

**S.S.291 "Della Nurra"**

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero -Fertilia (bretella per l'aeroporto)

**PROGETTO ESECUTIVO**

COD. CA29

**PROGETTAZIONE: ATI: VIA - SERING - VDP - BRENG**

**PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:**

*Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma A27296)*

**RESPONSABILE D'AREA**

Responsabile Tracciato stradale: *Dott. Ing. Massimo Capasso*

*(Ord. Ing. Prov. Roma 26031)*

Responsabile Strutture: *Dott. Ing. Giovanni Piazza*

*(Ord. Ing. Prov. Roma 27296)*

Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti: *Dott. Ing. Sergio Di Maio*

*(Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)*

Responsabile Ambiente: *Dott. Ing. Francesco Ventura*

*(Ord. Ing. Prov. Roma 14660)*

**GEOLOGO:**

*Dott. Geol. Enrico Curcuruto (Ord. Geo. Regione Sicilia 966)*

**COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:**

*Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)*

**COORDINATORE ATTIVITA' DI PROGETTAZIONE:**

*Dott. Ing. MariaAntonietta Merendino (Ord. Ing. Prov. Roma A28481)*

**VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:**

*Dott. Ing. Salvatore Frasca*

MANDATARIA:



MANDANTE:



MANDANTE:



MANDANTE:




**PROGETTO STRADALE**

**Relazione tecnica sul progetto stradale**




CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	CA29_T00PS00TRARE01_A			
DPCA00029	E 21	CODICE ELAB.	T00PS00TRARE01	A	-
D		-	-	-	-
C		-	-	-	-
B		-	-	-	-
A	EMISSIONE	Giug. 2021	V.FIMIANI	V.FIMIANI	G.PIAZZA
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>CA29</b>	<b>Relazione stradale</b>	


## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>TRAFFICO</b> .....	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E SEZIONI TIPO</b> .....	<b>12</b>
4.1	COMPLETAMENTO SS 291 (ASSE TIPO B).....	12
4.2	TANGENZIALE DI ALGHERO (ASSE TIPO D).....	14
4.3	BRETELLA DI COLLEGAMENTO CON AEROPORTO ALGHERO FERTILIA (ASSE TIPO C) .....	15
<b>5</b>	<b>VERIFICHE DELLA RISPONDEZZA AL D.M. 05/11/2001</b> .....	<b>18</b>
5.1	ANDAMENTO PLANIMETRICO.....	18
5.1.1	Rettifili .....	18
5.1.2	Curve circolari .....	18
5.1.3	Curve a raggio variabile.....	19
5.1.4	Verifiche planimetriche .....	21
5.1.4.1	Completamento SS 291 (asse tipo B).....	21
5.1.4.2	Tangenziale di Alghero (asse tipo D).....	27
5.1.4.3	Bretella collegamento aeroporto Alghero Fertilia (asse tipo C) .....	35
5.1.5	Allargamento della carreggiata in curva.....	43
5.2	ANDAMENTO ALTIMETRICO .....	43
5.2.1	Livellette .....	43
5.2.2	Raccordi verticali .....	44
5.2.2.1	Convessi (Dossi) .....	44
5.2.2.2	Concavi (Sacche).....	44
5.2.3	Verifiche altimetriche .....	46
5.2.3.1	Completamento SS 291 (asse tipo B).....	46
5.2.3.2	Tangenziale di Alghero (asse tipo D).....	51
5.2.3.3	Bretella collegamento aeroporto Alghero Fertilia (asse tipo C) .....	58
5.3	PENDENZE TRASVERSALI DELLA PIATTAFORMA .....	63
5.4	DIAGRAMMI DI VELOCITÀ.....	64
5.4.1	Completamento SS 291 (asse tipo B).....	65
5.4.2	Tangenziale di Alghero (asse tipo D).....	65
5.4.3	Bretella di collegamento con l'aeroporto di Alghero Fertilia (asse tipo C).....	65
5.5	VERIFICHE DI VISIBILITÀ .....	66
5.5.1	Distanza di visibilità per l'arresto.....	66
5.5.2	Distanza di visibilità per la manovra di cambio corsia .....	68

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>CA29</b>	<b>Relazione stradale</b>	

<b>6</b>	<b>INTERSEZIONI .....</b>	<b>69</b>
6.1	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E FUNZIONALI DELLE RAMPE .....	69
6.1.1	Piattaforme tipo .....	69
6.1.2	Velocità di progetto e geometria degli elementi modulari delle rampe .....	70
6.1.3	Corsie specializzate.....	71
6.1.3.1	Corsie di uscita.....	71
6.1.3.2	Corsie d'immissione .....	72
6.1.3.2.1	Metodo cinematico - semi empirico .....	72
6.1.3.2.2	Metodo probabilistico .....	72
6.1.3.3	Zone di scambio.....	74
6.1.3.4	Visibilità delle intersezioni a raso .....	76
6.2	SVINCOLO DIREZIONALE DI ALGHERO .....	77
6.2.1	Descrizione.....	77
6.2.2	Verifiche di rispondenza del progetto al DM 19/04/2006.....	78
6.2.2.1	Verifiche cinematiche e di sicurezza per le rampe .....	78
6.2.2.2	Diagrammi di velocità e visibilità .....	78
6.2.2.3	Corsia di uscita.....	79
6.2.2.4	Corsia d'immissione .....	79
6.2.2.4.1	Metodo cinematico - semi empirico .....	79
6.2.2.4.2	Metodo probabilistico .....	79
6.2.2.4.3	Confronto tra i due metodi .....	80
6.3	SVINCOLO DI VIA UNGIAS .....	80
6.3.1	Descrizione.....	80
6.3.2	Via Ungias.....	82
6.3.2.1	Verifiche planimetriche.....	83
6.3.2.2	Verifiche altimetriche.....	86
6.3.2.3	Pendenze trasversali e rotazione della piattaforma.....	88
6.3.2.4	Diagramma di velocità e visibilità .....	88
6.3.3	Rampe Ungias_E e Ungias_W - Verifiche di rispondenza al DM 19/04/2006.....	89
6.3.3.1	Verifiche cinematiche e di sicurezza per le rampe .....	89
6.3.3.2	Diagrammi di velocità e visibilità .....	89
6.3.3.3	Corsie specializzate: zone di scambio .....	89
6.3.3.4	Verifica di visibilità per l'intersezione a raso di Via Ungias_Est.....	94
6.4	RAMPE DI RICONNESSIONE ALLA VIABILITA' URBANA .....	94
6.4.1	Descrizione.....	94
6.4.2	Verifiche di rispondenza delle rampe al DM 19/04/2006 .....	96

6.4.2.1	Verifiche cinematiche e di sicurezza per le rampe .....	96
6.4.2.2	Diagrammi di velocità e visibilità .....	96
6.4.2.3	Corsie specializzate: zone di scambio .....	96
6.4.2.4	Corsia di uscita.....	100
6.4.2.5	Corsie d'immissione .....	100
6.4.2.5.1	Metodo cinematico - semi empirico .....	100
6.4.2.5.2	Metodo probabilistico .....	100
6.4.2.5.3	Confronto tra i due metodi .....	101
<b>7</b>	<b>ROTATORIE .....</b>	<b>102</b>
7.1	ROTATORIA C .....	102
7.2	ROTATORIA 1 (allaccio Nord asse D).....	105
7.2.1	Viabilità zona industriale .....	107
7.2.1.1	Verifiche planimetriche.....	108
7.2.1.2	Verifiche altimetriche.....	109
7.2.1.3	Pendenze trasversali e rotazione della piattaforma.....	111
7.2.1.4	Diagramma di velocità e visibilità .....	111
7.2.2	Slip-lane - Verifiche di rispondenza al DM 19/04/2006.....	111
7.2.2.1	Verifiche cinematiche e di sicurezza per le rampe .....	111
7.2.2.2	Diagrammi di velocità e visibilità .....	112
7.2.2.3	Corsia di uscita.....	112
7.2.2.4	Verifiche d'inscrivibilità per i mezzi pesanti.....	113
7.3	ROTATORIA 3 (allaccio Sud asse D).....	115
7.4	INTERSEZIONE ASSE C E RAMPA ESISTENTE SVINCOLO DI MAMUNTANAS .....	115
<b>8</b>	<b>VIABILITA' SECONDARIE .....</b>	<b>117</b>
8.1	B_AS01 .....	118
8.2	B_AS02 – B_AS02b.....	118
8.3	B_AS03 .....	119
8.4	B_AS04 .....	121
8.5	C_AS01 .....	121
8.6	C_AS02 .....	122
8.7	C_AS06 .....	123

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA29	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

## 1 **PREMESSA**

---

L'intervento in oggetto è costituito dal completamento della SS 291 e nella realizzazione della viabilità di accesso al centro abitato di Alghero (Circonvallazione di Alghero), cui si aggiunge l'inserimento di una bretella di collegamento diretto tra la SS 291 e l'aeroporto di Alghero Fertilia.

Il completamento della SS 291 si allaccerà al tratto già realizzato di quest'ultima in corrispondenza dell'intersezione a livelli sfalsati, anch'essa già costruita, in località Mamuntanas e proseguirà fino all'innesto sulla Circonvallazione di Alghero, prevista anch'essa in progetto (Lotto 1). Si allaccerà alla medesima intersezione anche la bretella di collegamento con la S.P.42 in direzione dell'aeroporto di Fertilia (Lotto 4).

Il primo tratto del completamento della SS 291, in prosecuzione con il sedime stradale esistente già realizzato, prevede una sezione di tipo B (strada extraurbana principale) a 2+2 corsie di marcia. Esso poi confluisce in un sistema di rampe che precede l'ingresso nelle direttrici Nord-Sud, denominato "diramazione di Alghero" per consentire l'accesso all'asse D (tangenziale di Alghero), che si sviluppa in direzione Nord – Sud.

L'asse D sarà costituito da una strada urbana di scorrimento (sezione stradale di tipo D). Esso si snoderà attorno alla periferia dell'area urbana della città di Alghero, con andamento Nord-Sud, e avrà funzione di collettamento e smistamento veloce del traffico che gravita sull'intera area costiera. Tale tratta si attesterà, a Nord, sulla rotatoria in corrispondenza della S.P.42, di recente realizzazione. Procedendo verso Sud l'asse scavalcherà dapprima l'alveo del rio Calvia e poi la linea ferroviaria Sassari-Alghero. Il tracciato procederà verso Sud, dapprima allacciandosi alla rampa Sud proveniente da Sassari, per poi scavalcare con un'opera la strada vicinale Ungias, in prossimità dell'abitato di Alghero, dove sono previste rampe d'immissione e uscita.

Il tratto successivo proseguirà in rettilineo e a raso, per terminare con una seconda rotatoria (esclusa dal presente appalto).

L'intervento prevede quindi le seguenti nuove intersezioni:

- Lotto 1: svincolo direzionale di Alghero: è situato al termine della viabilità principale (intersezione tra strada tipo B e D).
- Lotto 1: svincolo per la connessione della viabilità locale "Ungias" alla tangenziale di Alghero (tipo D); A completamento del progetto si prevede la realizzazione della bretella per il collegamento veloce con l'aeroporto di Fertilia (lotto 4), che consiste in un tratto di strada di tipo "C1" – strada extraurbana secondaria di cui al DM 05/11/2001, con innesto alla S.P. 42 tramite un'intersezione a rotatoria.

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


<b>Viabilità principali</b>	<b>Classificazione D.Lgs. 285/92</b>	<b>Livello di rete DM 05/11/2001</b>	<b>L [m]</b>
TR_B_AP	B – Strada extraurbana principale	Rete principale	3570.12
TR_C_AP	C - Strade extraurbane secondarie;	Rete secondaria	3194.72
TR_D_AP	D - Strade urbane di scorrimento	Rete principale	3179.13
UNGIAS_NS	E - Strade urbane di quartiere	Rete secondaria	615.83
D_industriale	F - Strade locali	Rete locale	249.14

<b>Viabilità secondarie</b>	<b>Classificazione D.Lgs. 285/92</b>	<b>Livello di rete DM 05/11/2001</b>	<b>L [m]</b>
B_AS01	F – Strada locale	Rete locale	189.53
B_AS02	F – Strada locale	Rete locale	217.57
B_AS02b	F – Strada locale	Rete locale	100.01
B_AS03	F – Strada locale	Rete locale	435.20
B_AS04	F – Strada locale	Rete locale	257.40
C_AS01	F – Strada locale	Rete locale	174.69
C_AS02	F – Strada locale	Rete locale	886.75
C_AS06	F – Strada locale	Rete locale	192.16

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

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

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


Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA29	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

## 2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

---

La progettazione è stata eseguita nel rispetto della normativa vigente:

- D.L. 30.04.1992 n.285: “Nuovo Codice della Strada” 8G.U. 18.05.1992 n.114 suppl.) Modificato ed integrato dal D.L. 10.10.1993 n.360 (G.U. 15.09.1993 n.217 suppl.);
- D.P.R. 16.12.1992 n.495: “Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada” (G.U. 28.12.1992 n.303 suppl.);
- D.P.R. 16.09.1996 n.610: “Regolamento recante modifiche al D.P.R. 16.12.1992 n.495, concernente il regolamento di esecuzione e attuazione del Nuovo Codice della strada” e s.m.i.;
- D.M. 05.11.2001: “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”;
- D.M. 22.04.2004 “Modifica del decreto 05.11.2001 n.6792, relativo alle norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”;
- D.M. 19.04.2006 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”;
- CNR B.U. n.77 del 5/5/80 “istruzioni per la redazione dei progetti stradali”;
- CNR B.U. n.178 del 15/9/95: “Catalogo delle pavimentazioni stradali”;
- L. 29 luglio 2010 n.210 – Disposizioni in materia di sicurezza stradale;
- Direttiva LL.PP. 24.10.2000 – Direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del Codice della Strada in materia di segnaletica e criteri per l’installazione e la manutenzione (G.U.28.12.2000 n.301);
- D.M. 18.02.1992 n.223 “Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza “e s.m.i;
- Direttiva del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 3065 del 25.08.2004: “Direttiva sui criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”.
- D.M. 21 giugno 2004 (G.U. n. 182 del 05.08.04): “Aggiornamento alle istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale”.
- Circolare Ministero dei Trasporti del 15.11.2007: “Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere di sicurezza rilasciate ai sensi delle norme antecedenti il D.M. 21.06.2004”.
- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21.07.2010 “Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”.
- Norme UNI EN 1317: “Barriere di sicurezza stradali”:
  - ✓ UNI EN 1317-1:2010: "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 1: Terminologia e criteri generali per i metodi di prova";

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA29	<b><i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i></b>	

- ✓ UNI EN 1317-2:2010: "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 2: Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza inclusi i parapetti veicolari";
- ✓ UNI EN 1317-3:2010: "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 3: Classi di prestazione, criteri di accettazione basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto";
- ✓ UNI ENV 1317-4:2003: "Barriere di sicurezza stradali - Classi di prestazione, criteri di accettazione per la prova d'urto e metodi di prova per terminali e transizioni delle barriere di sicurezza";
- ✓ UNI EN 1317-5:2012 "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 5: Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli".
- DM 28.06.2011 (G.U. n. 233 del 6.10.2011): "Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale".
- D.Lgs 35/2011 (G.U. n. 81 del 08-04-2011): "Attuazione della direttiva 2008/96/CE sulla gestione della sicurezza delle infrastrutture stradali".



### 3 TRAFFICO

I dati di traffico cui si farà riferimento sono quelli desunti dallo Studio di Traffico allegato al Progetto Definitivo, di cui si riportano i dati salienti espressi come TGM (veic/giorno in entrambe le direzioni):

#### ASSI PRINCIPALI

Tipo B				
	Leggeri	Pesanti		Tot. Veicoli
	veic/g	veic/g	%	veic/g
2023	9481	348	3.54%	9829
<b>2033</b>	11299	425	3.63%	11724

Tipo D (tratto 1)				
	Leggeri	Pesanti		Tot. Veicoli
	veic/g	veic/g	%	veic/g
2023	2705	183	6.34%	2888
<b>2033</b>	3235	223	6.45%	3458

Tipo D (tratto 2)				
	Leggeri	Pesanti		Tot. Veicoli
	veic/g	veic/g	%	veic/g
2023	4805	478	9.05%	5283
<b>2033</b>	5727	583	9.24%	6310

Tipo C				
	Leggeri	Pesanti		Tot. Veicoli
	veic/g	veic/g	%	veic/g
2023	811	20	2.41%	831
<b>2033</b>	968	21	2.12%	989

#### RAMPE

Rampa Nord Alghero				
	Leggeri	Pesanti		Tot. Veicoli
	veic/g	veic/g	%	veic/g
2023	1452	15	1.02%	1467
<b>2033</b>	1730	20	1.14%	1750

Rampa Sud diramazione Alghero				
	Leggeri	Pesanti		Tot. Veicoli
	veic/g	veic/g	%	veic/g
2023	3318	251	7.03%	3569
<b>2033</b>	3955	305	7.16%	4260

Rampa Nord diramazione Alghero				
	Leggeri	Pesanti		Tot. Veicoli
	veic/g	veic/g	%	veic/g
2023	4711	84	1.75%	4795
<b>2033</b>	5614	103	1.80%	5717

Lo Studio è stato inizialmente sviluppato nell'ipotesi di realizzazione di una nuova rotatoria a cinque bracci (rotatoria 2), su cui si sarebbero attestati l'asse B (per mezzo delle rampe Nord e Sud diramazione Alghero), l'asse D (tratto 1 e tratto 2), nonché via Ungias.

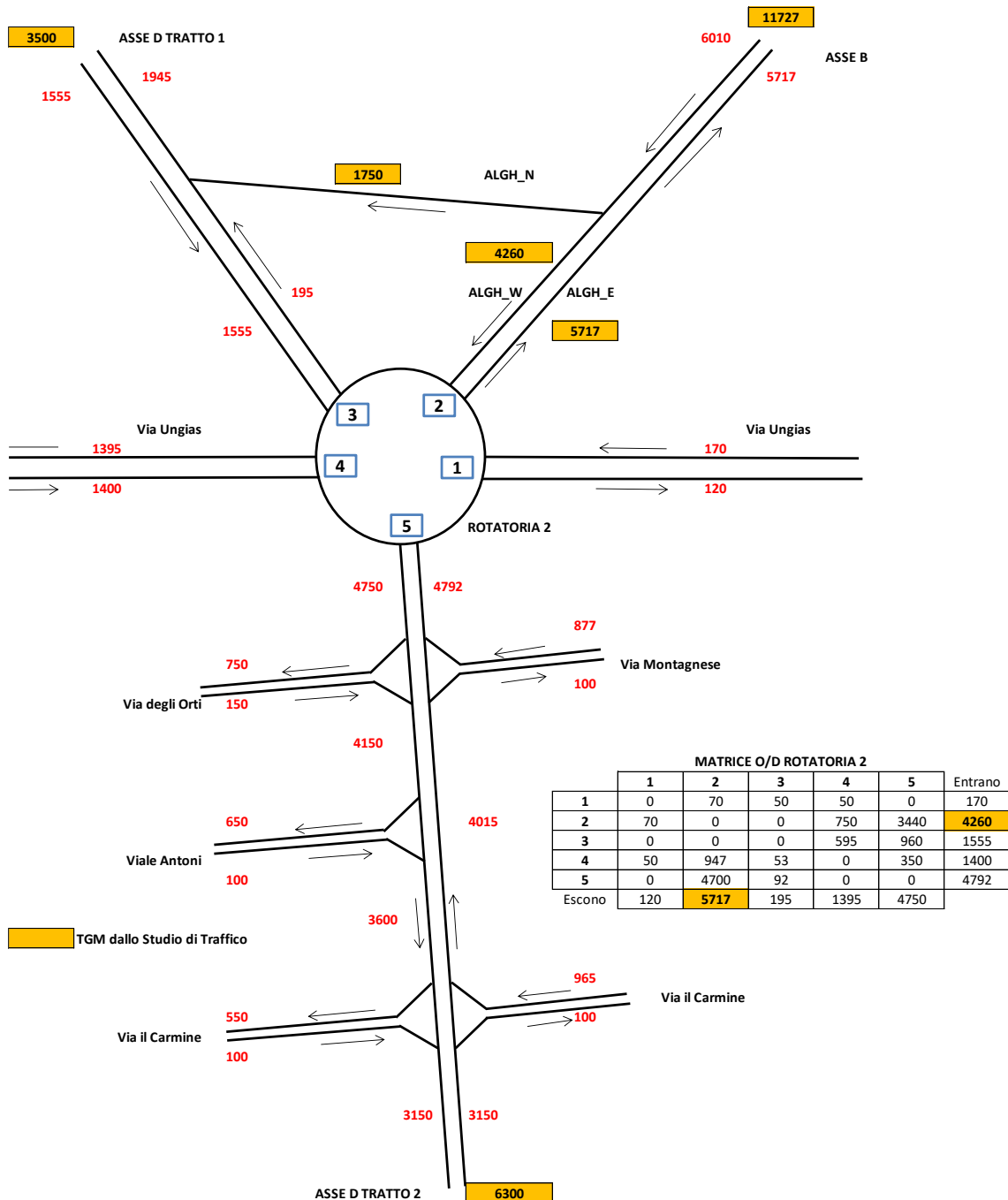
Nelle figure seguenti sono riportati due plausibili schemi di assegnazione del traffico, ottenuti a partire dai dati di previsione del suddetto Studio di Traffico: il primo tiene conto della presenza della rotatoria 2 (PD), mentre il secondo ne considera l'eliminazione e il collegamento dell'asse D a via Ungias per mezzo di uno svincolo incompleto (PE).

Il criterio seguito per le assegnazioni è stato quello di caricare inizialmente lo schema previsto nel PD, calibrando la matrice O/D della rotatoria 2 e attribuendo quote di traffico non molto dissimili tra loro ai vari rami di viabilità collegati al tratto 2 dell'asse D, in modo da distribuire i volumi veicolari nella rete cittadina in

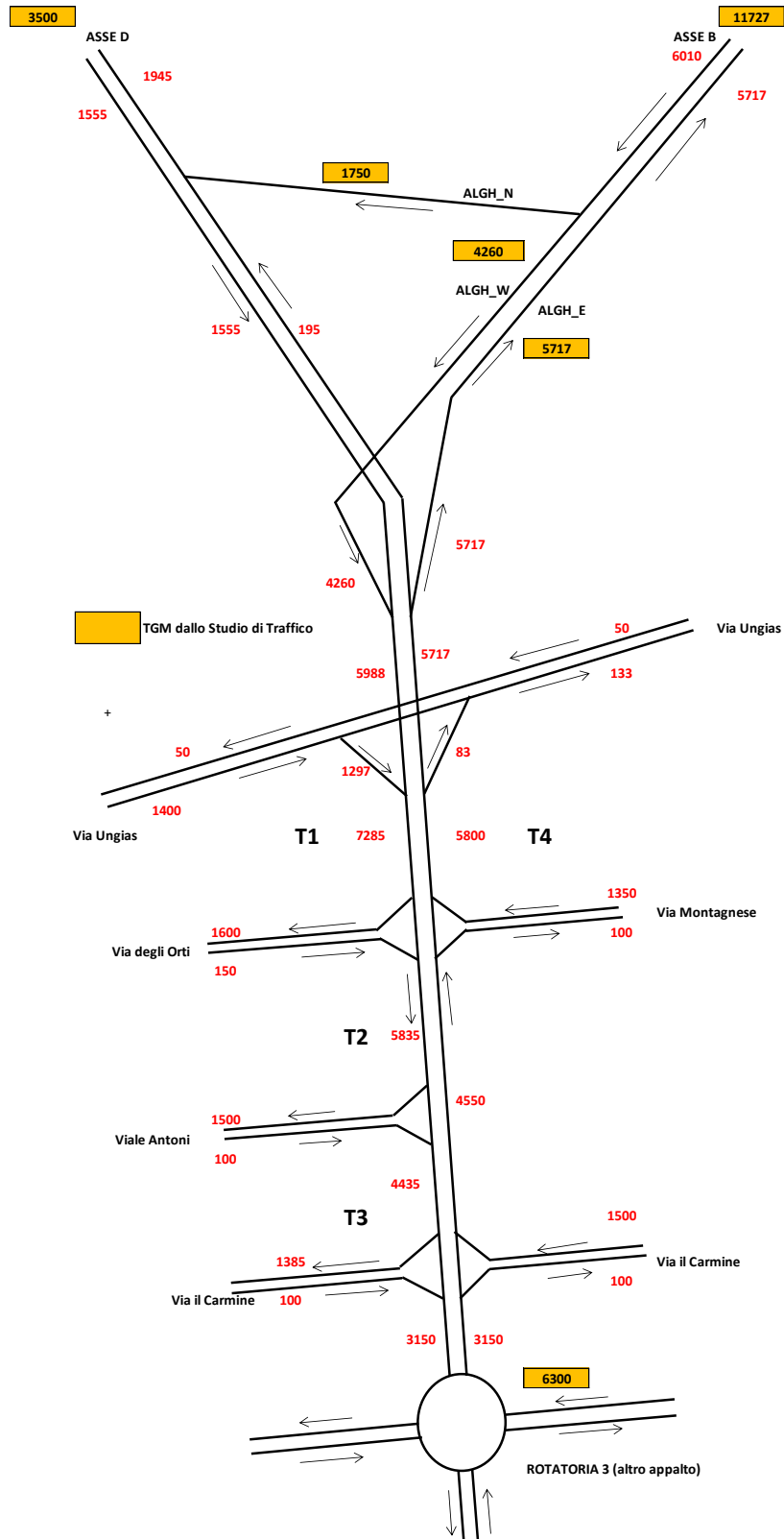
modo più o meno uniforme, avendo comunque come vincoli i valori desunti nello studio di traffico agli estremi del sistema che, per l'equilibrio ai nodi, dovevano essere rispettati.


