25.392	267.367	131.819	-3.382	-9.042	267.520	131.894	OK
10	5182.219	21.658	200.109	144.814	-1.866	-3.734	200.144	144.839	OK
11	5356.875	19.986	174.656	110.358	-0.957	-1.672	174.664	110.363	OK
12	5443.230	19.964	86.356	51.544	-0.026	-0.022	86.356	51.544	OK
13	5673.211	19.274	229.981	178.730	-0.300	-0.690	229.982	178.731	OK
14	5968.354	25.984	295.143	135.130	2.273	6.710	295.220	135.165	OK
15	6300.074	16.849	331.719	160.908	-2.754	-9.135	331.845	160.968	OK
16	6503.758	17.664	203.684	100.166	0.400	0.815	203.686	100.167	OK
17	6712.884	24.275	209.126	114.195	3.162	6.612	209.230	114.252	OK
18	7094.108	29.222	381.225	233.972	1.298	4.947	381.257	233.992	OK
19	7379.901	21.424	285.793	139.804	-2.729	-7.798	285.899	139.856	OK
20	7840.476	18.138	460.575	274.450	-0.714	-3.286	460.587	274.457	OK
21	8226.845	20.821	386.369	185.168	0.694	2.683	386.378	185.172	OK
22	8523.156	33.108	296.311	32.232	4.147	12.287	296.566	32.260	OK
23	8868.288	19.303	345.132	10.219	-4.000	-13.805	345.408	10.227	OK
24	9237.174	32.214	368.886	59.515	3.500	12.911	369.112	59.551	OK
25	9486.033	22.260	248.860	1.938	-4.000	-9.954	249.059	1.939	OK
26	9976.050	23.730	490.017	352.969	0.300	1.470	490.019	352.970	OK
27	10336.755	38.879	360.704	34.529	4.200	15.150	361.022	34.560	OK
28	10721.523	20.218	384.769	4.190	-4.850	-18.661	385.221	4.195	OK
29	11456.787	36.091	735.264	596.373	2.159	15.873	735.435	596.512	OK
30	11848.941	47.104	392.154	375.918	2.808	11.013	392.309	376.066	OK

Raccordi verticali										
N.	Tipo	Raggio Vert.	Delta i%	Sviluppo	Prog. Iniziale	Prog. Finale	Parziale rac.	Vp (km/h)	Raggio Min.	Verifica R>RMin
1	Parab.	4500.000	2.486	111.850	1502.116	1613.962	111.847	100.000	1516.256	OK
2	Parab.	20000.000	-0.454	90.715	1825.814	1916.522	90.707	87.130	976.291	OK
3	Parab.	20000.000	0.473	94.553	2452.728	2547.272	94.544	87.215	978.185	OK
4	Parab.	12000.000	-1.257	150.889	2717.080	2867.962	150.882	85.084	930.986	OK
5	Parab.	5000.000	1.560	78.001	3453.737	3531.733	77.996	82.736	880.303	OK
6	Parab.	7000.000	-1.575	110.265	3546.896	3657.153	110.257	76.437	751.360	OK
7	Parab.	15000.000	0.409	61.415	4313.895	4375.309	61.414	100.000	1286.008	OK
8	Parab.	5700.000	-4.091	233.239	4598.141	4831.343	233.201	100.000	4719.661	OK
9	Parab.	2500.000	1.516	37.910	4963.162	5001.058	37.896	100.000	1286.008	OK
10	Parab.	8000.000	0.909	72.701	5145.872	5218.565	72.694	100.000	1286.008	OK
11	Parab.	6000.000	0.932	55.904	5328.923	5384.826	55.903	100.000	1286.008	OK
12	Parab.	5000.000	-0.274	13.720	5436.370	5450.090	13.720	100.000	1286.008	OK
13	Parab.	3450.000	2.573	88.788	5628.821	5717.601	88.781	100.000	1790.556	OK
14	Parab.	4600.000	-5.027	231.270	5852.732	6083.977	231.245	100.000	4586.882	OK
15	Parab.	3500.000	3.154	110.391	6244.884	6355.263	110.378	100.000	2742.121	OK
16	Parab.	3500.000	2.762	96.676	6455.429	6552.087	96.658	100.000	2243.774	OK
17	Parab.	5000.000	-1.864	93.229	6666.282	6759.485	93.204	100.000	3675.848	OK
18	Parab.	5000.000	-4.026	201.320	6993.458	7194.758	201.301	100.000	4643.474	OK
19	Parab.	4500.000	2.015	90.692	7334.562	7425.239	90.677	100.000	1286.008	OK
20	Parab.	20000.000	1.408	281.576	7699.689	7981.263	281.574	100.000	1286.008	OK
21	Parab.	3500.000	3.452	120.870	8166.430	8287.259	120.829	100.000	3015.192	OK
22	Parab.	5000.000	-8.147	407.442	8319.491	8726.820	407.329	100.000	4567.368	OK
23	Parab.	3500.000	7.500	262.559	8737.039	8999.536	262.497	100.000	3072.512	OK
24	Parab.	4750.000	-7.500	356.331	9059.051	9415.297	356.246	100.000	4588.032	OK
25	Parab.	3200.000	4.300	137.632	9417.234	9554.832	137.597	100.000	3149.450	OK
26	Parab.	3500.000	3.900	136.543	9907.800	10044.300	136.500	100.000	3146.039	OK
27	Parab.	5700.000	-9.050	516.029	10078.830	10594.680	515.850	100.000	4596.873	OK
28	Parab.	3500.000	7.009	245.380	10598.869	10844.177	245.308	84.916	2300.845	OK
29	Parab.	5000.000	0.650	32.483	11440.550	11473.023	32.473	100.000	1286.008	OK