Si precisa che via Ungias è stata caricata con volumi di traffico proporzionalmente maggiori rispetto a quelli delle altre strade della rete cittadina (via degli Orti, via Montagnese, via Antoni, via il Carmine), poiché, attestandosi in rotonda, può risultare di maggiore attrattiva per l'utenza in ingresso ad Alghero.

ASSEGNAZIONE DATI TGM PREVISTO AL 2033  
 Configurazione Progetto Definitivo



ASSEGNAZIONE DATI TGM PREVISTO AL 2033  
 Configurazione Progetto Esecutivo



Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 GRUPPO FS ITALIANE
CA29	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

Si osserva che, in base alla configurazione prevista nel PD, via Ungias drena apprezzabili quote di traffico provenienti da Nord (SS 291) in ingresso ad Alghero. Ulteriori volumi veicolari vanno poi a caricare le viabilità laterali utilizzando l'asse D. Rimane comunque prevalente la quota di traffico che entra in città utilizzando la rotatoria 3 (6300 veic/giorno nelle due direzioni).

La situazione si modifica parzialmente nella configurazione del PE, in cui la rotatoria 2 è stata eliminata e Via Ungias non può più accogliere i flussi provenienti da Nord, dato che il previsto nuovo svincolo è incompleto, nel senso che ha solo due rampe (dirette) che la connettono all'asse D esclusivamente da Sud. Pertanto, i flussi che nella precedente configurazione impegnavano via Ungias per entrare in Alghero, adesso devono necessariamente uscire più avanti (via degli Orti, viale Antoni, via il Carmine).

Inoltre, i flussi che, utilizzando la rotatoria 2 potevano dirigersi verso la SS 291 senza impegnare l'asse D nel tratto finale, adesso non possono più farlo. Pertanto, ai fini del presente studio, è stata fatta l'ipotesi che essi percorrano l'asse D fino alla rotatoria 3 ed invertano la marcia per poi dirigersi verso Sassari.

Come può dedursi analizzando la configurazione prevista nel PE, tutti gli archi, ad eccezione di via Ungias, sono più carichi, poiché è venuta a mancare la funzione di redistribuzione dei volumi di traffico consentita dalla rotatoria 2.


L'asse D si carica in maniera apprezzabilmente maggiore che nella configurazione del PD, senza tuttavia arrivare mai a saturazione. Infatti, il DM 05/11/2001 prevede che una viabilità urbana di scorrimento possa giungere a capacità, con una portata di servizio per corsia pari a 950 veic.equiv/h. Prendendo a riferimento l'arco più caricato, con un TGM  $\cong$  6000 veic/giorno, risulta:

TGM	veic/g	6000
% pesanti	%	10%
Coeff. Equiv	-	2.5
Leggeri	veic/g	5400
Pesanti equivalenti	veic/g	1500
Sommano equivalenti	veic/g	6900
$K=Q/TGM$	%	8%
phf	-	0.85
n= num. corsie	n.	2
$q=Q/phfxn$	veic.equiv/h	<b>325</b>

Come può osservarsi, quindi, la portata oraria per singola corsia risulta molto inferiore al limite di capacità, confermando che l'asse D conserva un buon Livello di Servizio.

In generale, quindi, le variazioni dovute al riequilibrio della rete non sembrano tali da inficiare il sistema. Le viabilità urbane che si allacciano all'asse D (via degli Orti, viale Antoni, via il Carmine) risultano più caricate, ma i valori dei TGM, pur maggiori che nella precedente configurazione, non appaiono tali da mettere in crisi gli archi in questione.

Pertanto si può affermare che le conclusioni dello Studio di Traffico restano valide anche con le variazioni di configurazione del sistema viario intervenute dopo l'approvazione del PD e oggetto del presente PE.

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA29	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

## 4 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E SEZIONI TIPO

### 4.1 COMPLETAMENTO SS 291 (ASSE TIPO B)

Le caratteristiche geometriche adottate per la piattaforma stradale sono conformi a quelle del tipo B, definita dal D.M. 5/11/2001 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”. La piattaforma stradale è costituita da due carreggiate con due corsie per senso di marcia da m. 3.75 ciascuna fiancheggiata da due banchine di 1.75 m. ciascuna. L'intervallo di velocità di progetto è 70-120 km/h.

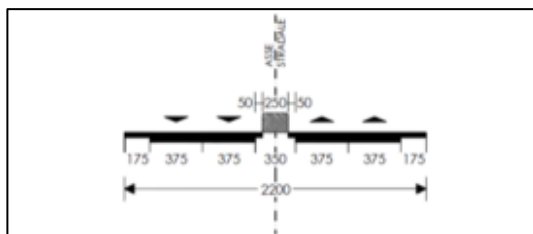


Figura 1. Piattaforma stradale tipo B (D.M. 05.11.2001).

Si precisa che il lotto precedente, già costruito e aperto al traffico, ha uno spartitraffico di circa 7,00 m. Nel lotto in progetto non è stato possibile mantenere quella dimensione in quanto, configurandosi come asse di penetrazione al centro abitato di Alghero, s'inserisce in un contesto urbanizzato, con limitati spazi a disposizione. Inoltre, buona parte il tracciato affianca l'asse ferroviario Sassari-Alghero. Pertanto, per ridurre al massimo l'ingombro a terra della nuova viabilità, è stato adottato uno spartitraffico da 2,50 m., in conformità al D.M. 5/11/2001.

Dall'innesto con la sezione d'inizio intervento, è prevista, pertanto, la rastremazione dello spartitraffico esistente fino alla dimensione dello spartitraffico di progetto.

In rilevato gli elementi marginali sono costituiti da arginelli erbosi, di larghezza pari a 2,00 m ove alloggiavano le barriere di sicurezza, delimitati a bordo piattaforma da un cordolo in conglomerato cementizio.

La conformazione delle scarpate, rivestite con terra vegetale, di norma ha una pendenza strutturale massima del 2/3 con banca di 2,00 m per altezze del rilevato superiori a 5,00 m.

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

Nel caso di piattaforma tra muri di sostegno, è previsto l'utilizzo di strutture prefabbricate sormontate da un cordolo in c.a., su cui alloggerà la barriera di sicurezza, eventualmente integrata con barriera anti-rumore, ove ritenuta necessaria per la presenza di ricettori sensibili.

Per maggiori dettagli si consultino gli elaborati specifici.



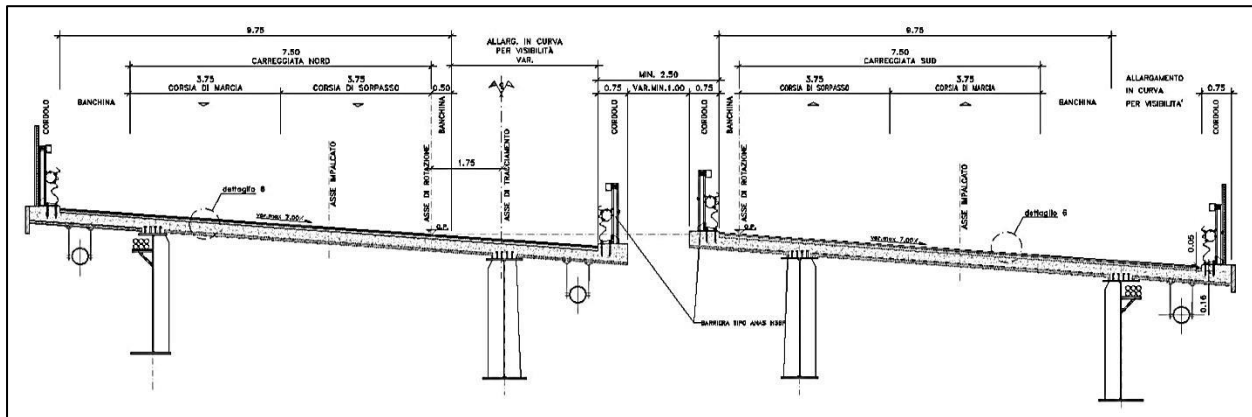


Figura 5. Sezione tipo B in viadotto

## 4.2 TANGENZIALE DI ALGHERO (ASSE TIPO D)

Le caratteristiche geometriche adottate per la piattaforma stradale sono conformi a quelle del tipo D, definita dal D.M. 5/11/2001 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”. La piattaforma stradale è costituita da due carreggiate con due corsie per senso di marcia da m. 3.50 ciascuna, fiancheggiata da due banchine di 1.00 m. E' stato adottato il modulo da 3.50 m. (invece del minimo da 3.25) per consentire il transito dei mezzi pubblici. Le banchine interne sono da 0.50 m. L'intervallo di velocità di progetto è 50-80 km/h.

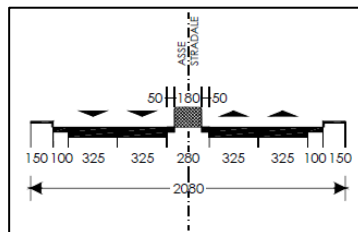


Figura 6. Piattaforma stradale tipo D (D.M. 05.11.2001).

Lo spartitraffico, da 2.00 m., è di dimensioni leggermente superiori al minimo richiesto di 1.80 m. Ai lati della carreggiata sono previsti marciapiedi aventi una larghezza complessiva di 2.25 m., di cui 0.75 m. per l'inserimento delle barriere di sicurezza e i restanti 1.50 m. per il transito dei pedoni. In alcuni tratti è inoltre previsto l'inserimento di una pista ciclabile da 2.50 m., ubicata sul lato esterno del marciapiede, su un solo lato della viabilità. Per maggiori dettagli si consultino gli elaborati specifici.

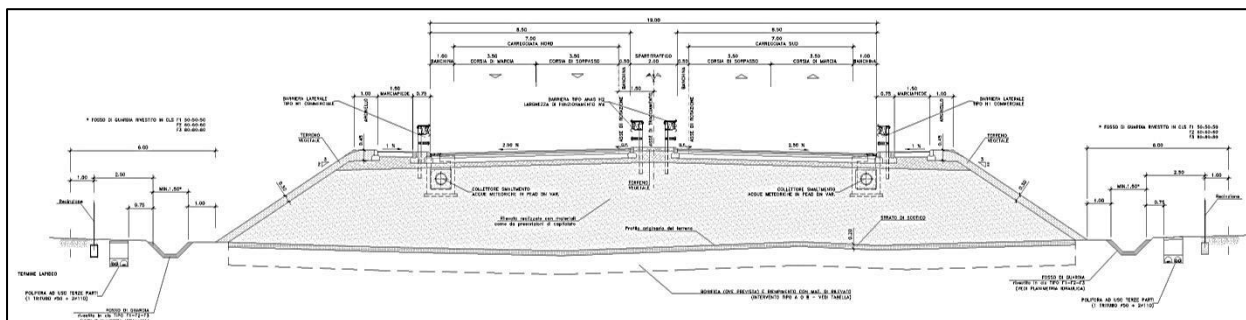


Figura 7. Sezione tipo D in rilevato.

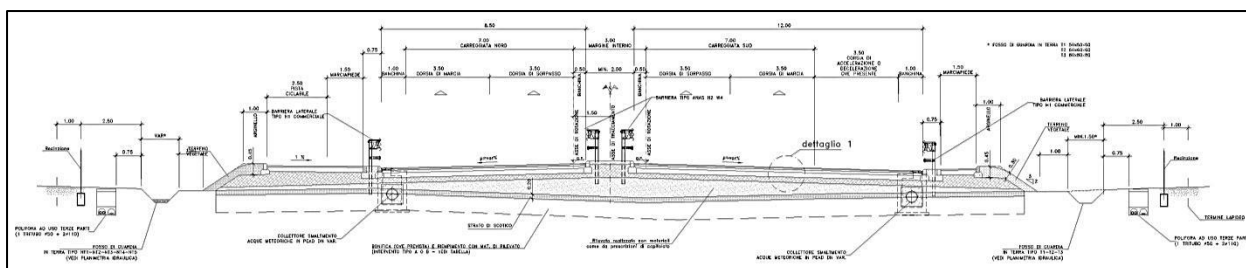


Figura 8. Sezione tipo D con pista ciclabile.

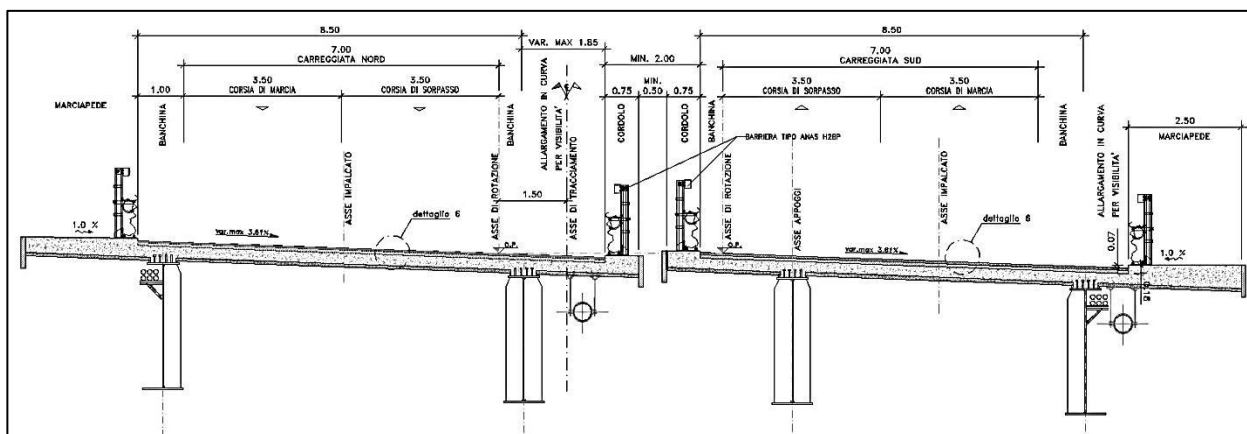


Figura 9. Sezione tipo D in viadotto.

### 4.3 BRETELLA DI COLLEGAMENTO CON AEROPORTO ALGHERO FERTILIA (ASSE TIPO C)

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



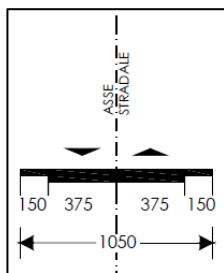


Figura 10. Piattaforma stradale tipo C1 (D.M. 05.11.2001).

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

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

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

Per maggiori dettagli si consultino gli elaborati specifici.

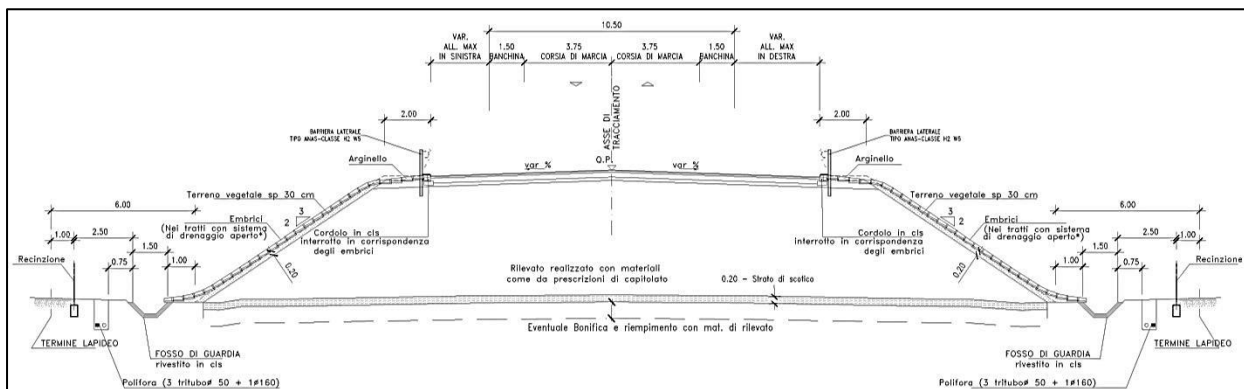


Figura 11. Sezione tipo C in rilevato.

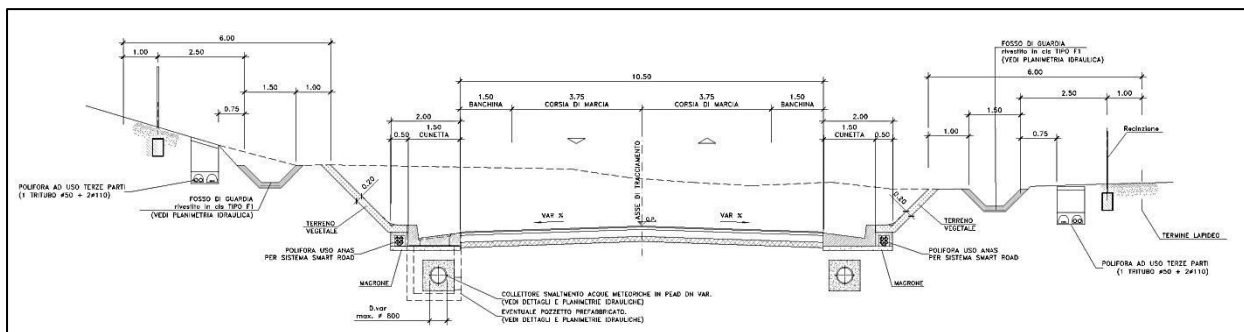


Figura 12. Sezione tipo C in trincea.

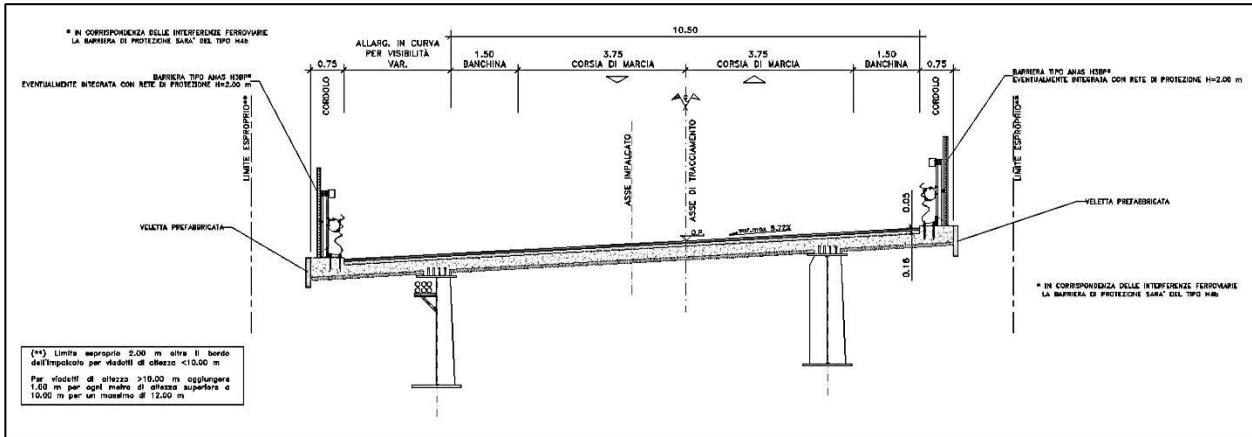



Figura 13. Sezione tipo C su viadotto.

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA29	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

## 5 VERIFICHE DELLA RISPONDENZA AL D.M. 05/11/2001

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

### 5.1 ANDAMENTO PLANIMETRICO

#### 5.1.1 Rettifili

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

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

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

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

#### 5.1.2 Curve circolari

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

- Raggio minimo delle curve planimetriche: le curve circolari devono aver un raggio superiore al raggio minimo previsto dal DM 05/11/2001;
- Relazione raggio della curva (R)/lunghezza del rettifilo (L) che la precede:
  - ✓ per  $L < 300\text{m}$   $R \geq L$
  - ✓ per  $L \geq 300$   $R \geq 400\text{ m}$ .
- Compatibilità tra i raggi di due curve successive: essa è stata eseguita sulla scorta del diagramma in calce controllando, che il rapporto tra i raggi ricada almeno nella zona "buona".

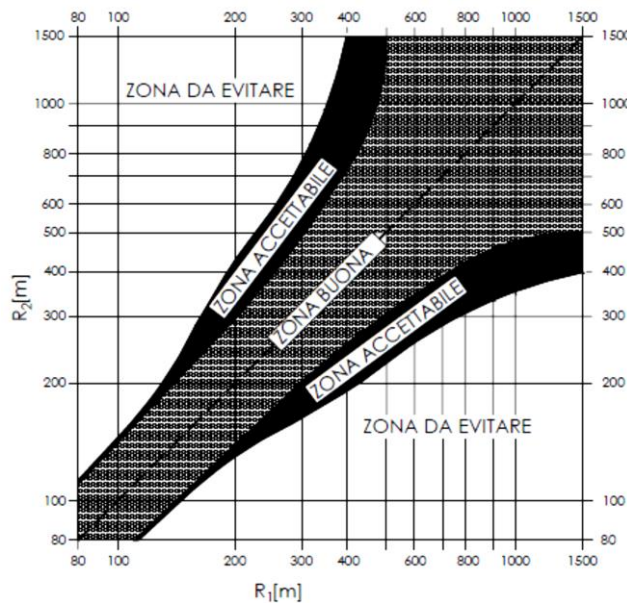


Figura 14. D.M. 05.11.2001 - Abaco figura 5.2.2.a.

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

### 5.1.3 Curve a raggio variabile

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

- a) Criterio 1 (Limitazione del contraccolpo)

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

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

dove:

c = contraccolpo (m/s<sup>3</sup>);


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

q<sub>i</sub> = pendenza trasversale nel punto iniziale della clotoide;

q<sub>f</sub> = pendenza trasversale nel punto finale della clotoide;

g = accelerazione di gravità.

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

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
<b>CA29</b>	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

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

si ottiene:

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

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

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

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

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

dove:

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

$\Delta i_{\max}$  (%) = sovrappendenza longitudinale massima della linea costituita dai punti che distano  $B_i$  dall'asse di rotazione; in assenza di allargamento tale linea coincide con l'estremità della carreggiata;

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

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

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

c) Criterio 3 (Ottico)

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


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

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

$$A \leq R$$

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

Nel seguito si riportano le verifiche di normativa.

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA29	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

#### 5.1.4 Verifiche planimetriche

Nel seguito sono riportate le verifiche eseguite per ognuno dei tracciati di progetto.

##### 5.1.4.1 Completamento SS 291 (asse tipo B)

Alignment Name: B\_AP

Description:

Chainage Range: Start: 0+000.000, End: 3+570.122

---

#### 1 Circular Curve

Start Chainage:	0+000.000	
End Chainage:	0+675.302	
Radius:	1,189.552m	
Design Speed:	120	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum Radius:	178.00	Cleared
<u>Design Checks:</u>		

---


#### 2 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	0+675.302	
End Chainage:	0+849.222	
Length:	173.920m	
A:	454.848m	
Design Speed:	120	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccollo		Cleared
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

---

#### 3 Straight

Start Chainage:	0+849.222
End Chainage:	1+160.894

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>CA29</b>	<b><i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i></b>	

Length:	311.672m	
Design Speed:	120	
<u>Design Checks:</u>		
5.2.2 Lunghezza minima rettifili		Cleared
5.2.2 Lunghezza massima rettifili		Cleared
5.2.2 Relazione lunghezze rettifili - raggi curve		Cleared

---


#### 4.1 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	1+160.894	
End Chainage:	1+292.560	
Length:	131.667m	
A:	395.000m	
Design Speed:	120	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccollo		Cleared
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

---

#### 4.2 Circular Curve

Start Chainage:	1+292.560	
End Chainage:	1+718.692	
Radius:	1,185.000m	
Design Speed:	120	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum Radius:	178.00	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
5.2.2 Sviluppo Minimo 2.5s		Cleared
5.2.4 Raggio minimo		Cleared
5.2.7 Necessario allargamento		Cleared

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA29	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

5.2.5c Campo utilizzazione clotoide

Cleared

---

#### 4.3 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage: 1+718.692

End Chainage: 1+850.359

Length: 131.667m

A: 395.000m

Design Speed: 120

Design Criteria:

Minimum Taper Length: -1.00 Cleared

Design Checks:

5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccollo Cleared

5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico Cleared

---

#### 5 Straight

Start Chainage: 1+850.359

End Chainage: 2+566.928

Length: 716.569m

Design Speed: 120

Design Checks:

5.2.2 Lunghezza minima rettifili Cleared

5.2.2 Lunghezza massima rettifili Cleared

5.2.2 Relazione lunghezze rettifili - raggi curve Cleared

---

#### 6.1 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage: 2+566.928

End Chainage: 2+736.064


Length: 169.136m

A: 305.000m

Design Speed: 120

Design Criteria:



Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>CA29</b>	<b><i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i></b>	

Minimum Taper Length: -1.00 Cleared

Design Checks:

5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccollo Cleared

5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico Cleared

**6.2 Circular Curve**

Start Chainage: 2+736.064

End Chainage: 3+172.757

Radius: 550.000m

Design Speed: 120

Design Criteria:

Minimum Radius: 178.00 Cleared

Design Checks:

5.2.2 Sviluppo Minimo 2.5s Cleared

5.2.4 Raggio minimo Cleared

5.2.7 Necessario allargamento Cleared

5.2.5c Campo utilizzazione clotoide Cleared

**6.3 Transition Curve:Clothoid**

Start Chainage: 3+172.757

End Chainage: 3+370.757

Length: 198.000m

A: 330.000m

Design Speed: 120

Design Criteria:


Minimum Taper Length: -1.00 Cleared

Design Checks:

5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccollo Cleared

5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico Cleared

**7 Straight**

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>CA29</b>	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

Start Chainage: 3+370.757

End Chainage: 3+389.417

Length: 18.660m

Design Speed: 110

Design Checks:

5.2.2 Lunghezza minima rettifili	Violated (*)
5.2.2 Lunghezza massima rettifili	Cleared
5.2.2 Relazione lunghezze rettifili - raggi curve	Cleared

**8.1 Transition Curve:Clothoid**

Start Chainage: 3+389.417

End Chainage: 3+554.038

Length: 164.620m

A: 255.000m

Design Speed: 110

Design Criteria:

Minimum Taper Length: -1.00 Cleared

Design Checks:

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

**8.2 Circular Curve**

Start Chainage: 3+554.038

End Chainage: 3+570.122

Radius: 395.000m


Design Speed: 110

Design Criteria:

Minimum Radius: 178.00 Cleared

Design Checks:

5.2.2 Sviluppo Minimo 2.5s	Violated (**)
----------------------------	---------------

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA29	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

5.2.4 Raggio minimo

Cleared


5.2.7 Necessario allargamento

Cleared

---

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

(\*\*) Velocità di progetto in corrispondenza dell'elemento geometrico  $< V_{max} = 120$  km/h (vedere diagramma di velocità).

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA29	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

### 5.1.4.2 Tangenziale di Alghero (asse tipo D)

Alignment Name: D\_AP

Description:

Chainage Range: Start: 0+000.000, End: 3+179.135

#### 1 Straight

Start Chainage: 0+000.000

End Chainage: 0+356.946

Length: 356.946m

Design Speed: 80

##### Design Checks:

5.2.2 Lunghezza minima rettifili	Cleared
5.2.2 Lunghezza massima rettifili	Cleared
5.2.2 Relazione lunghezze rettifili - raggi curve	Cleared

#### 2.1 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage: 0+356.946

End Chainage: 0+429.196

Length: 72.250m

A: 170.000m

Design Speed: 80

##### Design Criteria:

Minimum Taper Length: -1.00 Cleared

##### Design Checks:


5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccollo	Cleared
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico	Cleared

#### 2.2 Circular Curve

Start Chainage: 0+429.196

End Chainage: 0+623.656

Radius: 400.000m

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>CA29</b>	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

Design Speed:	80	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum Radius:	77.00	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
5.2.2 Sviluppo Minimo 2.5s		Cleared
5.2.4 Raggio minimo		Cleared
5.2.7 Neccessario allargamento		Cleared
5.2.5c Campo utilizzazione clotoide		Cleared

---


### 2.3 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	0+623.656	
End Chainage:	0+755.906	
Length:	132.250m	
A:	230.000m	
Design Speed:	80	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccollo		Cleared
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

---

### 3 Straight

Start Chainage:	0+755.906	
End Chainage:	0+764.340	
Length:	8.435m	
Design Speed:	80	
<u>Design Checks:</u>		
5.2.2 Lunghezza minima rettifili		Violated (*)
5.2.2 Lunghezza massima rettifili		Cleared
5.2.2 Relazione lunghezze rettifili - raggi curve		Cleared

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>CA29</b>	<b><i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i></b>	

#### 4.1 Transition Curve:Clothoid


Start Chainage:	0+764.340	
End Chainage:	0+885.840	
Length:	121.500m	
A:	270.000m	
Design Speed:	80	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccollo		Cleared
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

#### 4.2 Circular Curve

Start Chainage:	0+885.840	
End Chainage:	0+981.076	
Radius:	600.000m	
Design Speed:	80	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum Radius:	77.00	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
5.2.2 Sviluppo Minimo 2.5s		Cleared
5.2.4 Raggio minimo		Cleared
5.2.7 Necessario allargamento		Cleared
5.2.5c Campo utilizzazione clotoide		Cleared

#### 4.3 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	0+981.076
End Chainage:	1+058.117
Length:	77.042m
A:	215.000m
Design Speed:	80

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>CA29</b>	<b><i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i></b>	

Design Criteria:

Minimum Taper Length: -1.00 Cleared

Design Checks:

5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccollo Cleared

5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico Cleared

**5 Straight**

Start Chainage: 1+058.117

End Chainage: 1+068.583

Length: 10.466m

Design Speed: 80

Design Checks:

5.2.2 Lunghezza minima rettifili **Violated (\*)**

5.2.2 Lunghezza massima rettifili Cleared

5.2.2 Relazione lunghezze rettifili - raggi curve Cleared

**6 Transition Curve:Clothoid**

Start Chainage: 1+068.583

End Chainage: 1+124.361

Length: 55.778m

A: 167.000m

Design Speed: 80

Design Criteria:

Minimum Taper Length: -1.00 Cleared

Design Checks:


**7 Circular Curve**

Start Chainage: 1+124.361

End Chainage: 1+521.047

Radius: 500.000m

Design Speed: 80

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>CA29</b>	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

Design Criteria:

Minimum Radius: 77.00 Cleared

Design Checks:

**8.1 Transition Curve:Clothoid**

Start Chainage: 1+521.047

End Chainage: 1+576.825

Length: 55.778m

A: 167.000m

Design Speed: 80

Design Criteria:

Minimum Taper Length: -1.00 Cleared

Design Checks:

5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccollo Cleared

5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico Cleared

**8.2 Straight**

Start Chainage: 1+576.825

End Chainage: 1+667.053

Length: 90.227m

Design Speed: 80

Design Checks:

**9.1 Transition Curve:Clothoid**

Start Chainage: 1+667.053

End Chainage: 1+759.617

Length: 92.564m

A: 190.000m


Design Speed: 80

Design Criteria:

Minimum Taper Length: -1.00 Cleared

Design Checks:



Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>CA29</b>	<b><i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i></b>	

5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccollo	Cleared
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico	Cleared

---

## 9.2 Circular Curve

Start Chainage:	1+759.617	
End Chainage:	1+932.411	
Radius:	390.000m	
Design Speed:	80	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum Radius:	77.00	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
5.2.2 Sviluppo Minimo 2.5s		Cleared
5.2.4 Raggio minimo		Cleared
5.2.7 Neccessario allargamento		Cleared
5.2.5c Campo utilizzazione clotoide		Cleared

---


## 9.3 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	1+932.411	
End Chainage:	2+074.014	
Length:	141.603m	
A:	235.000m	
Design Speed:	80	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccollo		Cleared
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

---

## 10 Straight

Start Chainage:	2+074.014
End Chainage:	2+370.642

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>CA29</b>	<b><i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i></b>	

Length:	296.628m	
Design Speed:	80	
<u>Design Checks:</u>		
5.2.2 Lunghezza minima rettifili		Cleared
5.2.2 Lunghezza massima rettifili		Cleared
5.2.2 Relazione lunghezze rettifili - raggi curve		Cleared

---


### 11.1 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	2+370.642	
End Chainage:	2+477.309	
Length:	106.667m	
A:	320.000m	
Design Speed:	80	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccollo		Cleared
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

---

### 11.2 Circular Curve

Start Chainage:	2+477.309	
End Chainage:	2+555.763	
Radius:	960.000m	
Design Speed:	80	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum Radius:	77.00	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
5.2.2 Sviluppo Minimo 2.5s		Cleared
5.2.4 Raggio minimo		Cleared
5.2.7 Neccessario allargamento		Cleared

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA29	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

5.2.5c Campo utilizzazione clotoide

Cleared

---

### 11.3 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage: 2+555.763

End Chainage: 2+662.430

Length: 106.667m

A: 320.000m

Design Speed: 80

Design Criteria:

Minimum Taper Length: -1.00 Cleared

Design Checks:

5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del  
contraccollo Cleared

5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico Cleared

---

### 12 Straight

Start Chainage: 2+662.430

End Chainage: 3+179.135

Length: 516.705m

Design Speed: 80

Design Checks:


5.2.2 Lunghezza minima rettifili Cleared

5.2.2 Lunghezza massima rettifili Cleared

5.2.2 Relazione lunghezze rettifili -  
raggi curve Cleared

---

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

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
CA29	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

### 5.1.4.3 Bretella collegamento aeroporto Alghero Fertilia (asse tipo C)

Alignment Name: AP\_C

Description:

Chainage Range: Start: 0+000.000, End: 3+194.716

#### 1 Straight

Start Chainage:	0+000.000
End Chainage:	0+019.431
Length:	19.431m
Design Speed:	60

#### Design Checks:

5.2.2 Lunghezza minima rettifili	Violated (**)
5.2.2 Lunghezza massima rettifili	Cleared
5.2.2 Relazione lunghezze rettifili - raggi curve	Cleared

#### 2.1 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	0+019.431
End Chainage:	0+154.806
Length:	135.375m
A:	285.000m
Design Speed:	100

#### Design Criteria:


Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
-----------------------	-------	---------

#### Design Checks:

5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccollo	Cleared
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico	Cleared

#### 2.2 Circular Curve

Start Chainage:	0+154.806
End Chainage:	0+335.555
Radius:	600.000m

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>CA29</b>	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

Design Speed:	100	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum Radius:	118.00	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
5.2.2 Sviluppo Minimo 2.5s		Cleared
5.2.4 Raggio minimo		Cleared
5.2.7 Neccessario allargamento		Cleared
5.2.5c Campo utilizzazione clotoide		Cleared

---


### 2.3 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	0+335.555	
End Chainage:	0+542.062	
Length:	206.507m	
A:	352.000m	
Design Speed:	100	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccollo		Cleared
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

---

### 3 Straight

Start Chainage:	0+542.062	
End Chainage:	0+551.251	
Length:	9.189m	
Design Speed:	100	
<u>Design Checks:</u>		
5.2.2 Lunghezza minima rettifili		Violated (*)
5.2.2 Lunghezza massima rettifili		Cleared
5.2.2 Relazione lunghezze rettifili - raggi curve		Cleared

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>CA29</b>	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

#### 4.1 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	0+551.251	
End Chainage:	0+786.549	
Length:	235.298m	
A:	343.000m	
Design Speed:	100	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccollo		Cleared
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

---


#### 4.2 Circular Curve

Start Chainage:	0+786.549	
End Chainage:	1+474.598	
Radius:	500.000m	
Design Speed:	100	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum Radius:	118.00	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
5.2.2 Sviluppo Minimo 2.5s		Cleared
5.2.4 Raggio minimo		Cleared
5.2.7 Necessario allargamento		Cleared
5.2.5c Campo utilizzazione clotoide		Cleared

---

#### 4.3 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	1+474.598
End Chainage:	1+579.242
Length:	104.645m
A:	228.741m
Design Speed:	100

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>CA29</b>	<b><i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i></b>	

Design Criteria:

Minimum Taper Length: -1.00 Cleared

Design Checks:

5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccolpo Cleared

5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico Cleared

**5 Straight**

Start Chainage: 1+579.242

End Chainage: 1+579.922

Length: 0.680m

Design Speed: 100

Design Checks:

5.2.2 Lunghezza minima rettifili **Violated (\*)**

5.2.2 Lunghezza massima rettifili Cleared

5.2.2 Relazione lunghezze rettifili - raggi curve Cleared

**6.1 Transition Curve:Clothoid**

Start Chainage: 1+579.922

End Chainage: 1+667.126

Length: 87.204m

A: 228.741m

Design Speed: 100

Design Criteria:

Minimum Taper Length: -1.00 Cleared


Design Checks:

5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccolpo Cleared

5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico Cleared

**6.2 Circular Curve**

Start Chainage: 1+667.126

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA29	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

End Chainage:	1+838.997	
Radius:	600.000m	
Design Speed:	100	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum Radius:	118.00	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
5.2.2 Sviluppo Minimo 2.5s		Cleared
5.2.4 Raggio minimo		Cleared
5.2.7 Neccessario allargamento		Cleared
5.2.5c Campo utilizzazione clotoide		Cleared

---

### 6.3 Transition Curve:Clothoid


Start Chainage:	1+838.997	
End Chainage:	1+937.036	
Length:	98.039m	
A:	242.535m	
Design Speed:	100	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccollo		Cleared
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

---

### 7 Straight

Start Chainage:	1+937.036	
End Chainage:	2+103.641	
Length:	166.606m	
Design Speed:	100	
<u>Design Checks:</u>		
5.2.2 Lunghezza minima rettifici		Cleared
5.2.2 Lunghezza massima rettifici		Cleared



Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA29	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

5.2.2 Relazione lunghezze rettifici -  
raggi curve Cleared

### 8.1 Transition Curve:Clothoid


Start Chainage:	2+103.641	
End Chainage:	2+177.141	
Length:	73.500m	
A:	210.000m	
Design Speed:	100	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccollo		Cleared
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

### 8.2 Circular Curve

Start Chainage:	2+177.141	
End Chainage:	2+706.921	
Radius:	600.000m	
Design Speed:	100	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum Radius:	118.00	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
5.2.2 Sviluppo Minimo 2.5s		Cleared
5.2.4 Raggio minimo		Cleared
5.2.7 Neccessario allargamento		Cleared
5.2.5c Campo utilizzazione clotoide		Cleared

### 8.3 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	2+706.921
End Chainage:	2+782.729
Length:	75.808m

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>CA29</b>	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

A:	213.271m	
Design Speed:	100	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccollo		Cleared
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

---

### 9 Straight


Start Chainage:	2+782.729	
End Chainage:	2+793.362	
Length:	10.634m	
Design Speed:	100	
<u>Design Checks:</u>		
5.2.2 Lunghezza minima rettifili		Violated (*)
5.2.2 Lunghezza massima rettifili		Cleared
5.2.2 Relazione lunghezze rettifili - raggi curve		Cleared

---

### 10.1 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	2+793.362	
End Chainage:	2+883.612	
Length:	90.250m	
A:	190.000m	
Design Speed:	100	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccollo		Violated (**)
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

---

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA29	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

## 10.2 Circular Curve


Start Chainage:	2+883.612	
End Chainage:	2+953.853	
Radius:	400.000m	
Design Speed:	100	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum Radius:	118.00	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
5.2.2 Sviluppo Minimo 2.5s		Cleared
5.2.4 Raggio minimo		Cleared
5.2.7 Neccessario allargamento		Cleared
5.2.5c Campo utilizzazione clotoide		Cleared

## 10.3 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	2+953.853	
End Chainage:	2+998.743	
Length:	44.890m	
A:	134.000m	
Design Speed:	100	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccollo		Violated (**)
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

## 11 Straight

Start Chainage:	2+998.743
End Chainage:	3+194.716
Length:	195.972m
Design Speed:	100
<u>Design Checks:</u>	

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
CA29	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

5.2.2 Lunghezza minima rettifili	Cleared
5.2.2 Lunghezza massima rettifili	Cleared
5.2.2 Relazione lunghezze rettifili - raggi curve	Cleared

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

(\*\*) Velocità di progetto in corrispondenza dell'elemento geometrico  $< V_{max} = 100$  km/h (vedere diagramma di velocità). In particolare il non rispetto della lunghezza minima richiesta per il primo elemento di tracciato (rettifilo) è da ignorare perché, in continuità con il percorso verificato per 60 km/h comprendente il cavalcavia esistente (direzione Olmedo), realizza di fatto i 50 m. minimi richiesti.

### 5.1.5 Allargamento della carreggiata in curva

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


## 5.2 ANDAMENTO ALTIMETRICO

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

### 5.2.1 Livellette

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

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

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA29	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

## 5.2.2 Raccordi verticali

### 5.2.2.1 Convessi (Dossi)

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

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

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

- se invece  $D > L$

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

dove:

$R_v$  = raggio del raccordo verticale convesso [m]

$D$  = distanza di visibilità da realizzare [m]

$\Delta i$  = variazione di pendenza delle due livellette, espressa in percento

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

$h_2$  = altezza dell'ostacolo [m]

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

### 5.2.2.2 Concavi (Sacche)


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

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

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

- se  $D > L$

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

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA29	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

dove:

$R_v$  = raggio del raccordo verticale concavo [m]


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

$\Delta i$  = variazione di pendenza delle due livellette espressa in percento;

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

$\vartheta$  = massima divergenza verso l'alto del fascio luminoso rispetto l'asse del veicolo. Si pone di norma  $\vartheta = 1^\circ$ .

Nel seguito si riportano le verifiche di normativa.

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>CA29</b>	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

### 5.2.3 Verifiche altimetriche

#### 5.2.3.1 Completamento SS 291 (asse tipo B)

Vertical Alignment: B\_AP\_QP

Description:

Chainage Range: Start: 0+000.000, End: 3+580.000

---

#### 1 Sag Curve:Parabolic

PVC Chainage:	0+004.556
VIP Station:	0+067.038
PVT Chainage:	0+129.520
Gradient in(%):	-0.69%
Gradient out(%):	0.63%
Curve Length:	124.965m
K:	95.00
Design Speed:	120

##### Design Criteria:

Minimum K for Headlight Sight Distance:	-1.000m	Cleared
--	---------	---------

##### Design Checks:


Rv minimo - Raccordi Concavi - Visibilità per l'arresto - Cat. (Ae+Au)		Cleared
---	--	---------

---

#### 2 Crest Curve:Parabolic

PVC Chainage:	0+657.183
VIP Station:	0+750.923
PVT Chainage:	0+844.663
Gradient in(%):	0.63%
Gradient out(%):	-1.25%
Curve Length:	187.480m
K:	100.00
Design Speed:	120

##### Design Criteria:

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA29	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

Minimum K for Stopping Sight  
Distance: -1.000m Cleared

Minimum K for Overtaking Sight  
Distance: -1.000m Cleared

Design Checks:

Rv minimo - Raccordi Convessi -  
Visibilità per l'arresto - Cat. (Ae+Au) Cleared

**3 Sag Curve:Parabolic**

PVC Chainage: 0+869.901

VIP Station: 0+992.105

PVT Chainage: 1+114.308

Gradient in(%): -1.25%

Gradient out(%): 0.38%

Curve Length: 244.407m

K: 150.00

Design Speed: 120

Design Criteria:

Minimum K for Headlight Sight  
Distance: -1.000m Cleared

Design Checks:

Rv minimo - Raccordi Concavi -  
Visibilità per l'arresto - Cat. (Ae+Au) Cleared

**4 Sag Curve:Parabolic**

PVC Chainage: 1+748.634

VIP Station: 1+794.185

PVT Chainage: 1+839.735

Gradient in(%): 0.38%


Gradient out(%): 1.29%

Curve Length: 91.102m

K: 100.00

Design Speed: 120



Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA29	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

Design Criteria:

Minimum K for Headlight Sight  
Distance: -1.000m Cleared

Design Checks:

Rv minimo - Raccordi Concavi -  
Visibilità per l'arresto - Cat. (Ae+Au) Cleared

**5 Crest Curve:Parabolic**

PVC Chainage: 1+900.051  
VIP Station: 2+144.136  
PVT Chainage: 2+388.221  
Gradient in(%): 1.29%  
Gradient out(%): -0.93%  
Curve Length: 488.171m  
K: 220.00  
Design Speed: 120

Design Criteria:

Minimum K for Stopping Sight  
Distance: -1.000m Cleared


Minimum K for Overtaking Sight  
Distance: -1.000m Cleared

Design Checks:

Rv minimo - Raccordi Convessi -  
Visibilità per l'arresto - Cat. (Ae+Au) Cleared

**6 Sag Curve:Parabolic**

PVC Chainage: 2+531.080  
VIP Station: 2+780.002  
PVT Chainage: 3+028.923  
Gradient in(%): -0.93%  
Gradient out(%): 2.18%  
Curve Length: 497.843m  
K: 160.00

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>CA29</b>	<b><i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i></b>	

Design Speed:	120	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum K for Headlight Sight Distance:	-1.000m	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
Rv minimo - Raccordi Concavi - Visibilità per l'arresto - Cat. (Ae+Au)		Cleared

---


### 7 Crest Curve:Parabolic

PVC Chainage:	3+124.817	
VIP Station:	3+319.292	
PVT Chainage:	3+513.768	
Gradient in(%):	2.18%	
Gradient out(%):	-4.09%	
Curve Length:	388.951m	
K:	62.00	
Design Speed:	110	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum K for Stopping Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Minimum K for Overtaking Sight Distance:	-1.000m	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
Rv minimo - Raccordi Convessi - Visibilità per l'arresto - Cat. (Ae+Au)		Violated (**)

---

### 8 Sag Curve:Parabolic

PVC Chainage:	3+521.308
VIP Station:	3+538.982
PVT Chainage:	3+556.655
Gradient in(%):	-4.09%
Gradient out(%):	-2.07%
Curve Length:	35.347m

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA29	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

K: 17.50

Design Speed: 110

Design Criteria:


Minimum K for Headlight Sight  
Distance: -1.000m Cleared

Design Checks:

Rv minimo - Raccordi Concavi -  
Visibilità per l'arresto - Cat. (Ae+Au) Cleared

---

(\*\*) Velocità di progetto in corrispondenza dell'elemento geometrico <math>V\_{max} = 120 \text{ km/h}</math> (vedere diagramma di velocità).

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA29	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

### 5.2.3.2 Tangenziale di Alghero (asse tipo D)

Vertical Alignment: D\_AP\_QP

Description:

Chainage Range: Start: 0+018.103, End: 3+179.135

#### 1 Sag Curve:Parabolic

PVC Chainage:	0+150.667
VIP Station:	0+278.343
PVT Chainage:	0+406.019
Gradient in(%):	-1.52%
Gradient out(%):	2.73%
Curve Length:	255.352m
K:	60.00
Design Speed:	80

#### Design Criteria:


Minimum K for Headlight Sight Distance:	-1.000m	Cleared
--	---------	---------

#### Design Checks:

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

#### 2 Crest Curve:Parabolic

PVC Chainage:	0+415.304
VIP Station:	0+568.052
PVT Chainage:	0+720.800
Gradient in(%):	2.73%
Gradient out(%):	-3.26%
Curve Length:	305.496m
K:	51.00
Design Speed:	80

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>CA29</b>	<b><i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i></b>	

Design Criteria:

Minimum K for Stopping Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Minimum K for Overtaking Sight Distance:	-1.000m	Cleared

Design Checks:

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

**3 Sag Curve:Parabolic**

PVC Chainage:	0+741.323
VIP Station:	0+910.539
PVT Chainage:	1+079.756
Gradient in(%):	-3.26%
Gradient out(%):	5.20%
Curve Length:	338.434m
K:	40.00
Design Speed:	80

Design Criteria:


Minimum K for Headlight Sight Distance:	-1.000m	Cleared
--	---------	---------

Design Checks:

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

**4 Crest Curve:Parabolic**

PVC Chainage:	1+115.713
---------------	-----------

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>CA29</b>	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

VIP Station:	1+225.746
PVT Chainage:	1+335.780
Gradient in(%):	5.20%
Gradient out(%):	-0.30%
Curve Length:	220.067m
K:	40.00
Design Speed:	80

Design Criteria:

Minimum K for Stopping Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Minimum K for Overtaking Sight Distance:	-1.000m	Cleared

Design Checks:

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


---

**5 Crest Curve:Parabolic**

PVC Chainage:	1+710.863
VIP Station:	1+787.846
PVT Chainage:	1+864.829
Gradient in(%):	-0.30%
Gradient out(%):	-4.15%
Curve Length:	153.965m
K:	40.00
Design Speed:	80

Design Criteria:

Minimum K for Stopping Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Minimum K for Overtaking Sight	-1.000m	Cleared

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA29	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

Distance:

Design Checks:

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

**6 Sag Curve:Parabolic**

PVC Chainage:	1+891.696
VIP Station:	1+960.353
PVT Chainage:	2+029.011
Gradient in(%):	-4.15%
Gradient out(%):	0.43%
Curve Length:	137.315m
K:	30.00
Design Speed:	80

Design Criteria:


Minimum K for Headlight Sight Distance:	-1.000m	Cleared
--	---------	---------

Design Checks:

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

**7 Crest Curve:Parabolic**

PVC Chainage:	2+347.604
VIP Station:	2+374.905
PVT Chainage:	2+402.206
Gradient in(%):	0.43%
Gradient out(%):	-0.30%

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA29	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	


Curve Length:	54.602m	
K:	75.00	
Design Speed:	80	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum K for Stopping Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Minimum K for Overtaking Sight Distance:	-1.000m	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
Raggio verticale minimo - Raccordi Convessi - Cat. B+D		Cleared
Rv minimo - Raccordi Convessi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared

---

### 8 Sag Curve:Parabolic

PVC Chainage:	2+479.069	
VIP Station:	2+509.285	
PVT Chainage:	2+539.501	
Gradient in(%):	-0.30%	
Gradient out(%):	0.51%	
Curve Length:	60.432m	
K:	75.00	
Design Speed:	80	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum K for Headlight Sight Distance:	-1.000m	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
Raggio verticale minimo - Raccordi Concavi - Cat. B+C+D+Fe+Fu		Cleared
Rv minimo - Raccordi Concavi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared



Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA29	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

### 9 Sag Curve:Parabolic

PVC Chainage:	2+722.033
VIP Station:	2+752.166
PVT Chainage:	2+782.299
Gradient in(%):	0.51%
Gradient out(%):	1.31%
Curve Length:	60.266m
K:	75.00
Design Speed:	80

#### Design Criteria:

Minimum K for Headlight Sight Distance:	-1.000m	Cleared
--	---------	---------

#### Design Checks:


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

### 10 Crest Curve:Parabolic

PVC Chainage:	3+027.087
VIP Station:	3+042.884
PVT Chainage:	3+058.681
Gradient in(%):	1.31%
Gradient out(%):	0.52%
Curve Length:	31.594m
K:	40.00
Design Speed:	80

#### Design Criteria:

Minimum K for Stopping Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Minimum K for Overtaking Sight	-1.000m	Cleared


Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA29	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

Distance:

Design Checks:

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

---

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA29	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

### 5.2.3.3 Bretella collegamento aeroporto Alghero Fertilia (asse tipo C)

Vertical Alignment: AP\_C\_QP

Description:

Chainage Range: Start: 0+000.000, End: 3+195.757

#### 1 Sag Curve:Parabolic

PVC Chainage:	0+041.691
VIP Station:	0+082.742
PVT Chainage:	0+123.793
Gradient in(%):	-0.13%
Gradient out(%):	1.00%
Curve Length:	82.103m
K:	72.50
Design Speed:	60

#### Design Criteria:

Minimum K for Headlight Sight Distance:	3.739m	Cleared
--	--------	---------

#### Design Checks:


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

#### 2 Crest Curve:Parabolic

PVC Chainage:	0+194.000
VIP Station:	0+402.101
PVT Chainage:	0+610.202
Gradient in(%):	1.00%
Gradient out(%):	-3.16%
Curve Length:	416.202m
K:	100.00
Design Speed:	100

#### Design Criteria:

Minimum K for Stopping Sight	-1.000m	Cleared
------------------------------	---------	---------

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>CA29</b>	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

Distance:

Minimum K for Overtaking Sight -1.000m Cleared

Distance:

Design Checks:

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

### 3 Sag Curve:Parabolic

PVC Chainage: 0+648.184

VIP Station: 0+754.865

PVT Chainage: 0+861.546

Gradient in(%): -3.16%

Gradient out(%): 0.39%

Curve Length: 213.362m

K: 60.00

Design Speed: 100

Design Criteria:

Minimum K for Headlight Sight 6.870m Cleared

Distance:

Design Checks:

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

### 4 Crest Curve:Parabolic

PVC Chainage: 1+433.524

VIP Station: 1+518.937


PVT Chainage: 1+604.350

Gradient in(%): 0.39%

Gradient out(%): -0.74%

Curve Length: 170.827m

K: 150.00

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>CA29</b>	<b><i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i></b>	


Design Speed:	100	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum K for Stopping Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Minimum K for Overtaking Sight Distance:	-1.000m	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
Rv minimo - Raccordi Convessi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared

#### 5 Sag Curve:Parabolic

PVC Chainage:	1+833.382	
VIP Station:	1+919.119	
PVT Chainage:	2+004.855	
Gradient in(%):	-0.74%	
Gradient out(%):	1.40%	
Curve Length:	171.473m	
K:	80.00	
Design Speed:	100	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum K for Headlight Sight Distance:	6.870m	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
Rv minimo - Raccordi Concavi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared

#### 6 Crest Curve:Parabolic

PVC Chainage:	2+132.693
VIP Station:	2+244.122
PVT Chainage:	2+355.551
Gradient in(%):	1.40%

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>CA29</b>	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

Gradient out(%): -0.83%  
Curve Length: 222.858m  
K: 100.00  
Design Speed: 100

Design Criteria:

Minimum K for Stopping Sight  
Distance: -1.000m Cleared

Minimum K for Overtaking Sight  
Distance: -1.000m Cleared

Design Checks:

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

**7 Sag Curve:Parabolic**

PVC Chainage: 2+409.242  
VIP Station: 2+469.221  
PVT Chainage: 2+529.200  
Gradient in(%): -0.83%  
Gradient out(%): 0.50%  
Curve Length: 119.957m  
K: 90.00  
Design Speed: 100

Design Criteria:


Minimum K for Headlight Sight  
Distance: -1.000m Cleared

Design Checks:

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

**8 Crest Curve:Parabolic**

PVC Chainage: 2+629.954

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>CA29</b>	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

VIP Station:	2+766.976
PVT Chainage:	2+903.998
Gradient in(%):	0.50%
Gradient out(%):	-1.32%
Curve Length:	274.044m
K:	150.00
Design Speed:	100

Design Criteria:

Minimum K for Stopping Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Minimum K for Overtaking Sight Distance:	-1.000m	Cleared

Design Checks:

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

**9 Sag Curve:Parabolic**

PVC Chainage:	3+159.848
VIP Station:	3+168.158
PVT Chainage:	3+176.468
Gradient in(%):	-1.32%
Gradient out(%):	2.00%
Curve Length:	16.620m
K:	5.00
Design Speed:	100

Design Criteria:

Minimum K for Headlight Sight Distance:	6.870m	Violated (**)
---	--------	---------------

Design Checks:

Rv minimo - Raccordi Concavi - Visibilità per l'arresto - Cat.		Violated (**)
---	--	---------------

(B+C+D+E+Fe+Fu)

(\*\*) Velocità di progetto in corrispondenza dell'elemento geometrico <math>V\_{max} = 100 \text{ km/h}</math> (vedere diagramma di velocità).

### 5.3 PENDENZE TRASVERSALI DELLA PIATTAFORMA

Le pendenze trasversali sono state calcolate in base ai criteri di normativa, sintetizzati nei diagrammi seguenti:

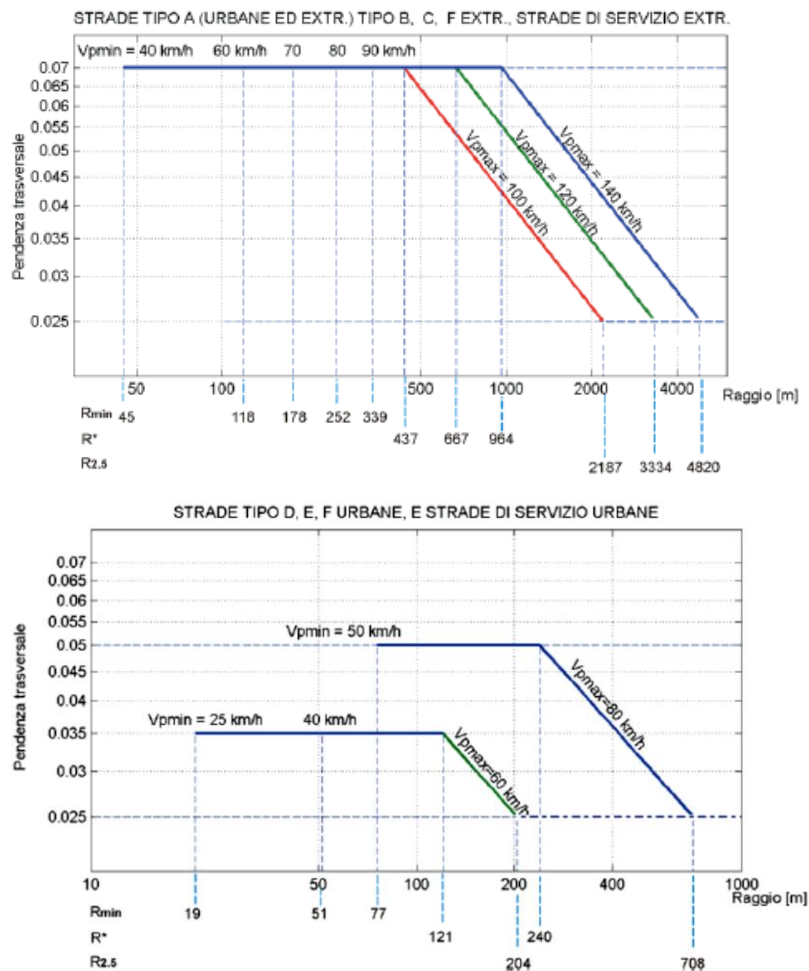


Figura 15. D.M. 05.11.2001 - Diagrammi per il calcolo delle pendenze trasversali.

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





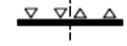


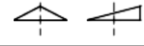
STRADE TIPO	PIATTAFORMA	PENDENZE TRASVERSALI
A, B, D a due o più corsie per carrreggiate		
E a quattro corsie		
altre strade		

Figura 16. D.M. 05.11.2001 - Pendenze trasversali delle piattaforme nei rettifili

## 5.4 DIAGRAMMI DI VELOCITÀ

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

$$D_t \leq D_r$$


$$D_t \leq D_v$$

dove

- $D_t$  è la distanza di transizione, definita come la distanza necessaria per passare dal valore  $V_{P1}$  a quello  $V_{P2}$  con un accelerazione/decelerazione di  $0,8 \text{ m/sec}^2$ , deve essere sufficiente a consentire il riconoscimento dell'elemento o di eventuali ostacoli. Tale distanza di transizione è funzione della differenza di velocità fra i due elementi, della velocità media fra i due elementi e dell'accelerazione ( $0.80 \text{ m/s}^2$ );
- $D_r$  è la distanza di riconoscimento, definita come la lunghezza massima del tratto di strada entro la quale il conducente può riconoscere eventuali ostacoli e avvenimenti. E' funzione della velocità di progetto dell'elemento di raggio maggiore;
- $D_v$  è la distanza di visuale libera nel tratto che precede la curva circolare.

Il DM 05/11/2001 prevede inoltre che

- Per  $V_{Pmax} \geq 100 \text{ km/h}$  (autostrade, strade extraurbane principali e secondarie) nel passaggio da tratti caratterizzati dalla  $V_{Pmax}$  a curve a velocità inferiore, la differenza di velocità di progetto non deve superare  $10 \text{ km/h}$ . Inoltre, fra due curve successive tale differenza, comunque mai superiore a  $20 \text{ km/h}$ , è consigliabile che non superi i  $15 \text{ km/h}$ .
- Per gli altri tipi di strade ( $V_{Pmax} \leq 80 \text{ km/h}$ ) nel passaggio da tratti caratterizzati dalla  $V_{Pmax}$  a curve a velocità inferiore, la differenza di velocità non deve superare  $5 \text{ km/h}$ . Inoltre, fra due curve successive tale differenza, comunque mai superiore a  $20 \text{ km/h}$ , è consigliabile che non superi i  $10 \text{ km/h}$ .

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA29	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

#### 5.4.1 Completamento SS 291 (asse tipo B)

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

Il diagramma presenta un andamento della velocità costantemente al valore massimo ( $V_{Pmax} = 120$  km/h) da inizio intervento fino alla pk 2+361.27, dove  $V_P$  decresce fino a 110 km/h in corrispondenza della curva num. 3 ( $R = 550$  m.), con una riduzione in linea con le prescrizioni di normativa ( $\leq 10$  km/h). In uscita da tale curva la velocità di progetto si riduce progressivamente da 110 a 60 km/h ( $a = -0.80$  m/s<sup>2</sup>), per consentire il corretto approccio alle rampe di svincolo. Detta riduzione ( $\Delta V > 20$  km/h) non è in contrasto con la normativa poiché riguarda due distinte viabilità (asse tipo B e rampe di svincolo). Inoltre il comportamento dell'utenza, in questo caso, è condizionato dalle manovre di diversione per l'immissione sulle rampe di svincolo e non è quello che si terrebbe in pieno tracciato, dove il corretto apprezzamento del suo andamento dipende in modo sostanziale dalla velocità con cui viene percorsa ogni curva. Per garantire un adeguato grado di sicurezza in questo tratto terminale della SS 291, le rampe saranno opportunamente segnalate, analogamente ai corrispondenti limiti di velocità, che passeranno da 100 km/h (in approccio alla curva con  $R=550$  m.) a 50 km/h (in corrispondenza dell'inizio delle rampe di svincolo) con un limite intermedio di 80 km/h, come previsto per la velocità legale dal Codice della Strada.

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

#### 5.4.2 Tangenziale di Alghero (asse tipo D)

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

L'andamento del diagramma presenta due tratti, a inizio e fine tracciato, nei quali la velocità di progetto varia da  $V_P = 30$  km/h a  $V_{Pmax} = 80$  km/h e viceversa ( $a = \pm 0.80$  m/s<sup>2</sup>), dato che il tracciato inizia e termina in corrispondenza di due rotatorie (rotatoria 1 e rotatoria 3). Tra questi due tratti la velocità di progetto si mantiene costante al valore massimo  $V_{Pmax} = 80$  km/h.


I tratti iniziali e finali di cui sopra saranno adeguatamente segnalati mediante segnaletica orizzontale e verticale, analogamente ai corrispondenti limiti di velocità, in conformità con le indicazioni del Codice della Strada.

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

#### 5.4.3 Bretella di collegamento con l'aeroporto di Alghero Fertilia (asse tipo C)

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

L'andamento del diagramma presenta due tratti in cui la velocità di progetto varia linearmente con il valore di accelerazione previsto in normativa ( $a = \pm 0.80$  m/s<sup>2</sup>):

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA29	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

- a inizio tracciato, in corrispondenza dell'esistente intersezione in località Mamuntanas in cui la velocità di progetto passa da  $V_P = 60$  km/h a  $V_{Pmax} = 100$  km/h;
- a fine tracciato, in cui la velocità di progetto passa da  $V_{Pmax} = 100$  km/h a  $V_P = 20$  km/h, poiché l'intervento termina in corrispondenza della rotonda (ROT\_C) che intercetta la SP42.

Tra questi due tratti la velocità di progetto si mantiene costante al valore massimo  $V_{Pmax} = 100$  km/h.

I tratti iniziali e finali di cui sopra saranno adeguatamente segnalati mediante segnaletica orizzontale e verticale, analogamente ai corrispondenti limiti di velocità, in conformità con le indicazioni del Codice della Strada.

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

## 5.5 VERIFICHE DI VISIBILITÀ

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


- Distanza di visibilità per l'arresto, definita come lo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizioni di sicurezza davanti ad un ostacolo improvviso;
- Distanza di visibilità per la manovra di cambiamento di corsia, definita come la lunghezza del tratto di strada occorrente per il passaggio da una corsia a quella a essa adiacente nella manovra di deviazione in corrispondenza di punti singolari (intersezioni, uscite, ecc.).

Lungo tutto il tracciato deve essere sempre garantita la distanza di visibilità per l'arresto e, in corrispondenza di punti singolari, anche quella del cambio corsia.

Le verifiche delle visuali libere sono state condotte confrontando la visuale libera disponibile con la distanza di arresto e quella di cambio corsia, entrambe calcolate in base al diagramma della velocità: se la visuale libera disponibile è insufficiente ad assicurare l'arresto e/o il cambio corsia, si è proceduto a un allargamento della carreggiata, in modo da aumentare la visuale libera. I diagrammi riportati nelle tavole specifiche fanno quindi riferimento alla visuale libera e alla distanza di visibilità determinate a seguito degli allargamenti necessari. Nelle tavole, sono inoltre riportati gli andamenti degli allargamenti e l'entità degli stessi.

### 5.5.1 Distanza di visibilità per l'arresto

Le DVL per l'arresto sono state confrontate con le relative distanze di visibilità disponibili, in funzione delle velocità desunte dai relativi diagrammi, considerando l'intervallo di velocità assegnato al tipo di strada secondo il DM 05/11/2001 e all'aderenza del piano viabile.

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA29	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

Le verifiche sono state condotte eseguendo un'analisi lungo ciascun asse stradale, in entrambi i sensi di marcia, tenendo conto degli andamenti plano-altimetrici.

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

A seguito della suddetta analisi di visibilità, è stato necessario prevedere l'inserimento di allargamenti di piattaforma per la visibilità, come riportato negli appositi elaborati grafici e qui di seguito sintetizzati:

#### Completamento SS 291 (asse tipo B)


Curva	Raggio	Direzione	Dal km	Al km	Allargamento. max	Lato
1	1189.55	Ritorno	0+020.00	0+750.00	1.05	interno
2	1185.00	Andata	1+220.00	1+800.00	0.90	interno
3	550.00	Andata	2+636.20	3+300.00	2.50	esterno
		Ritorno	2+580.00	3+300.00	3.65	interno

#### Tangenziale di Alghero (asse tipo D)

Curva	Raggio	Direzione	Dal km	Al km	Allargamento. max	Lato
1	400.00	Andata	0+410.00	0+680.00	1.15	esterno
		Ritorno	0+380.00	0+720.00	1.85	interno
2	600.00	Andata	0+800.00	1+000.00	0.50	interno
3	500.00	Andata	1+150.00	1+577.00	0.25	esterno
		Ritorno	1+081.80	1+562.00	1.15	interno
4	390.00	Andata	1+644.90	2+050.00	1.00	interno
		Ritorno	1+675.50	2+000.00	0.30	esterno

#### Bretella di collegamento con l'aeroporto di Alghero Fertilia (asse tipo C)

Curva	Raggio	Direzione	Dal km	Al km	Allargamento. max	Lato
1	600.00	Ritorno	0+067.20	0+460.00	2.00	esterno
2	500.00	Andata	0+620.00	1+573.90	3.65	esterno
3	600.00	Ritorno	0+800.00	1+000.00	0.50	interno
4	600.00	Ritorno	2+108.80	2+780.00	2.40	esterno
5	400.00	Andata	2+796.20	2+955.20	1.00	esterno

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA29	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

### 5.5.2 Distanza di visibilità per la manovra di cambio corsia

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

Il tracciato è verificato ovunque detta verifica sia stata necessaria, ossia in prossimità della corsia di decelerazione della rampa di svincolo che dalla tangenziale di Alghero (tipo D) immette nella SS291 in direzione Nord.

## 6 INTERSEZIONI

L'intervento prevede le seguenti nuove intersezioni:

- Lotto 1: svincolo direzionale di Alghero: è situato al termine della viabilità principale (intersezione tra strada tipo B e D).
- Lotto 1: svincolo per la connessione della viabilità locale "Ungias" alla tangenziale di Alghero (tipo D);
- Lotto 1: rampe di collegamento con la tangenziale di Alghero ad alcune viabilità locali tagliate dal nuovo asse D (via degli Orti; via Montagnese; via Antoni; Via del Carmine).
- Lotto 4: Intersezione a rotatoria su bretella per l'aeroporto per la connessione della SP42;

L'asse D si connette a Nord alla rete stradale esistente innestandosi su una rotatoria di recente realizzazione (rotatoria 1). Anche a Sud il collegamento avverrà per mezzo di una rotatoria (rotatoria 3), che però è ancora da realizzarsi a cura di un'altra committenza.

La bretella di collegamento con l'aeroporto di Alghero Fertilia si riconnetterà alla viabilità esistente (SP42) mediante una nuova rotatoria a tre bracci.

### 6.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E FUNZIONALI DELLE RAMPE

#### 6.1.1 Piattaforme tipo

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

Le uniche rampe bidirezionali presenti in progetto sono da considerarsi come due monodirezionali affiancate, che pertanto avranno la semicarreggiata con le medesime dimensioni di queste ultime.

Le zone di scambio sono a una sola corsia ausiliaria di larghezza pari a 3.50 m., fiancheggiata da una banchina da 1.00 m.

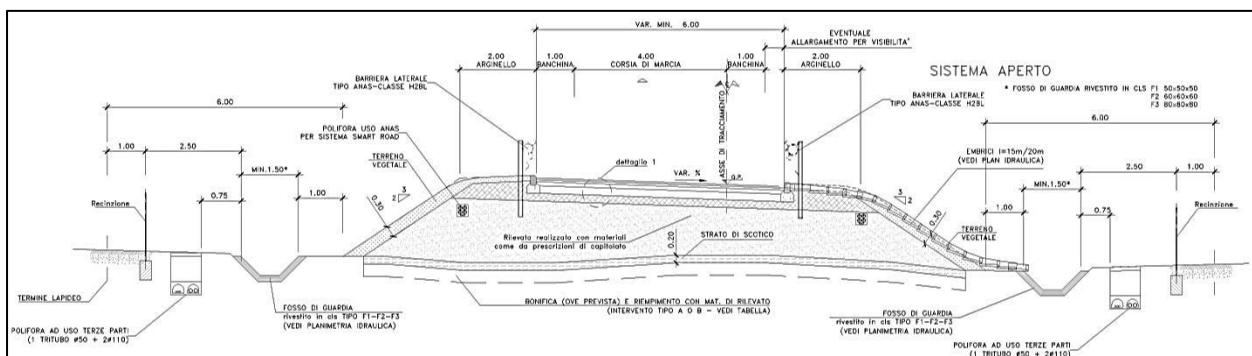


Figura 17. Sezione tipo rama monodirezionale

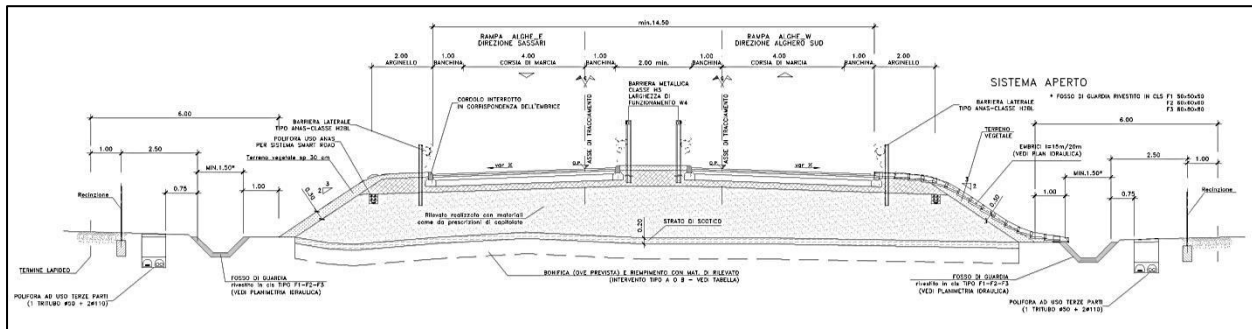


Figura 18. Sezione tipo rama bidirezionale

### 6.1.2 Velocità di progetto e geometria degli elementi modulari delle rampe

Gli svincoli di progetto si configurano come intersezioni di tipo 2 (fig. 3 del DM 19/04/2006). Pertanto, l'intervallo di velocità di progetto per le rampe è quello indicato nella tabella seguente:

Tipi di rampe	Intersezioni Tipo 1 (fig. 3), escluse B/B, D/D, B/D, D/B		Intersezioni Tipo 2 (fig. 3), e B/B, D/D, B/D, D/B	
	Diretta	50-80 km/h		40-60 km/h
Semidiretta	40-70 km/h		40-60 km/h	
Indiretta	in uscita da A	40 km/h	in uscita dalla strada di livello ger. superiore	40 km/h
	in entrata su A	30 km/h	in entrata sulla strada di livello ger. superiore	30 km/h

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

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

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

Il profilo altimetrico ha tenuto conto dei vincoli di complanarità derivanti dalla riconnessione con gli assi principali. Le pendenze longitudinali hanno valori costantemente inferiori ai massimi consentiti dal D.M. 19-04-2006, mentre le livellette sono state raccordate mediante archi di cerchio mai inferiori ai minimi di cui alla tabella precedente.

### 6.1.3 Corsie specializzate

In considerazione della categoria di strada dell'asse principale (tipo B), sono state previste corsie specializzate di uscita parallele (diversione) e di entrata (immissione). In entrambi i casi le dimensioni della piattaforma sono conformi ai dati riportati nella tabella seguente:

Strade extraurbane				
Elemento modulare	Tipo di strada principale	Larghezza corsie (m)	Larghezza banchina in destra (m)	Larghezza banchina in sinistra (m)
Corsie specializzate di uscita e di immissione	A	3,75	2,50	-
	B	3,75	1,75	-
Rampe monodirezionali	A	1 corsia: 4,00	1,00	1,00
		2 corsie: 2 x 3,50		
	B	1 corsia: 4,00	1,00	1,00
		2 corsie: 2 x 3,50		
Rampe bidirezionali	A	1 corsia: 3,50	1,00	-
	B	1 corsia: 3,50	1,00	-

#### 6.1.3.1 Corsie di uscita

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

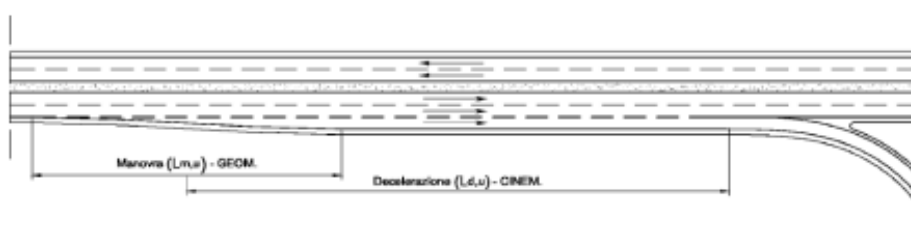


Figura 19. Schema corsia di uscita parallela.

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


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

- ✓  $L = L_{d,u}$  (m) è la lunghezza necessaria per la variazione cinematica;
- ✓  $v_1$  (m/s) è la velocità di ingresso nel tratto di decelerazione;
- ✓  $v_2$  (m/s) è la velocità di uscita dal tratto di decelerazione, corrispondente alla velocità di progetto  $V_R$  della curva;
- ✓  $a$  ( $m/s^2$ ) è il valore dell'accelerazione negativa assunta per la manovra. Per la tipo B  $a = 3 m/s^2$  Per le tipo D e C  $a = 2 m/s^2$  (par. 4.2 DM 19/04/2006).

- $L_{m,u}$ , tratto di manovra, determinato in base alla velocità di progetto del tratto di strada da cui si dirama la corsia, conformemente a quanto indicato nella tabella a lato:

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



Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
CA29	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

### 6.1.3.2 Corsie d'immissione

Le corsie d'immissione sono state dimensionate utilizzando due metodi di calcolo e scegliendo quello più cautelativo.

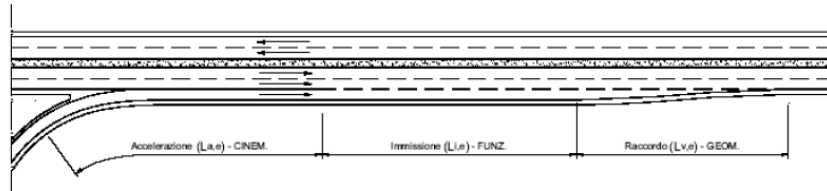


Figura 20. Schema corsia di immissione.

#### 6.1.3.2.1 Metodo cinematico - semi empirico

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

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

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

- ✓  $L = L_{a,e}$  (m) è la lunghezza necessaria per la variazione cinematica;
- ✓  $v_1$  (m/s) è la velocità progetto della rampa nel punto di inizio del tratto di accelerazione.
- ✓  $v_2$  (m/s) corrisponde all'80% della velocità di progetto della strada sulla quale la corsia si immette.
- ✓  $a$  (m/s<sup>2</sup>) è il valore dell'accelerazione positiva assunta per la manovra, pari a 1.00 m/s<sup>2</sup> (par. 4.2 DM 19/04/2006).
- $L_{i,e}$ , tratto di immissione (attesa in movimento). La lunghezza di tale tratto si calcola mediante la seguente relazione:

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


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

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

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

#### 6.1.3.2.2 Metodo probabilistico

L'approccio adottato per la determinazione probabilistica della lunghezza  $L$  della corsia di immissione è quello dell'**intervallo critico**. Affinché il veicolo della corrente sulla corsia num. 1 non sia costretto a rallentare a causa dell'ingresso di un veicolo proveniente dalla corsia di immissione, è necessario che quest'ultimo esegua l'inserimento garantendo una distanza almeno pari a quella di sicurezza tra sé ed il veicolo della corrente veicolare principale e tra sé ed il veicolo che segue. Il tipo d'immissione appena

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA29	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

descritto si definisce “immissione ideale”, mentre è denominato “intervallo critico” (T) il più piccolo intervallo temporale fra due veicoli della corrente veicolare principale che consente un’immissione ideale. In definitiva, un veicolo sulla corsia d’immissione entrerà nella corrente principale quando avrà a disposizione un varco temporale pari almeno al tempo critico T. L’espressione analitica che permette di quantificare l’intervallo critico è la seguente:

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

in cui:

$V_{P,m}$  = velocità media del flusso della corrente principale – Corsia num. 1 (km/h)

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

$\delta = 1 \text{ sec.}$  = intervallo temporale di sicurezza tra due veicoli consecutivi;

$a = 1.2 \text{ m/sec}^2$  = accelerazione longitudinale.

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

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

$V_{u,clot}$  è la velocità all’uscita dalla clotoide che precede il tratto parallelo, lungo il quale il veicolo continuerà ad accelerare fino a  $0.80V_P$ . Quindi  $V_{i,m}$  rappresenta la velocità media (costante) alla quale il veicolo percorre tutto il tratto parallelo della corsia d’immissione e, di conseguenza, la verifica funzionale riguarderà l’intera lunghezza di quest’ultimo.

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

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

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

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


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

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

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

K = 3 per  $Q_1 > 800 \text{ veic/h}$

$Q_1$  rappresenta il flusso di traffico transitante nella corsia num. 1, pari al 60% del volume di traffico totale transitante nella direzione in esame.

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 GRUPPO FS ITALIANE
CA29	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

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

$$F(t < T) = 1 - e^{-KqT} \sum_{n=0}^{K-1} \frac{(KqT)^n}{n!}$$

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

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

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

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

E' chiaro che, in fase di progetto, non si può ritenere sempre accettabile il valore di probabilità associato al primo evento. Occorre, pertanto, fissare una "probabilità di progetto" e calcolare conseguentemente il numero di eventi (passaggi di veicoli consecutivi sulla corsia di marcia principale) in grado di garantire il manifestarsi della probabilità medesima. Siccome l'evento "transito di una vettura" si ripete sempre uguale a sé stesso ed è considerato indipendente, (nel senso che il transito di una vettura non influenza quello di una seconda vettura successiva), la probabilità che un evento si presenti all'evento r-esimo si ottiene come intersezione di probabilità indipendenti mediante la relazione:

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

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

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

dove:

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

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

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

I volumi di traffico stati desunti dallo Studio del Traffico del Progetto Definitivo.

### 6.1.3.3 Zone di scambio

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

percorre la corsia ausiliaria e intende trasferirsi nella carreggiata corrente, con il flusso di uscita che percorre la carreggiata corrente e vuole trasferirsi sulla corsia ausiliaria.

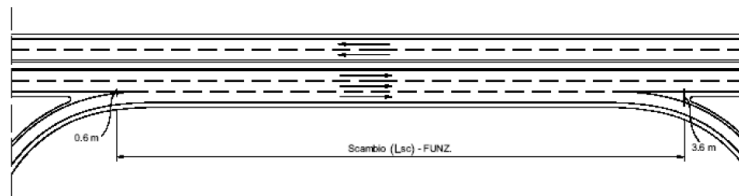
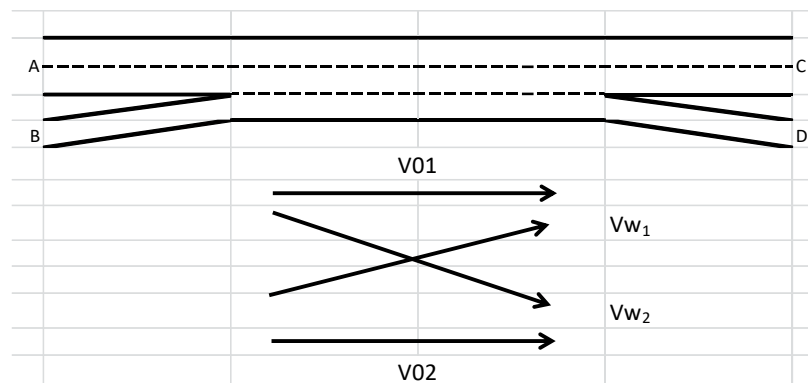


Figura 21. Schema zona di scambio.

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



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

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

E' altresì importante puntualizzare che, ai fini della verifica, si prenderà in considerazione esclusivamente il tratto  $L_{scambio}$  percorso a velocità costante dai veicoli (velocità medie nello spazio delle correnti che scambiano e non scambiano). Dette velocità si determinano in base alle formule contenute nella procedura dell'HCM, cui si rimanda per i dettagli.

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

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

LoS	Densità
	Veic/km/corsia
A	$\leq 6$
B	6 - 12
C	12 - 17
D	17 - 22
E	22 - 27
F	$> 27$

Per altri dettagli sulla procedura si rimanda all'Highway Capacity Manual, Capitolo 24 - Freeway Weaving.

I flussi che impegnano le zone di scambio sono stati determinati in base alle assegnazioni definite in base allo Studio del Traffico del Progetto Definitivo.

#### 6.1.3.4 Visibilità delle intersezioni a raso

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

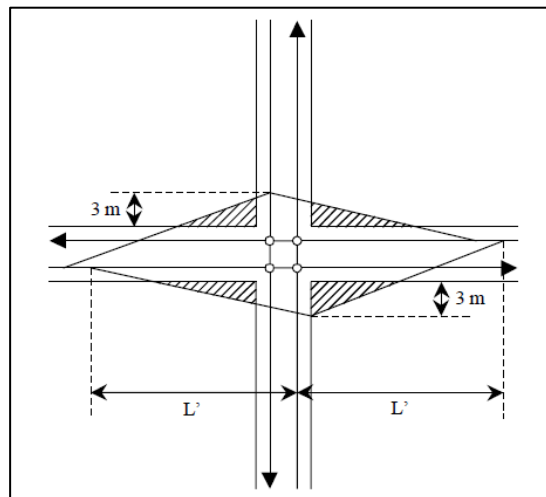


Figura 22 – Triangoli di visibilità nel caso di regolazione con STOP.

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

## 6.2 SVINCOLO DIREZIONALE DI ALGHERO

### 6.2.1 Descrizione

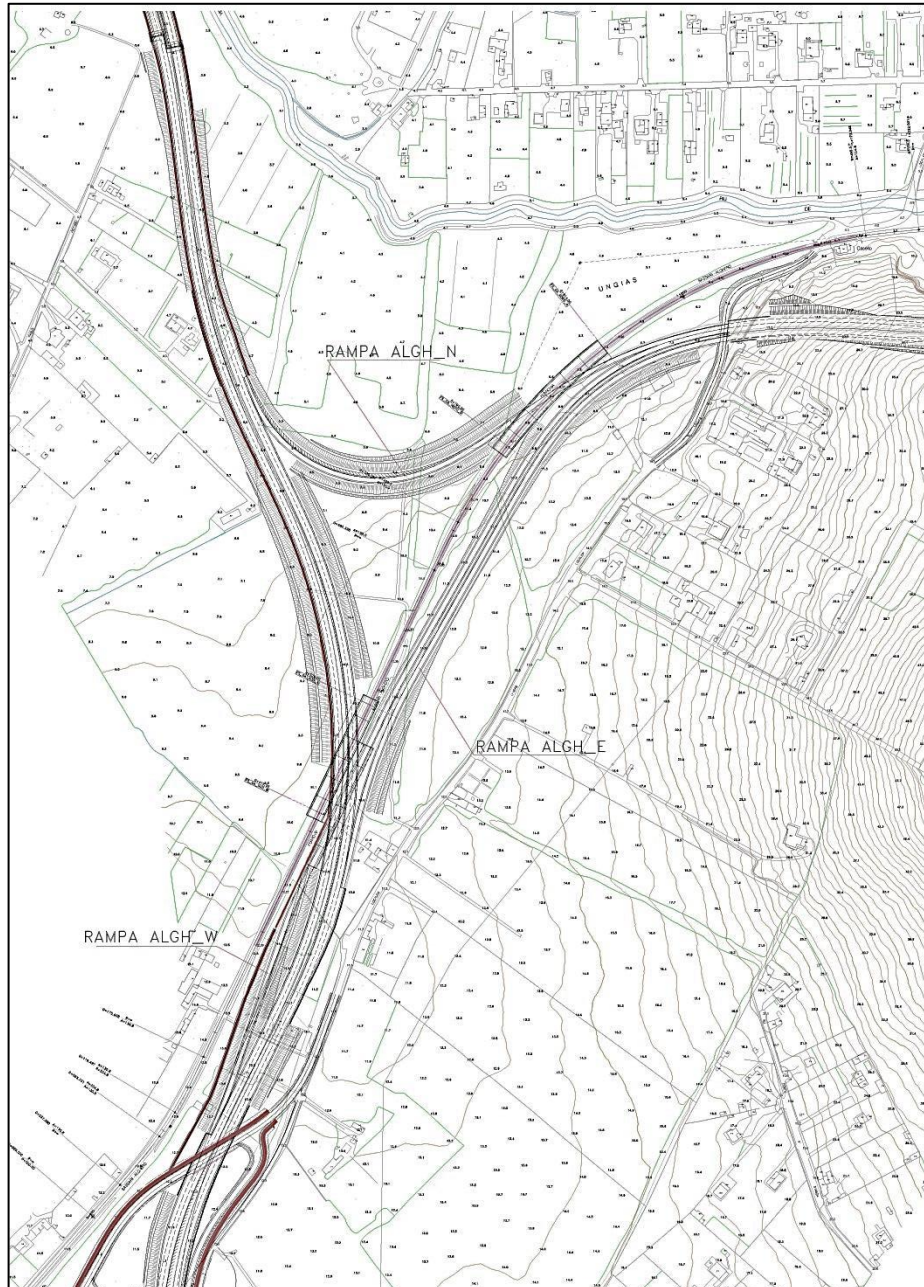



Figura 23 – Svincolo direzionale di Alghero.

Lo svincolo direzionale di Alghero è costituito da:

- una rampa monodirezionale (ALGH\_N) che connette la SS291 (asse B) in direzione Alghero con l'asse D in direzione Nord scavalcando la linea ferroviaria, che in quel tratto sarà in galleria artificiale;

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
<b>CA29</b>	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

- una rampa bidirezionale che manterrà l'affiancamento tra le due corsie residue provenienti dall'asse B in direzione Alghero diventando, di fatto, due rampe monodirezionali affiancate. Al termine del "tratto bidirezionale" le due rampe si diramano, con la rampa monodirezionale in direzione Sud (ALGH\_W) per la connessione all'asse D in direzione Alghero e la rampa monodirezionale Nord (ALGH\_E) per la connessione dell'asse D alla SS291. La rampa in direzione Sud sarà ubicata in affiancamento stretto alla linea ferroviaria e sottopasserà l'asse D in galleria artificiale.

## 6.2.2 Verifiche di rispondenza del progetto al DM 19/04/2006

### 6.2.2.1 Verifiche cinematiche e di sicurezza per le rampe

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

RAMPE	Curva	R	j	VP	Clotoide minima		Parametri della curva			Da	Larghezza Rampa	
					A <sub>min</sub>	L <sub>min</sub>	A <sub>in</sub>	Svarco	A <sub>out</sub>		B <sub>corsia</sub>	B <sub>bianchina</sub>
					m	%	Km/h	m.	m.		m.	m.
ALGH_N	1	404.25	3.18%	60	75.60	14.14	0.00	150.30	170.00	70.00	4.00	1.00
		120.00	6.93%	60	75.60	47.63	113.50	141.92	76.10	70.00	4.00	1.00
		588.00	2.51%	60	75.60	9.72	76.10	10.00	0.00	70.00	4.00	1.00
ALGH_E	1	396.75	3.22%	60	75.60	14.41	0.00	18.41	170.00	70.00	4.00	1.00
		216.00	4.75%	60	75.60	26.46	170.00	85.43	150.00	70.00	4.00	1.00
	2	350.00	3.49%	60	75.60	16.33	85.00	19.36	85.00	70.00	4.00	1.00
		300.00	3.85%	60	75.60	19.05	80.00	17.13	80.00	70.00	4.00	1.00
ALGH_W	1	508.50	2.75%	60	75.60	11.24	0.00	10.00	95.00	70.00	4.00	1.00
		500.00	2.78%	60	75.60	11.43	95.00	126.58	95.00	70.00	4.00	1.00
	2	212.00	4.81%	60	75.60	26.96	147.91	65.47	209.69	70.00	4.00	1.00
		393.25	3.24%	60	75.60	14.53	209.69	0.69	0.00	70.00	4.00	1.00

La pendenza longitudinale massima si riscontra in corrispondenza della rampa ALGH\_E ed è pari al - 6.00%, inferiore comunque al massimo consentito per le rampe in discesa.


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

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

### 6.2.2.2 Diagrammi di velocità e visibilità

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

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

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>CA29</b>	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

A seguito della suddetta analisi di visibilità, è stato necessario prevedere l'inserimento di allargamenti di piattaforma per la visibilità solo in corrispondenza della rampa ALGH\_N, come riportato nell'apposito elaborato grafico e qui di seguito sintetizzato:

### Rampa ALGH\_N

Curva	Raggio	Dal km	Al km	Allargamento. max	Lato
1	120.00	0+260.00	0+509.47	2.55	interno

#### 6.2.2.3 Corsia di uscita

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

Rampa	Tipo strada in uscita	$V_{pi}$	$V_R$	$a$	$L_{DU}$	$L_{MU}$ (ago)	$L_2$ (tr. parallelo)
		km/h	Km/h	m/sec2	m	m	m
ALGH_E	D	<b>80</b>	<b>60.00</b>	2.00	54	<b>60</b>	<b>24.00</b>

#### 6.2.2.4 Corsia d'immissione

##### 6.2.2.4.1 Metodo cinematico - semi empirico


In base al metodo cinematico – semi empirico delineato al paragrafo 6.1.3.2.1, le dimensioni dei diversi elementi componenti le corsie di immissione sono quelli di cui alla tabella seguente:

RAMPA	$V_R$	$L_{clot.}$	$V_f$	$L_{a,e}$	$L_{parall.}$	$Q_{AB}$	Ripartiz. per corsia	$Q_1$	$L_{i,e}$	$L_{parall.} + L_{i,e}$	$L_{v,e}$	$L_{TOT}$
	Km/h	m	km/h	m	m	veic/h		veic/h	m	m	m	m
ALGH_N	60.00	0.00	<b>80</b>	19.00	19.00	140	60%	<b>84</b>	0.00	<b>19.00</b>	<b>50</b>	<b>69</b>
ALGH_W	60.00	0.00	<b>80</b>	19.00	19.00	140	60%	<b>84</b>	0.00	<b>19.00</b>	<b>50</b>	<b>69</b>

##### 6.2.2.4.2 Metodo probabilistico

Con riferimento alla verifica basata sulla distribuzione probabilistica dei distanziamenti temporali tra i veicoli in marcia di cui al paragrafo 6.1.3.2.2, il bollettino CNR n. 90 del 15/04/1983 indica di utilizzare un percentile del tempo d'attesa elevato, in genere il 90%.



Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
CA29	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

Nello schema seguente è riportato il prospetto con le probabilità in funzione del numero  $r$  di eventi, identico per entrambe le corsie d'immissione, da cui si evince che è sufficiente un numero di eventi pari a 1 affinché si ottenga un'elevata probabilità che  $t \geq T$ .

Distribuzione di Erlang			<b>K = 1</b>
0	1	2	3
1	0.06287	0.001976	4.14E-05
r	F(r)	P(r)	L
1	6.093%	93.907%	46.40
2	0.371%	99.629%	738.10
3	0.023%	99.977%	1476.19
4	0.001%	99.999%	2214.29
5	0.000%	100.000%	2952.38
6	0.000%	100.000%	3690.48
7	0.000%	100.000%	4428.57
8	0.000%	100.000%	5166.67
9	0.000%	100.000%	5904.76
10	0.000%	100.000%	6642.86

#### 6.2.2.4.3 Confronto tra i due metodi

Mettendo a confronto i due metodi di dimensionamento si desume che la lunghezza totale del tratto parallelo ottenuta con il metodo probabilistico è maggiore di quella ottenuta con il metodo semi-empirico. Pertanto la lunghezza del tratto parallelo delle corsie d'immissione è quella risultante dalla tabella seguente:

RAMPA	$L_{\text{parall}}$	$L_{v,e}$	$L_{\text{TOT}}$
	m	m	m
ALGH_N	47.00	50.00	97.00
ALGH_W	47.00	50.00	97.00

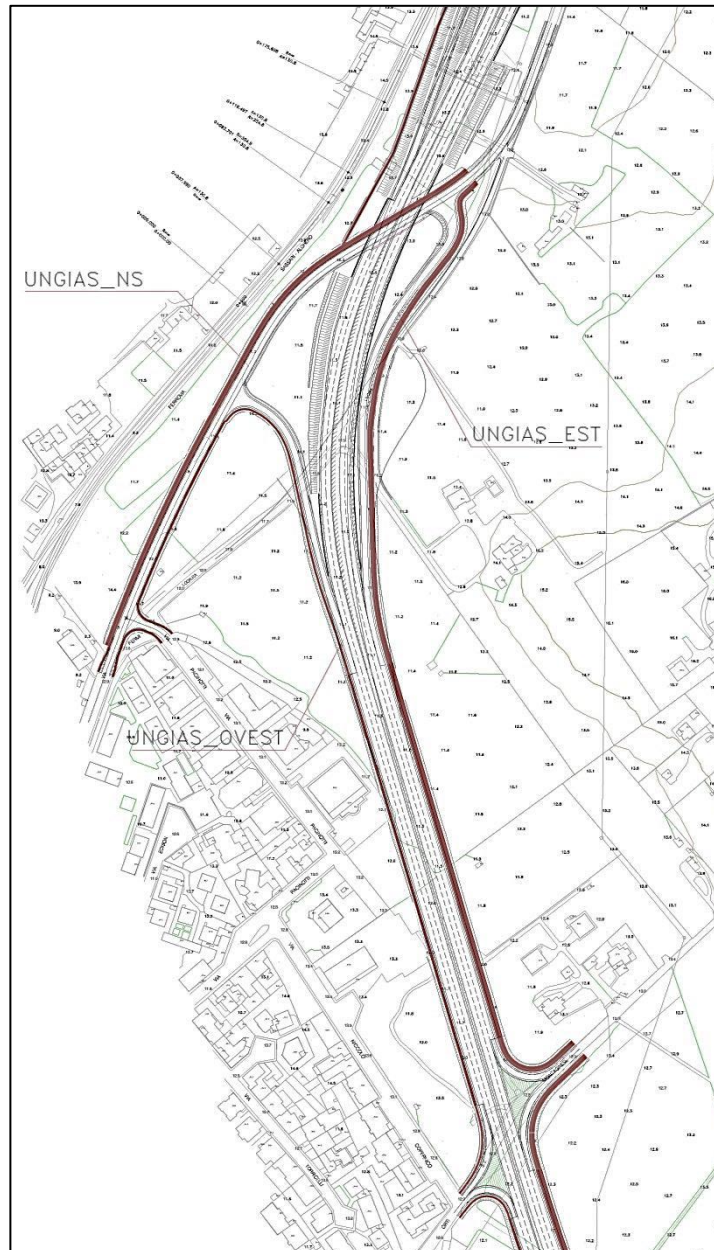
Nel caso della rampa ALGH\_N è stata adottata la lunghezza di cui alla tabella precedente, mentre per la rampa ALGH\_W il tratto parallelo d'immissione è stato portato a circa 100 m., per aumentare la sicurezza dell'intersezione tenendo conto del fatto che l'immissione avviene in curva.

## 6.3 SVINCOLO DI VIA UNGIAS

### 6.3.1 Descrizione

La nuova intersezione di via Ungias è costituita da uno svincolo incompleto, che consente unicamente le manovre per i veicoli che da via Ungias vogliono immettersi sulla tipo D in direzione centro città (direzione Sud) e viceversa. Non sono altresì consentite le manovre per i veicoli da e verso Sassari.

Questa nuova intersezione richiederà, inoltre, una modifica di tracciato della stessa via Ungias che, per la sua posizione all'interno della rete viaria di Alghero, sarà equiparata a una strada urbana di quartiere (tipo E del DM 05/11/2001).



*Figura 24 – Svincolo di via Ungias.*

Dalla figura si evince inoltre che, sia la rampa d'immissione sia quella d'uscita sono, di fatto, dei tronchi di scambio poiché, per motivi di spazio non è stato possibile distanziarle opportunamente rispetto a quelle dell'intersezione successiva (via Montagnese).

### 6.3.2 Via Ungias

Le caratteristiche geometriche adottate per la piattaforma stradale sono conformi a quelle del tipo E, definita dal D.M. 5/11/2001 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” (strade urbane di quartiere). La piattaforma stradale è costituita da una carreggiata unica, con una corsia per senso di marcia da m. 3,00, fiancheggiata da una banchina di 0,50 m. L’intervallo di velocità di progetto è 40-60 km/h.

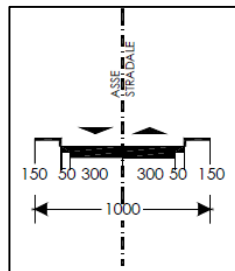


Figura 25. Piattaforma stradale tipo E (D.M. 05.11.2001).

Ai lati della piattaforma sono previsti marciapiedi non sormontabili di larghezza pari a 1,50 m. Inoltre, solo in dx, il marciapiede è affiancato da una pista ciclabile avente larghezza pari a 2,50 m.

Gli elementi marginali sono costituiti da arginelli erbosi, di larghezza pari a 1,00 m, delimitati a bordo marciapiede da un cordolo in conglomerato cementizio.

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

Per maggiori dettagli si consultino gli elaborati specifici.

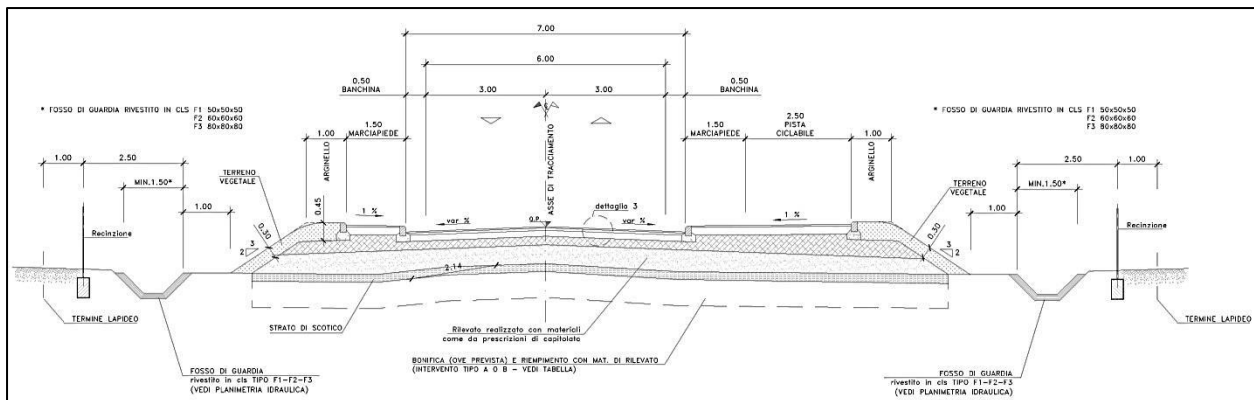



Figura 26. Sezione tipo strada tipo E

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

Nel seguito si riportano le verifiche di normativa.

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>CA29</b>	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

### 6.3.2.1 Verifiche planimetriche

Alignment Name: UNGIAS\_NS

Description:

Chainage Range: Start: 0+000.000, End: 0+615.828

#### 1 Straight

Start Chainage: 0+000.000

End Chainage: 0+040.000

Length: 40.000m

Design Speed: 60

Design Checks:

5.2.2 Lunghezza minima rettifili	Cleared
5.2.2 Lunghezza massima rettifili	Cleared
5.2.2 Relazione lunghezze rettifili - raggi curve	Cleared

#### 2.1 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage: 0+040.000

End Chainage: 0+082.908

Length: 42.908m

A: 72.500m

Design Speed: 60

Design Criteria:

Minimum Taper Length: -1.00 Cleared


Design Checks:

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

#### 2.2 Circular Curve

Start Chainage: 0+082.908

End Chainage: 0+124.608

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>CA29</b>	<b><i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i></b>	

Radius:	122.500m	
Design Speed:	60	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum Radius:	51.00	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
5.2.2 Sviluppo Minimo 2.5s		Cleared
5.2.4 Raggio minimo		Cleared

---

### 3.1 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	0+124.608	
End Chainage:	0+167.516	
Length:	42.908m	
A:	72.500m	
Design Speed:	60	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccollo		Cleared (*)
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

---


### 3.2 Straight

Start Chainage:	0+167.516
End Chainage:	0+217.516
Length:	50.000m
Design Speed:	60
<u>Design Checks:</u>	

---

### 4.1 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	0+217.516
End Chainage:	0+253.766
Length:	36.250m
A:	72.500m

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>CA29</b>	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

Design Speed:	60	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccollo		Cleared (*)
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

---

#### 4.2 Circular Curve

Start Chainage:	0+253.766	
End Chainage:	0+294.839	
Radius:	145.000m	
Design Speed:	60	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum Radius:	51.00	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
5.2.2 Sviluppo Minimo 2.5s		Cleared (*)
5.2.4 Raggio minimo		Cleared


---

#### 5.1 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	0+294.839	
End Chainage:	0+331.089	
Length:	36.250m	
A:	72.500m	
Design Speed:	60	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
5.2.5 Criterio 1 - Limitazione del contraccollo		Cleared (*)
5.2.5 Criterio 3 - Criterio Ottico		Cleared

---

#### 5.2 Straight

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>CA29</b>	<b><i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i></b>	

Start Chainage: 0+331.089  
End Chainage: 0+383.741  
Length: 52.652m  
Design Speed: 60  
Design Checks:

### 6 Circular Curve

Start Chainage: 0+383.741  
End Chainage: 0+570.886  
Radius: 1,150.000m  
Design Speed: 60  
Design Criteria:  
Minimum Radius: 51.00 Cleared  
Design Checks:

### 7 Straight

Start Chainage: 0+570.886  
End Chainage: 0+615.828  
Length: 44.942m  
Design Speed: 60  
Design Checks:  
5.2.2 Lunghezza minima rettifili Cleared  
5.2.2 Lunghezza massima rettifili Cleared  
5.2.2 Relazione lunghezze rettifili -  
raggi curve Cleared


(\*) Contraccolpo esatto

#### 6.3.2.2 Verifiche altimetriche

Vertical Alignment: UNGIAS\_NS\_QP

Description:

Chainage Range: Start: 0+000.000, End: 0+615.864

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>CA29</b>	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

### 1 Crest Curve:Parabolic

PVC Chainage:	0+110.679
VIP Station:	0+126.122
PVT Chainage:	0+141.566
Gradient in(%):	0.58%
Gradient out(%):	-0.30%
Curve Length:	30.887m
K:	35.00
Design Speed:	60

#### Design Criteria:

Minimum K for Stopping Sight Distance:	-1.000m	Cleared
---	---------	---------

Minimum K for Overtaking Sight Distance:	-1.000m	Cleared
---	---------	---------

#### Design Checks:

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

### 2 Sag Curve:Parabolic


PVC Chainage:	0+361.546
VIP Station:	0+400.641
PVT Chainage:	0+439.736
Gradient in(%):	-0.30%
Gradient out(%):	1.65%
Curve Length:	78.190m
K:	40.00
Design Speed:	60

#### Design Criteria:

Minimum K for Headlight Sight Distance:	-1.000m	Cleared
--	---------	---------

#### Design Checks:



Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA29	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

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

### 3 Crest Curve:Parabolic

PVC Chainage: 0+520.085  
 VIP Station: 0+561.900  
 PVT Chainage: 0+603.716  
 Gradient in(%): 1.65%  
 Gradient out(%): -4.54%  
 Curve Length: 83.631m  
 K: 13.50  
 Design Speed: 60

#### Design Criteria:

Minimum K for Stopping Sight  
 Distance: -1.000m Cleared

Minimum K for Overtaking Sight  
 Distance: -1.000m Cleared

#### Design Checks:


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

### 6.3.2.3 Pendenze trasversali e rotazione della piattaforma

Le pendenze trasversali sono state calcolate in base ai criteri di normativa, sintetizzati nel diagramma di cui al paragrafo 5.3, analogamente alle pendenze trasversali in rettilineo.:

### 6.3.2.4 Diagramma di velocità e visibilità

Sono stati prodotti i diagrammi di velocità e di visibilità. L'analisi di visibilità è stata condotta confrontando la DVL disponibile con la distanza d'arresto, utilizzando i metodi già illustrati nei paragrafi precedenti. Dall'esame dei diagrammi non è stata evidenziata la necessità di allargamenti per visibilità.

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>CA29</b>	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

### 6.3.3 Rampe Ungias\_E e Ungias\_W - Verifiche di rispondenza al DM 19/04/2006

#### 6.3.3.1 Verifiche cinematiche e di sicurezza per le rampe

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

RAMPE	Curva	R	j	VP	Clotoide minima		Parametri della curva			Da	Larghezza Rampa	
					A <sub>min</sub>	L <sub>min</sub>	A <sub>in</sub>	Svarco	A <sub>out</sub>		B <sub>corsia</sub>	B <sub>banchina</sub>
					m.	m.	m.	m.	m.		m.	m.
UNGIAS_EST	1	210.00	4.84%	60	75.60	27.22	76.00	24.64	76.00	70.00	4.00	1.00
	2	150.00	6.00%	60	75.60	38.10	82.50	71.22	56.00	70.00	4.00	1.00
	3	25.00	7.00%	30	18.90	14.29	25.00	11.29	19.00	25.00	4.00	1.00
UNGIAS_OVEST	1	45.00	7.00%	40	33.60	25.09	26.00	13.35	40.00	35.00	4.00	1.00
	2	300.00	3.85%	60	75.60	82.00	14.75	82.00	150.00	70.00	4.00	1.00
	3	600.00	2.50%	60	75.60	9.53	100.00	12.96	100.00	70.00	4.00	1.00

Le livellette hanno tutte pendenze inferiori ai massimo consentiti, mentre i raccordi verticali (convessi e concavi) hanno raggi verticali superiori ai minimi richiesti dal DM 19/04/2006.

Si rimanda agli allegati grafici per il dettaglio degli elementi geometrici plano-altimetrici delle diverse rampe.

#### 6.3.3.2 Diagrammi di velocità e visibilità

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

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


A seguito della suddetta analisi di visibilità, è stato necessario prevedere l'inserimento di allargamenti di piattaforma per la visibilità solo in corrispondenza della rampa UNGIAS\_EST, come riportato nell'apposito elaborato grafico e qui di seguito sintetizzato:

#### Rampa UNGIAS\_EST

Curva	Raggio	Dal km	Al km	Allargamento. max	Lato
2	150.00	0+190.00	0+300.00	1.10	interno

#### 6.3.3.3 Corsie specializzate: zone di scambio

Le uniche corsie specializzate presenti nello svincolo sono costituite dalle due zone di scambio.

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
CA29	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

La lunghezza di ciascuna di esse è stata verificata con una metodologia di tipo funzionale (procedura HCM delineata al paragrafo 6.1.3.3).

I dati di traffico sono desumibili dagli schemi di assegnazione illustrati nel capitolo 3, in cui è riportato il TGM con la configurazione di progetto. I due tronchi di scambio sono identificati con T1 (Ovest) e T4 (Est).

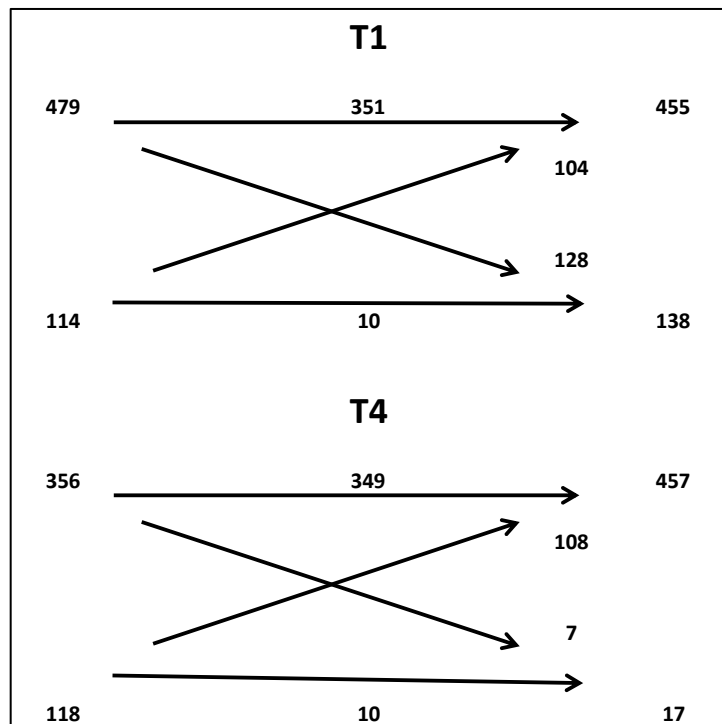
I volumi orari sono una frazione K del TGM, con K=8%.

Gli schemi rappresentano la sintesi dell'assegnazione dei flussi effettivi per entrambe le zone di scambio, in cui i flussi sono già espressi in veicoli/ora.

Il fattore dell'ora di punta è stato assunto pari a  $f_{hp} = 0.85$ .

Si rammenta che la trasformazione dei volumi effettivi in volumi di traffico equivalente è stata eseguita all'interno della procedura HCM per mezzo del fattore  $f_{HV}$ , funzione della percentuale di veicoli pesanti (10%) e della tipologia di terreno (pianeggiante, ondulato, montuoso).

La lunghezza del tratto percorso a velocità costante ( $L_{scambio}$ ) è stata ottenuta detraendo dalla lunghezza complessiva del tratto parallelo  $L_{TOT}$ , i seguenti segmenti:



- $L_{acc}$ , che corrisponde alla maggiore tra le lunghezze necessarie ai veicoli che scambiano (o non scambiano) per accelerare (con  $a = 1.00 \text{ m/sec}^2$ ), passando dalla velocità di uscita dalla curva di transizione  $L_{c1}$  ( $v_{entrata}$ ) alla velocità  $v_s$  (velocità media nello spazio delle correnti che scambiano) o  $v_{ns}$  (velocità media nello spazio delle correnti che non scambiano);
- $L_{decel}$ , che corrisponde alla lunghezza necessaria ai veicoli che non scambiano per decelerare (con  $a = -2.00 \text{ m/sec}^2$ ) passando dalla velocità  $v_{ns}$  (velocità media nello spazio delle correnti che non scambiano) alla velocità di approccio alla curva di transizione  $L_{c2}$  ( $v_{uscita}$ );

Nel ribadire che il calcolo della lunghezza del tratto di scambio è un procedimento iterativo, (le velocità medie nello spazio sono influenzate dalle variazioni di  $L_{scambio}$  tramite i fattori di scambio  $W_s$  e  $W_{n,s}$ ) nei prospetti seguenti sono riportati i calcoli eseguiti con la procedura di verifica dei Livelli di Servizio per ognuna delle due zone di scambio.

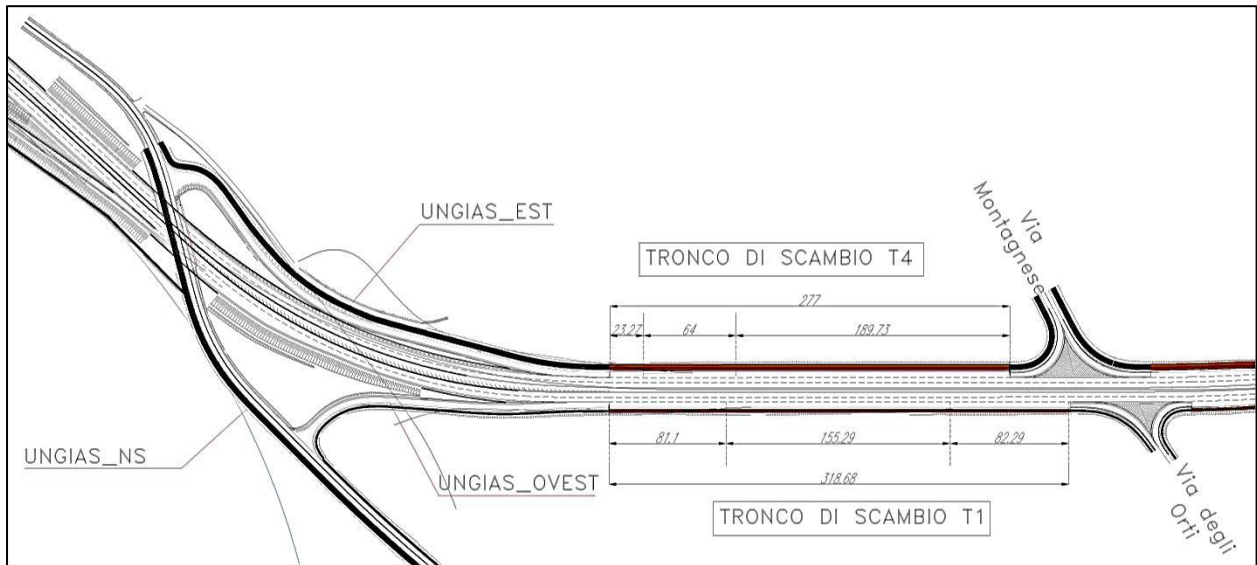


Figura 27. Tronchi di scambio T1 e T4

CA29

Relazione tecnica sul progetto stradale

Tronco di scambio T1

$a_{acc}$	$a_{dec}$	$L_{TOT}$	$V_s$	$V_{ns}$
m/s <sup>2</sup>	m/s <sup>2</sup>	m.	km/h	km/h
1.00	2.00	<b>318.68</b>	<b>67.08</b>	<b>78.32</b>
Curva in entrata verso il tratto parallelo (accelerazione)				
$V_R$	$L_{c1}$	$V_{entrata}$	$L_{acc}$	$L_{decel}$
km/h	m.	km/h	m.	m.
60	16.667	63.50	81.10	82.29
Curva in uscita dal tratto parallelo (decelerazione)				
$L_{c2}$	$V_R$	$V_{uscita}$	$L_{scambio}$	
m.	km/h	km/h	m.	
5.174	40	43.22	<b>155.29</b>	

**Dati di ingresso**  
ZONA DI SCAMBIO OVEST - T1

$L_s = 155.3$  m.  
 Velocità operativa,  $S_{pr} = 80$  km/h  
 Numero corsie scambio: 3  
 Lunghezza tronco scambio: 155.29 m  
 Piano regolatore: 1.5  
 Tipo di scambio:  Tipo A  Tipo B  Tipo C  
 Rapporto volumi:  $V_R = \frac{V_{pr}}{V}$  0.391  
 Rapporto volumi scambio,  $R = \frac{V_{sc2}}{V_{sc1}}$  0.552

(pc/h)	AADT (veic/giorno)	K	D	V (veic/h)	PHF	% HV	IHV	fp	$v = \frac{PHF \cdot L \cdot V}{(HCM2000 Eq. 25-1)}$
$V_{N1}$	479		351	0.85	100%	0.952	0.90	482	
$V_{N2}$	114		104	0.85	100%	0.952	0.90	143	
$V_{W1}$			128	0.85	100%	0.952	0.90	176	
$V_{W2}$			10					318	
$V_{NW}$								495	
$V$								81.4	

**Velocità dei flussi che scambiano e dei flussi che non scambiano**


Scambio (l=sw)	Non vincolato		Vincolato	
	Scambio (l=sw)	Non scambio (l=sw)	Scambio (l=sw)	Non scambio (l=sw)
a (Exhibit 24-6)	0.15	0.0035	0.35	0.0020
b (Exhibit 24-6)	2.20	4.00	2.20	4.00
c (Exhibit 24-6)	0.97	1.30	0.97	1.30
d (Exhibit 24-6)	0.80	0.75	0.80	0.75
Fattore intensità di scambio, $W_i$	$W_i = \frac{a \cdot L \cdot V \cdot P_i^{0.15}}{(3.280)^{0.15}}$			
	0.486			
Velocità scambio e non scambio, $S_i$ (km/h)	67.08			
	$S_i = 24 + \frac{S_{pr} - 16}{1 + W_i}$			
	1.10			
	1.21			
	1.40			

Numero di corsie necessarie per gestione non vincolata dei flussi,  $N_{v_i}$  (Exhibit 24-7) \_\_\_\_\_  
 Massimo numero di corsie,  $N_{v_i}(\max)$   se  $N_{v_i} < N_{v_i}(\max)$  Gestione del flusso vincolata  
 se  $N_{v_i} > N_{v_i}(\max)$  Gestione del flusso non vincolata

**Tronco di scambio: velocità, densità, livello di servizio e capacità**

FLUSSO NON VINCOLATO		FLUSSO VINCOLATO	
Velocità lungo il tronco di scambio, $S$ (km/h)	$S = \left( \frac{L}{V} \right) + \left( \frac{V_{max}}{V_{min}} \right)$	73.5	68.2
Densità lungo il tronco di scambio, $D$ (pc/lm/m)	$D = \frac{V/N}{S}$	3.69	3.98
Livello di servizio, $LOS$ (Exhibit 24-2)	A	A	A
Capacità per condizioni base, $C_b$ (pc/h) (Exhibit 24-8)		5000	4286
Capacità nei 15 minuti di picco, $C$ (veic/h) $C = C_b \cdot f_{hw} \cdot f_p$			3643
Capacità nell'ora di punta, $C_p$ (veic/h) $C_p = C \cdot (PHF)$			



Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA29	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

Dai prospetti si evince che il LoS delle due zone di scambio si attesta a LoS **A**.

Inoltre il flusso è sempre “non vincolato”, nel senso che le velocità delle correnti, in scambio e non, sono paragonabili, a tutto vantaggio della funzionalità del nodo.

#### 6.3.3.4 Verifica di visibilità per l'intersezione a raso di Via Ungias\_Est

La regolazione dell'intersezione avverrà mediante STOP.

La velocità di riferimento sarà:

- $V_m = 60 \text{ km/h} - L' = 100 \text{ m}$ .

Nella figura seguente è riportato il triangolo di visibilità per la direzione di marcia interessata:

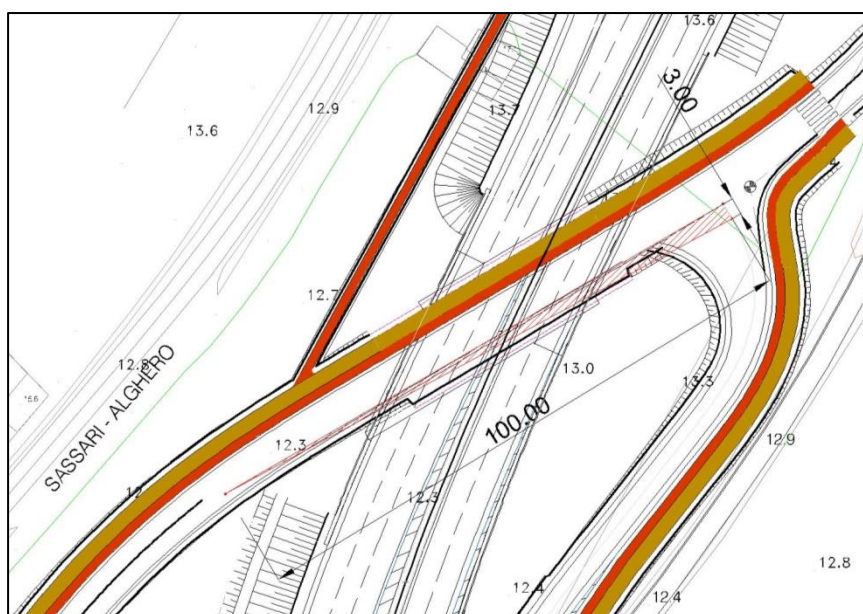


Figura 28. Triangolo di visibilità via Ungias\_Est

Dalle verifiche risulta che non ci sono ostacoli alla visibilità, dato che il piedritto dell'opera di scavalco è sufficientemente arretrato da non limitare la visibilità stessa.

## 6.4 RAMPE DI RICONNESSIONE ALLA VIABILITA' URBANA

### 6.4.1 Descrizione

Il sistema di svincoli di cui ai paragrafi precedenti è completato dai collegamenti dell'asse D ad alcune viabilità locali in prossimità dell'abitato di Alghero (via degli Orti; via Montagnese; via Antoni; Via il Carmine). Detti collegamenti avverranno mediante rampe dirette di connessione.

Per motivi connessi con l'interdistanza tra le suddette rampe sono state previste due zone di scambio (T2 e T3) per consentire le manovre di entrata ed uscita dalla tangenziale di Alghero nei tratti in oggetto (vedi capitolo 3).

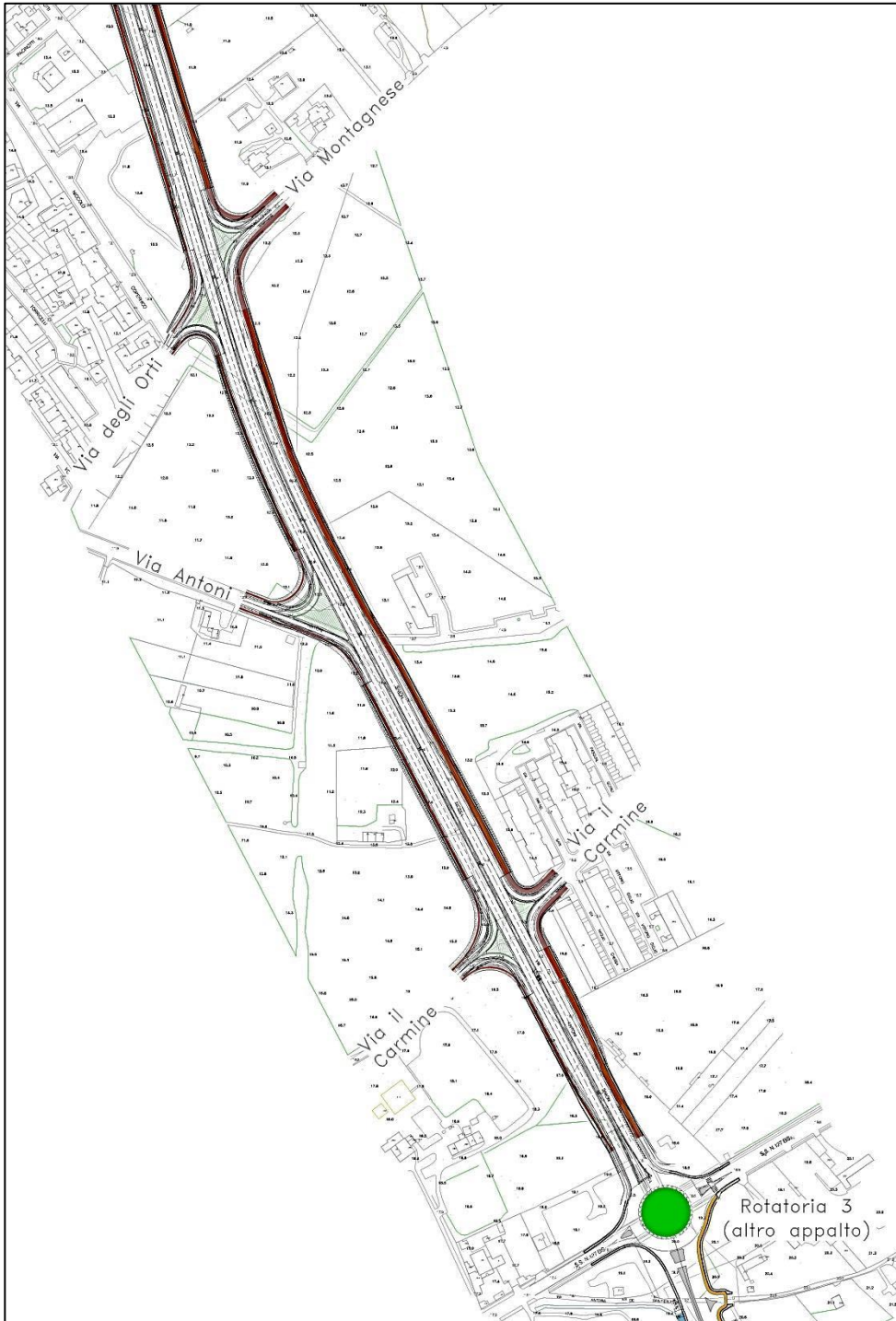



Figura 29. Rampe di riconnessione



Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA29	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

## 6.4.2 Verifiche di rispondenza delle rampe al DM 19/04/2006

### 6.4.2.1 Verifiche cinematiche e di sicurezza per le rampe

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

RAMPE	Curva	R	j	VP	Clotoide minima		Parametri della curva			Da	Larghezza Rampa	
					A <sub>min</sub>	L <sub>min</sub>	A <sub>in</sub>	Svarco	A <sub>out</sub>		B <sub>corsia</sub>	B <sub>banchina</sub>
					m.	m.	m.	m.	m.		m.	m.
MONT_NW	1	45.00	7.00%	40	33.60	25.09	35.00	15.09	35.00	35.00	4.00	1.00
MONT_SW	1	17.00	7.00%	25	13.13	10.13	15.00	23.77	15.00	20.00	4.00	1.00
MONT_NE	1	25.00	7.00%	30	18.90	14.29	20.00	35.16	20.00	25.00	4.00	1.00
MONT_SE	1	45.00	7.00%	40	33.60	25.09	35.00	22.40	35.00	35.00	4.00	1.00
MOSSA_NW	1	25.00	7.00%	30	18.90	82.00	20.00	43.73	20.00	25.00	4.00	1.00
MOSSA_SW	1	50.00	7.00%	40	33.60	22.58	37.50	8.25	37.50	35.00	4.00	1.00
CARM_NW	1	45.00	7.00%	40	33.60	25.09	34.00	30.83	34.00	35.00	4.00	1.00
CARM_SW	1	30.00	7.00%	30	18.90	11.91	23.00	38.94	23.00	25.00	4.00	1.00
CARM_NE	1	18.00	7.00%	25	13.13	9.57	15.40	21.19	15.40	20.00	4.00	1.00
CARM_SE	1	25.00	7.00%	30	18.90	14.29	20.00	14.82	20.00	25.00	4.00	1.00

Le livellette hanno tutte pendenze inferiori ai massimo consentiti, mentre i raccordi verticali (convessi e concavi) hanno raggi verticali superiori ai minimi richiesti dal DM 19/04/2006.

Si rimanda agli allegati grafici per il dettaglio degli elementi geometrici plano-altimetrici delle diverse rampe.

### 6.4.2.2 Diagrammi di velocità e visibilità

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

Sono state eseguite le analisi di visibilità con la metodologia già illustrata e non è stato necessario prevedere l'inserimento di allargamenti delle piattaforme per la visibilità.

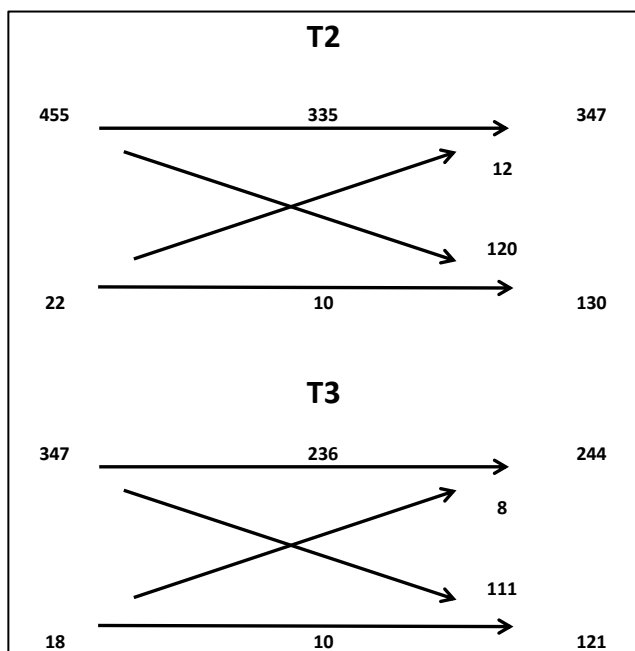
### 6.4.2.3 Corsie specializzate: zone di scambio


La lunghezza delle zone di scambio è stata verificata con una metodologia di tipo funzionale (procedura HCM delineata al paragrafo 6.1.3.3).

I dati di traffico sono desumibili dagli schemi di assegnazione illustrati nel capitolo 3, in cui è riportato il TGM con la configurazione di progetto.

I tronchi di scambio sono identificati con T2 e T3.

I volumi orari sono una frazione K del TGM, con



Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA29	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

K=8%.

Gli schemi rappresentano la sintesi dell'assegnazione dei flussi per entrambe le zone di scambio, in cui i volumi di traffico sono già espressi in veicoli/ora.

La procedura di verifica è identica a quella già utilizzata per le zone di scambio T1 e T4 (paragrafo 6.3.3.3) che pertanto non si ripete.

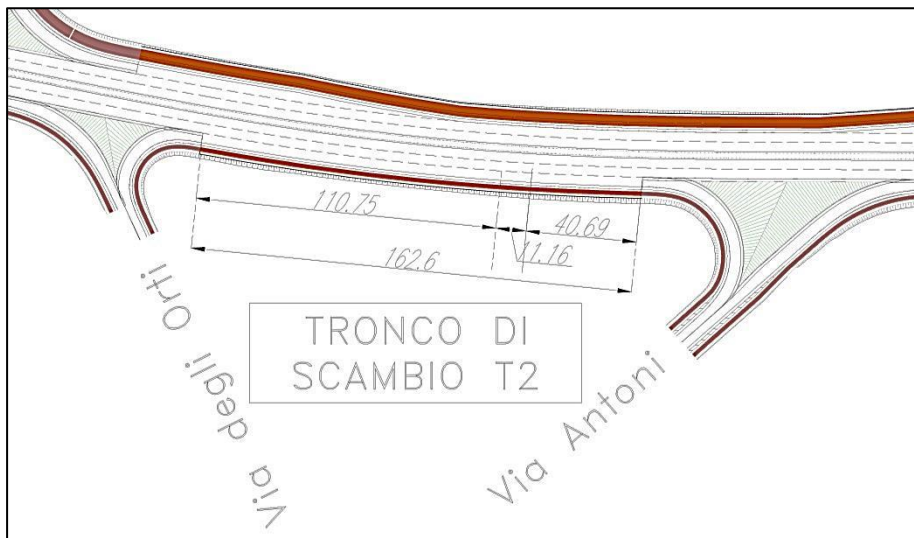


Figura 30. Tronco di scambio T2

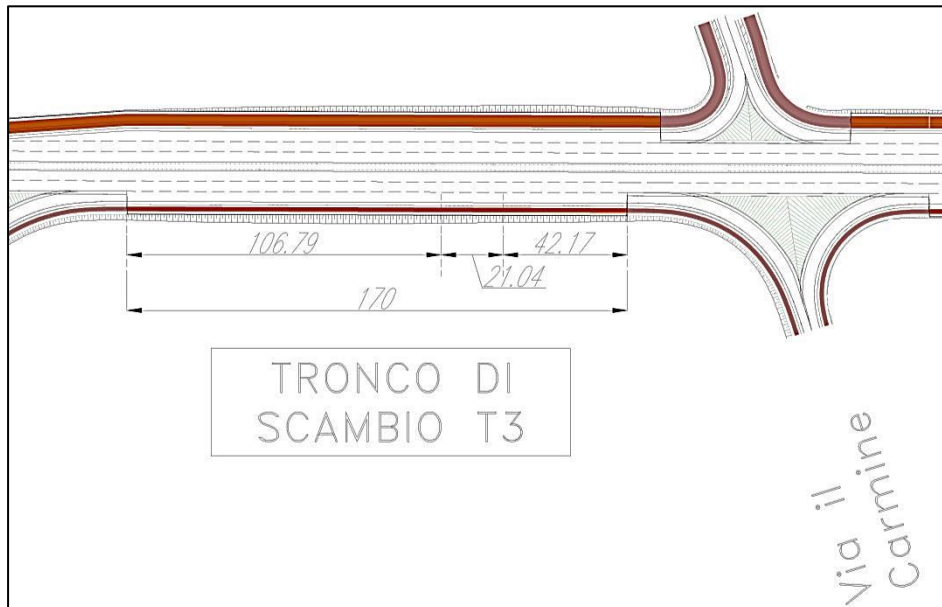


Figura 31. Tronco di scambio T3

CA29

Relazione tecnica sul progetto stradale

Tronco di scambio T2

$a_{acc}$	$a_{dec}$	$L_{TOT}$	$V_s$	$V_{ns}$
$m/s^2$	$m/s^2$	m.	km/h	km/h
1.00	2.00	162.6	41.41	61.96
Curva in entrata verso il tratto parallelo (accelerazione)				
$V_R$	$L_{c1}$	$V_{entrata}$	$L_{acc}$	$L_{decel}$
km/h	m.	km/h	m.	m.
25	13.23	31.11	110.75	40.69
Curva in uscita dal tratto parallelo (decelerazione)				
$L_{c2}$	$V_R$	$V_{uscita}$	$L_{scambio}$	
m.	km/h	km/h	m.	
16	30	41.59	11.16	

**Dati di ingresso**  
**ZONA DI SCAMBIO T2**

Velocità operativa,  $S_{pr}$  = 80 km/h  
Numero corsie scambio 3  
Lunghezza tronco scambio 11.16 m

Terreno Pianeggiante  
Tipo di scambio  Tipo A  Tipo B  Tipo C  
Rapporto volumi,  $V_R = \frac{V_w}{V_v}$  0.277  
Rapporto volumi scambio,  $R = \frac{V_{w2}}{V_v}$  0.909

(p-c/h)	AAADT (veic/giorno)	K	D	V (veic/h)	PHF	% HV	IHV	fp	$\frac{V}{(HCM2000 Eq. 25-1)}$
$V_{n1}$	465		335	0.85	10.0%	0.952	0.90	460	
$V_{n2}$	22		10	0.85	10.0%	0.952	0.90	14	
$V_{w1}$			12	0.85	10.0%	0.952	0.90	16	
$V_{w2}$			120	0.85	10.0%	0.952	0.90	165	
$V_{nw}$								181	
$V$								474	
								655	

**Conversione a pch in funzione delle condizioni di base**

Scambio (l=vw)	Non scambio (l=vw)	Scambio (l=mv)	Non scambio (l=mv)
a (Exhibit 24-6) 0.15	0.0035	0.35	0.0020
b (Exhibit 24-6) 2.20	4.00	2.20	4.00
c (Exhibit 24-6) 0.97	1.30	0.97	1.30
d (Exhibit 24-6) 0.80	0.75	0.80	0.75
Fattore intensità di scambio, $W$		6.243	
$W = \frac{a(L+V)^{0.15} (3.280)^{0.15}}{(3.280)^{0.15}}$			
Velocità scambio e non scambio, $S$ (km/h)		61.96	
$S_i = 24 + \frac{S_{pr} - 16}{1 + W_i}$		41.41	
Numero di corsie necessarie per gestione non vincolata dei flussi, $N_{nc}$ (Exhibit 24-7)		0.60	
Massimo numero di corsie, $N_{nc} (max)$		1.40	

Numero di corsie necessarie per gestione non vincolata dei flussi,  $N_{nc}$  (Exhibit 24-7) 0.60

Massimo numero di corsie,  $N_{nc} (max)$  1.40

se  $N_{nc} < N_{nc}(max)$  Gestione del flusso non vincolata  
 se  $N_{nc} > N_{nc}(max)$  Gestione del flusso vincolata

**Tronco di scambio: velocità, densità, livello di servizio e capacità**

FLUSSO NON VINCOLATO		FLUSSO VINCOLATO	
Velocità lungo il tronco di scambio, $S$ (km/h)	54.5		53.3
Densità lungo il tronco di scambio, $D$ (pc/mi/mi)	4.01		4.09
Livello di servizio, $LOS$ (Exhibit 24-2)	A		A
Capacità per condizioni base, $C_b$ (pc/h) (Exhibit 24-8)		5000	
Capacità nei 15 minuti di picco, $C$ (veh/h) $C = C_b * f_{pv} * f_p$		4286	
Capacità nell'ora di punta, $C_p$ (veh/h) $C_p = C(PHF)$		3643	


CA29

Relazione tecnica sul progetto stradale

Tronco di scambio T3

$a_{acc}$	$a_{dec}$	$L_{TOT}$	$V_s$	$V_{ns}$
$m/s^2$	$m/s^2$	m.	km/h	km/h
1.00	2.00	170	51.23	71.39
Curva in entrata verso il tratto parallelo (accelerazione)			$L_{acc}$	$L_{decel}$
$V_R$	$L_{c1}$	$V_{entrata}$		
km/h	m.	km/h	m.	m.
40	28.12	48.26	106.79	42.17
Curva in uscita dal tratto parallelo (decelerazione)			$L_{scambio}$	
$L_{c2}$	$V_R$	$V_{uscita}$		
m.	km/h	km/h		
25.29	40	53.95	21.04	

<p><b>Dati di ingresso</b> ZONA DI SCAMBIO T3</p> <p>Velocità operativa, <math>S_{PF} = 80</math> km/h Numero corsie scambio: 3 Lunghezza tronco scambio: 21.04 m</p> <p>Terreno: Pianeggiante Tipo di scambio: <input checked="" type="checkbox"/> Tipo A <input type="checkbox"/> Tipo B <input type="checkbox"/> Tipo C Rapporto volumi: <math>V/R = \frac{V_R}{V}</math> 0.326 Rapporto volumi scambio, <math>R = \frac{V_{R2}}{V_R}</math> 0.933</p>		<p>Conversione a pc/h in funzione delle condizioni di base</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>(pc/h)</th> <th>AADT (veic/giorno)</th> <th>K</th> <th>D</th> <th>V (veic/h)</th> <th>PHF</th> <th>% HV</th> <th>IHV</th> <th>fp</th> <th><math>\frac{V}{V_{max}}</math> (HCM2000 Eq. 25-1)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>V_{R1}</math></td> <td>347</td> <td></td> <td>236</td> <td>236</td> <td>0.85</td> <td>10.0%</td> <td>0.952</td> <td>0.90</td> <td>324</td> </tr> <tr> <td><math>V_{R2}</math></td> <td></td> <td></td> <td>10</td> <td>10</td> <td>0.85</td> <td>10.0%</td> <td>0.952</td> <td>0.90</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td><math>V_{W1}</math></td> <td></td> <td></td> <td>8</td> <td>8</td> <td>0.85</td> <td>10.0%</td> <td>0.952</td> <td>0.90</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td><math>V_{W2}</math></td> <td>18</td> <td></td> <td>111</td> <td>111</td> <td>0.85</td> <td>10.0%</td> <td>0.952</td> <td>0.90</td> <td>152</td> </tr> <tr> <td><math>V_{W}</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>163</td> </tr> <tr> <td><math>V_{NW}</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>338</td> </tr> <tr> <td><math>V</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>501</td> </tr> </tbody> </table>		(pc/h)	AADT (veic/giorno)	K	D	V (veic/h)	PHF	% HV	IHV	fp	$\frac{V}{V_{max}}$ (HCM2000 Eq. 25-1)	$V_{R1}$	347		236	236	0.85	10.0%	0.952	0.90	324	$V_{R2}$			10	10	0.85	10.0%	0.952	0.90	14	$V_{W1}$			8	8	0.85	10.0%	0.952	0.90	11	$V_{W2}$	18		111	111	0.85	10.0%	0.952	0.90	152	$V_{W}$									163	$V_{NW}$									338	$V$									501
(pc/h)	AADT (veic/giorno)	K	D	V (veic/h)	PHF	% HV	IHV	fp	$\frac{V}{V_{max}}$ (HCM2000 Eq. 25-1)																																																																										
$V_{R1}$	347		236	236	0.85	10.0%	0.952	0.90	324																																																																										
$V_{R2}$			10	10	0.85	10.0%	0.952	0.90	14																																																																										
$V_{W1}$			8	8	0.85	10.0%	0.952	0.90	11																																																																										
$V_{W2}$	18		111	111	0.85	10.0%	0.952	0.90	152																																																																										
$V_{W}$									163																																																																										
$V_{NW}$									338																																																																										
$V$									501																																																																										
<p><b>Velocità dei flussi che scambiano e dei flussi che non scambiano</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Non vincolato</th> <th>Vincolato</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Scambio (i=sw)</td> <td>Non scambio (i=sw)</td> <td>Non scambio (i=sw)</td> </tr> <tr> <td>a (Exhibit 24-6)</td> <td>0.15</td> <td>0.0035</td> </tr> <tr> <td>b (Exhibit 24-6)</td> <td>2.20</td> <td>4.00</td> </tr> <tr> <td>c (Exhibit 24-6)</td> <td>0.97</td> <td>1.30</td> </tr> <tr> <td>d (Exhibit 24-6)</td> <td>0.80</td> <td>0.75</td> </tr> <tr> <td>Fattore intensità di scambio, <math>W_i</math></td> <td>1.351</td> <td>0.350</td> </tr> <tr> <td>Velocità scambio e non scambio, <math>S_i</math> (km/h)</td> <td>51.23</td> <td>71.39</td> </tr> <tr> <td><math>S_i = 24 + \frac{S_{PF} - 16}{1 + W_i}</math></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Non vincolato	Vincolato	Scambio (i=sw)	Non scambio (i=sw)	Non scambio (i=sw)	a (Exhibit 24-6)	0.15	0.0035	b (Exhibit 24-6)	2.20	4.00	c (Exhibit 24-6)	0.97	1.30	d (Exhibit 24-6)	0.80	0.75	Fattore intensità di scambio, $W_i$	1.351	0.350	Velocità scambio e non scambio, $S_i$ (km/h)	51.23	71.39	$S_i = 24 + \frac{S_{PF} - 16}{1 + W_i}$			<p>Numero di corsie necessarie per gestione non vincolata dei flussi, <math>N_{v_i}</math> (Exhibit 24-7) 0.70 0.78 1.40                  Massimo numero di corsie, <math>N_{v_i}(max)</math> <input type="checkbox"/> se <math>N_{v_i} &lt; N_{v_i}(max)</math> Gestione del flusso vincolata  <input checked="" type="checkbox"/> se <math>N_{v_i} &gt; N_{v_i}(max)</math></p>																																																						
	Non vincolato	Vincolato																																																																																	
Scambio (i=sw)	Non scambio (i=sw)	Non scambio (i=sw)																																																																																	
a (Exhibit 24-6)	0.15	0.0035																																																																																	
b (Exhibit 24-6)	2.20	4.00																																																																																	
c (Exhibit 24-6)	0.97	1.30																																																																																	
d (Exhibit 24-6)	0.80	0.75																																																																																	
Fattore intensità di scambio, $W_i$	1.351	0.350																																																																																	
Velocità scambio e non scambio, $S_i$ (km/h)	51.23	71.39																																																																																	
$S_i = 24 + \frac{S_{PF} - 16}{1 + W_i}$																																																																																			
<p><b>Tronco di scambio: velocità, densità, livello di servizio e capacità</b></p> <p>Velocità lungo il tronco di scambio, <math>S</math> (km/h)</p> $S = \frac{V}{\left(\frac{L}{V} + \frac{L_{scambio}}{V_{max}}\right)}$ <p>Densità lungo il tronco di scambio, <math>D</math> (pc/m/ln)</p> $D = \frac{V/N}{S}$ <p>Livello di servizio, <math>LOS</math> (Exhibit 24-2)</p> <p>Capacità per condizioni base, <math>C_b</math> (pc/h) (Exhibit 24-8)</p> <p>Capacità nei 15 minuti di picco, <math>C</math> (veh/h) <math>C = C_b * f_{hw} * f_p</math></p> <p>Capacità nell'ora di punta, <math>C_p</math> (veh/h) <math>C_p = C(PPHF)</math></p>		<p><b>FLUSSO NON VINCOLATO</b></p> <table border="1"> <tr> <td>63.3</td> <td>58.9</td> </tr> <tr> <td>2.64</td> <td>2.84</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>A</td> </tr> </table> <p><b>FLUSSO VINCOLATO</b></p> <table border="1"> <tr> <td>5000</td> <td>4286</td> <td>3643</td> </tr> </table>		63.3	58.9	2.64	2.84	A	A	5000	4286	3643																																																																							
63.3	58.9																																																																																		
2.64	2.84																																																																																		
A	A																																																																																		
5000	4286	3643																																																																																	

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>CA29</b>	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

#### 6.4.2.4 Corsia di uscita

Di seguito è riportato un prospetto con il calcolo degli elementi geometrici dell'unica corsia d'uscita presente, corrispondente alla rampa verso via il Carmine CARM\_SE, in cui  $V_R$  è la velocità di progetto della rampa e  $L_2$  rappresenta la lunghezza del tratto parallelo:

Rampa	Tipo strada in uscita	$V_{pi}$	$V_R$	$a$	$L_{DU}$	$L_{MU}$ (ago)	$L_2$ (tr. parallelo)
		km/h	Km/h	m/sec2	m	m	m
CARM_SE	D	<b>70</b>	<b>30.00</b>	2.00	77	<b>60</b>	<b>47.00</b>

#### 6.4.2.5 Corsie d'immissione

##### 6.4.2.5.1 Metodo cinematico - semi empirico

In base al metodo cinematico – semi empirico delineato al paragrafo 6.1.3.2.1, le dimensioni dei diversi elementi componenti le corsie di immissione sono quelli di cui alla tabella seguente:

RAMPA	$V_R$	$L_{clot.}$	$V_f$	$L_{a,e}$	$L_{parall.}$	$Q_{AB}$	Ripartiz. per corsia	$Q_1$	$L_{i,e}$	$L_{parall.} + L_{i,e}$	$L_{v,e}$	$L_{TOT}$
	Km/h	m	km/h	m	m	veic/h		veic/h	m	m	m	m
CARM_NE	25.00	13.18	<b>80</b>	134.00	121.00	229	60%	<b>137</b>	0.00	<b>121.00</b>	<b>50</b>	<b>171</b>
CARM_SW	30.00	17.50	<b>65</b>	70.00	53.00	229	60%	<b>137</b>	0.00	<b>53.00</b>	<b>50</b>	<b>103</b>

##### 6.4.2.5.2 Metodo probabilistico

Con riferimento alla verifica basata sulla distribuzione probabilistica dei distanziamenti temporali tra i veicoli in marcia di cui al paragrafo 6.1.3.2.2, il bollettino CNR n. 90 del 15/04/1983 indica di utilizzare un percentile del tempo d'attesa elevato, in genere il 90%.

Negli schemi seguenti sono riportati i prospetti con le probabilità in funzione del numero  $r$  di eventi, da cui si evince che, per entrambe le corsie in oggetto, è sufficiente un numero di passaggi  $r=2$  affinché la probabilità che  $t \geq T$  sia  $> 90\%$ .

Le lunghezze totali dei rispettivi tratti paralleli si ottengono mediante un'interpolazione lineare tra i valori di  $P(r)$  entro cui ricade la percentuale del 90% (sovrastimando così il risultato a favore di sicurezza).

Distribuzione di Erlang				K = 1	CARM_NE
0	1	2	3		
1	0.173126	0.014986	0.000865		1
r	F(r)	P(r)	L		
1	15.897%	84.103%	56.89		
2	2.527%	97.473%	328.60	90%	<b>177</b>
3	0.402%	99.598%	657.20		
4	0.064%	99.936%	985.80		
5	0.010%	99.990%	1314.39		
6	0.002%	99.998%	1642.99		
7	0.000%	100.000%	1971.59		
8	0.000%	100.000%	2300.19		
9	0.000%	100.000%	2628.79		
10	0.000%	100.000%	2957.39		

Distribuzione di Erlang				K = 1	CARM_SW
0	1	2	3		
1	0.128937	0.008312	0.000357		1
r	F(r)	P(r)	L		
1	12.097%	87.903%	36.71		
2	1.463%	98.537%	284.74	90%	<b>86</b>
3	0.177%	99.823%	569.48		
4	0.021%	99.979%	854.22		
5	0.003%	99.997%	1138.96		
6	0.000%	100.000%	1423.70		
7	0.000%	100.000%	1708.44		
8	0.000%	100.000%	1993.18		
9	0.000%	100.000%	2277.92		
10	0.000%	100.000%	2562.65		

#### 6.4.2.5.3 Confronto tra i due metodi

Mettendo a confronto i due metodi di dimensionamento si desume che la lunghezza totale del tratto parallelo ottenuta con il metodo probabilistico è maggiore di quella ottenuta con il metodo semi-empirico. Pertanto la lunghezza del tratto parallelo delle corsie d'immissione è quella risultante dalla tabella seguente:

RAMPA	L <sub>parall</sub>	L <sub>v,e</sub>	L <sub>TOT</sub>
	m	m	m
CARM_NE	177.00	50.00	227.00
CARM_SW	86.00	50.00	136.00

## 7 ROTATORIE

### 7.1 ROTATORIA C

Nel progetto è prevista la realizzazione di una nuova rotatoria in corrispondenza della bretella di collegamento con l'aeroporto di Alghero Fertilia (asse C), all'intersezione con la SP42 (ROT\_C). Essa ha le seguenti caratteristiche:

Rotatoria	Diametro esterno	Diametro isola centrale	Larghezza corsia corona giratoria	Numero bracci confluenti
ROT_C	37.00	17.00	7.00	3

Le banchine hanno larghezza pari a 1.00 m.

L'isola centrale è non sormontabile.

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

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

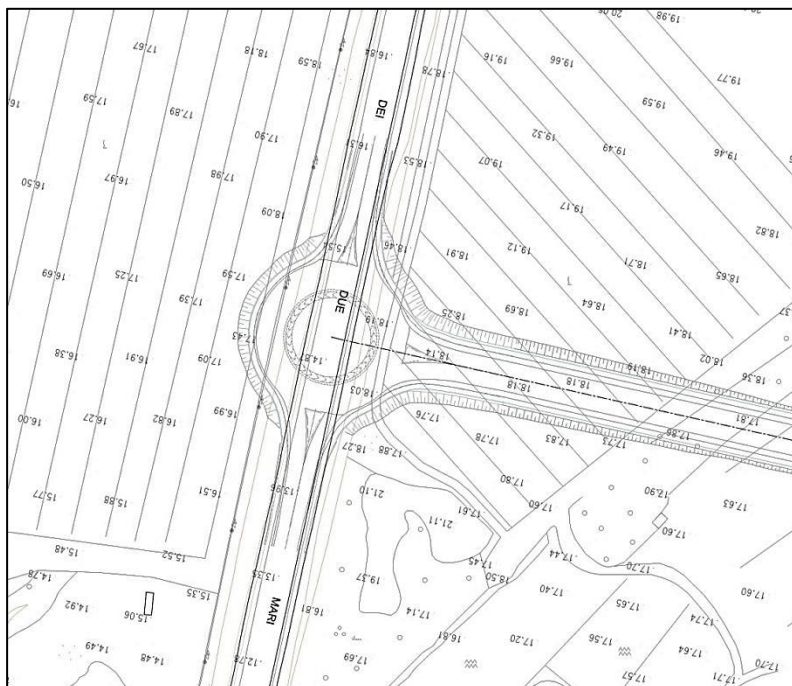


Figura 32. Rotatoria C

Per quanto riguarda il dettaglio della geometria (tracciamento della corona giratoria, dei cigli ecc.) si consultino gli elaborati specifici.

Le verifiche previste dal DM 19/04/2006 sono quelle di cui alla figura seguente:

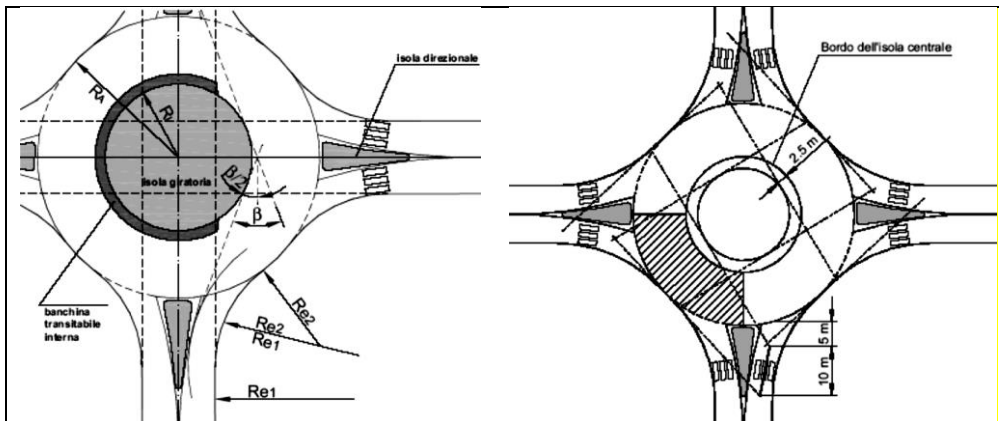


Figura 33. Schemi verifiche previste nel DM 19/04/2006.

Sono stati eseguiti i controlli per la deflessione delle traiettorie, da cui risulta che gli angoli di deviazione  $\beta$  sono sempre  $> 45^\circ$ , come si può evincere dallo schema seguente:

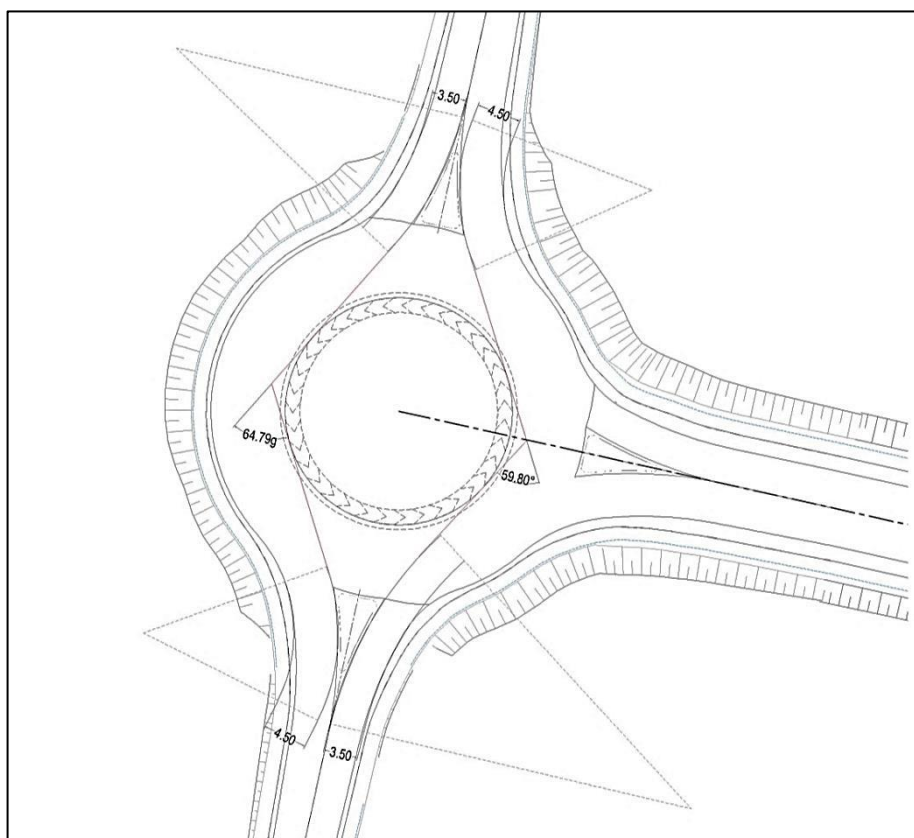
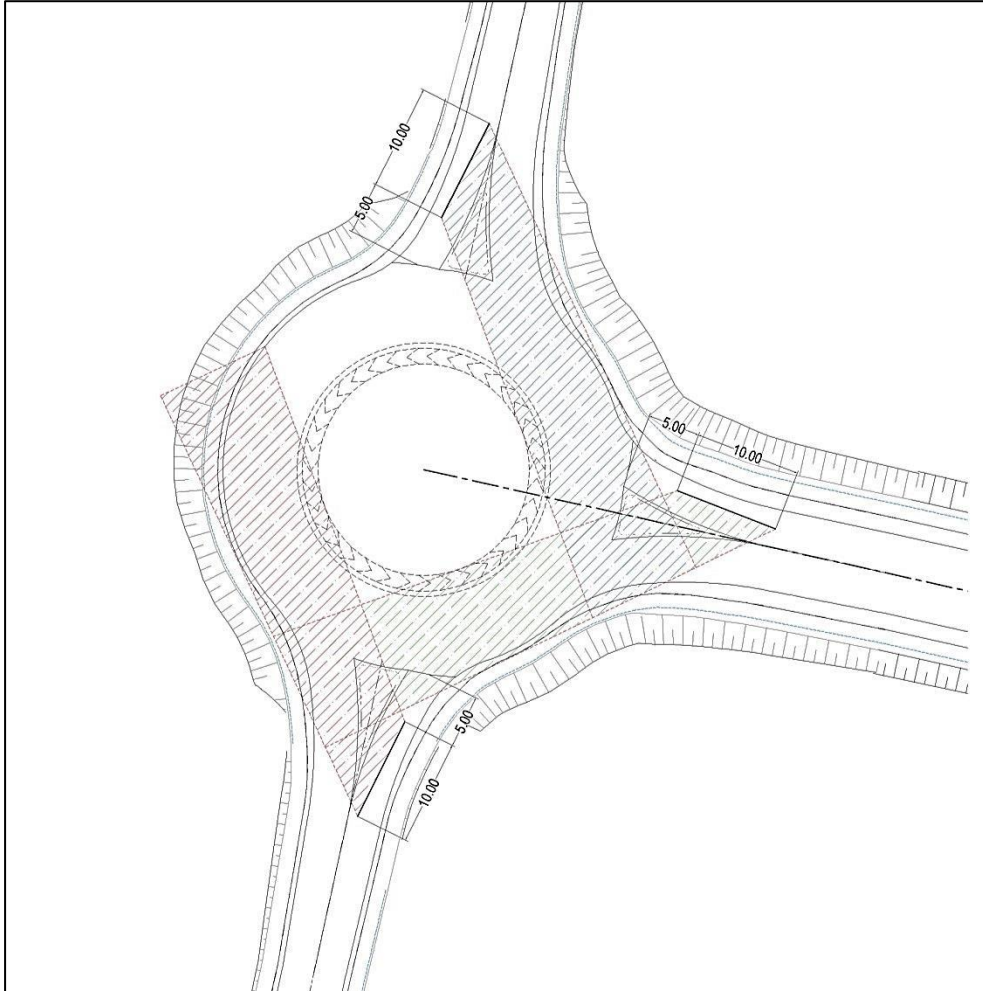


Figura 34 – Rotatoria ROT\_C – Verifica delle traiettorie di deflessione.



Sono stati altresì effettuati i controlli per la visibilità a sinistra e risulta che questa è sempre assicurata per almeno  $\frac{1}{4}$  di corona giratoria, come si evince dallo schema seguente:



*Figura 35 – Rotatoria ROT\_C – Verifica di visibilità a sinistra.*

Si precisa inoltre che, data la quota della rotatoria, non si prevede l'installazione di barriere di sicurezza e quindi il bordo esterno è libero da ostacoli.

## 7.2 ROTATORIA 1 (allaccio Nord asse D)

L'asse D, come accennato in precedenza, si allaccerà a Nord alla rete viaria esistente per mezzo di una rotatoria di recente realizzazione (Rotatoria 1).

La Rotatoria 1 è attualmente a 4 bracci, con un diametro esterno di 68.10 m. e una corona giratoria di 8.00 m.



Figura 36 – Rotatoria 1 – Situazione attuale.

L'intervento prevede, oltre all'innesto dell'asse D, la realizzazione di un ulteriore nuovo ramo per ricollegare la rotatoria alla viabilità che porta alla zona industriale, in sostituzione di quello che dovrà essere eliminato proprio per fare posto all'asse D. Il numero di bracci passa quindi da 4 a 5.

Sono inoltre previste due slip-lane (una in uscita dall'asse D verso la viabilità della zona industriale e una in entrata dalla viabilità industriale verso la SP42) per facilitare il transito dei mezzi pesanti ed evitare che questi impegnino la rotatoria.

L'inserimento dei nuovi rami ha richiesto la modifica dell'approccio alla SP42 lato Nord, oltre all'inserimento di una lieve eccentricità della corona giratoria, in modo da consentire un più agevole inserimento dei bracci, con raggi compatibili con gli ingombri dei mezzi commerciali.

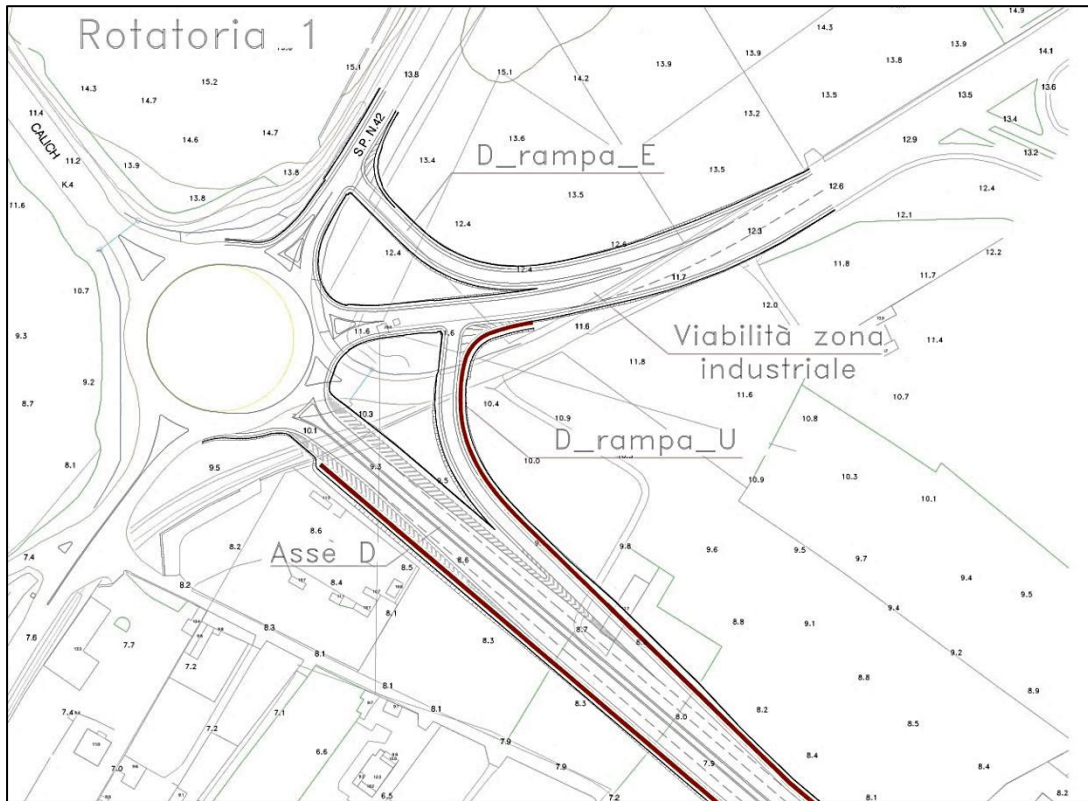


Figura 37 – Rotatoria 1 – Situazione di progetto.

L'eccentricità della corona giratoria è stata ottenuta mediante una circonferenza d'appoggio, avente diametro di 66.05 m. e decentrata di circa 6.80 m. rispetto al centro della circonferenza originaria:

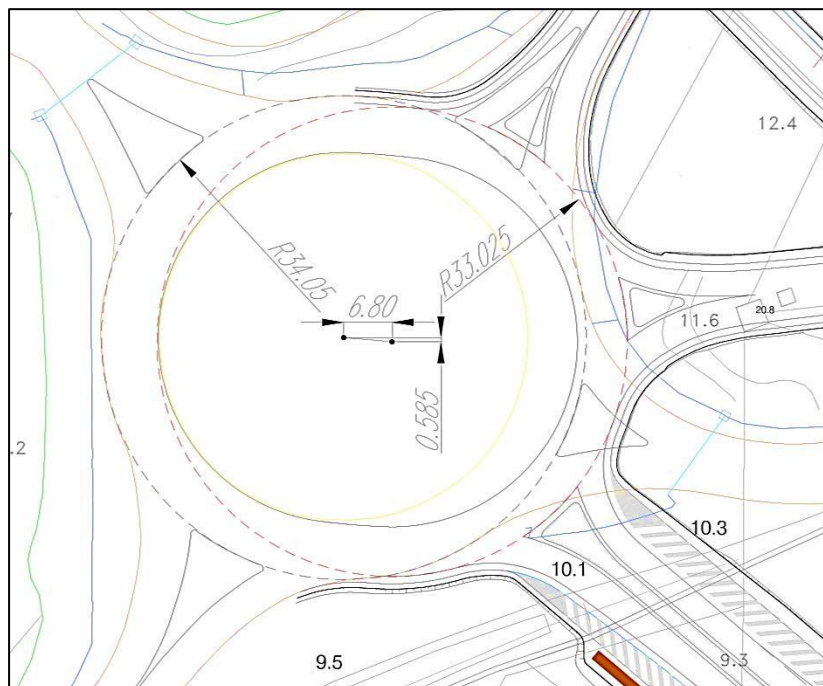



Figura 38 – Rotatoria 1 – Schema di tracciamento.

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA29	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

Così facendo la corona giratoria mantiene la sua larghezza originaria e, contestualmente, è stato ricavato lo spazio sufficiente per l'inserimento dei nuovi rami.

Si rimanda agli allegati grafici per gli elementi di tracciamento della corona giratoria e dei rami di approccio.

### 7.2.1 Viabilità zona industriale

Le caratteristiche geometriche della piattaforma stradale sono state assimilate a quelle di una tipo F1 extraurbana, definita dal D.M. 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (strade locali). La piattaforma è costituita da una carreggiata unica, con una corsia per senso di marcia da m. 3.50, fiancheggiata da una banchina di 1.00 m. L'intervallo di velocità di progetto è 40-100 km/h.

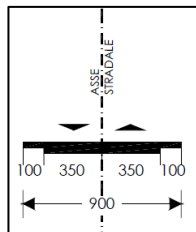


Figura 39. Piattaforma stradale tipo F1 (D.M. 05.11.2001).

Gli elementi marginali sono costituiti da arginelli erbosi, di larghezza pari a 1.00 m, contenuti da un cordolo in conglomerato cementizio.

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

Per maggiori dettagli si consultino gli elaborati specifici.

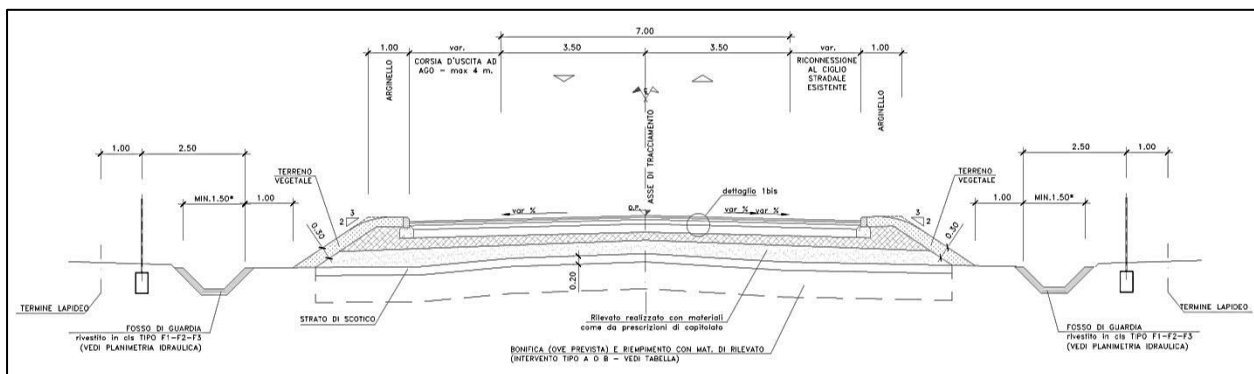



Figura 40. Sezione tipo viabilità industriale

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

Nel seguito si riportano le verifiche di normativa.

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>CA29</b>	<b><i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i></b>	

### 7.2.1.1 Verifiche planimetriche

Alignment Name: D\_industriale

Description:

Chainage Range: Start: 0+000.000, End: 0+249.143

#### 1 Straight

Start Chainage:	0+000.000
End Chainage:	0+092.400
Length:	92.400m
Design Speed:	25
<u>Design Checks:</u>	

#### 2.1 Transition Curve:Clothoid


Start Chainage:	0+092.400	
End Chainage:	0+106.445	
Length:	14.045m	
A:	53.000m	
Design Speed:	25	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
<u>Design Checks:</u>		

#### 2.2 Circular Curve

Start Chainage:	0+106.445	
End Chainage:	0+160.868	
Radius:	200.000m	
Design Speed:		
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum Radius:	45.00	Cleared
<u>Design Checks:</u>		

#### 2.3 Transition Curve:Clothoid

Start Chainage:	0+160.868
-----------------	-----------

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA29	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

End Chainage:	0+221.368	
Length:	60.500m	
A:	110.000m	
Design Speed:	25	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum Taper Length:	-1.00	Cleared
<u>Design Checks:</u>		

### 3 Straight

Start Chainage:	0+221.368
End Chainage:	0+249.143
Length:	27.775m
Design Speed:	76
<u>Design Checks:</u>	

#### 7.2.1.2 Verifiche altimetriche


Vertical Alignment: D\_industriale\_QP

Description:

Chainage Range: Start: 0+000.000, End: 0+249.143

#### 1 Sag Curve:Parabolic

PVC Chainage:	0+041.979	
VIP Station:	0+057.126	
PVT Chainage:	0+072.273	
Gradient in(%):	-1.81%	
Gradient out(%):	1.22%	
Curve Length:	30.294m	
K:	10.00	
Design Speed:	25	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum K for Headlight Sight Distance:	-1.000m	Cleared

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA29	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

Design Checks:

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

**2 Crest Curve:Parabolic**

PVC Chainage: 0+115.472  
 VIP Station: 0+129.069  
 PVT Chainage: 0+142.666  
 Gradient in(%): 1.22%  
 Gradient out(%): 0.31%  
 Curve Length: 27.194m  
 K: 30.00  
 Design Speed: 25

Design Criteria:


Minimum K for Stopping Sight  
 Distance: -1.000m Cleared  
 Minimum K for Overtaking Sight  
 Distance: -1.000m Cleared

Design Checks:

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

**3 Sag Curve:Parabolic**

PVC Chainage: 0+157.379  
 VIP Station: 0+167.585  
 PVT Chainage: 0+177.790  
 Gradient in(%): 0.31%  
 Gradient out(%): 1.33%  
 Curve Length: 20.412m  
 K: 20.00  
 Design Speed: 25

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA29	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

Design Criteria:

Minimum K for Headlight Sight Distance: -1.000m Cleared

Design Checks:

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

**7.2.1.3 Pendenze trasversali e rotazione della piattaforma**

Le pendenze trasversali sono state calcolate in base ai criteri di normativa, sintetizzati nel diagramma di cui al paragrafo 5.3, analogamente alle pendenze trasversali in rettilo. Si precisa che, dato il breve sviluppo del tracciato, la bassa velocità media, la presenza delle due slip-lane e la vicinanza alla rotatoria 1, si è ritenuto di dover limitare la massima pendenza trasversale adottando i parametri per una strada di tipo E. In questo modo è stato contenuto lo sghembo che avrebbe reso problematiche le intersezioni a raso, con particolare riferimento alla D\_rampa\_U.

**7.2.1.4 Diagramma di velocità e visibilità**

Il diagramma delle velocità è stato redatto per ogni senso di marcia. A tal proposito si precisa che, iniziando il tracciato in corrispondenza della rotatoria 1, la velocità di progetto iniziale sarà di 25 km/h. Inoltre il breve sviluppo dell'asse di progetto non consente il raggiungimento della massima velocità di progetto (100 km/h) e quindi il diagramma presenta un unico tratto inclinato, in cui la velocità varia costantemente con  $a=0.80 \text{ m/sec}^2$ , come si evince dal prospetto seguente:

Progressiva	V <sub>P</sub>
	km/h
0+000.00	25
0+249.00	76

L'analisi di visibilità non ha evidenziato la necessità di allargamenti per visibilità.

**7.2.2 Slip-lane - Verifiche di rispondenza al DM 19/04/2006**

**7.2.2.1 Verifiche cinematiche e di sicurezza per le rampe**

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



RAMPE	Curva	R	j	VP	Clotoida minima		Parametri della curva			Da	Larghezza Rampa	
					A <sub>min</sub>	L <sub>min</sub>	A <sub>in</sub>	Svarco	A <sub>out</sub>		B <sub>corsia</sub>	B <sub>banchina</sub>
					m	%	Km/h	m.	m.		m.	m.
D_rampa_U	1	45.00	7.00%	40	33.60	25.09	45.00	13.09	22.00	35.00	4.00	1.00
D_rampa_E	1	95.00	7.00%	55	63.53	42.48	0.00	40.33	45.00	20.00	4.00	1.00
	2	45.00	7.00%	40	33.60	25.09	45.00	10.65	22.00	35.00	4.00	1.00

Le livellette hanno tutte pendenze inferiori ai massimi consentiti, mentre i raccordi verticali (convessi e concavi) hanno raggi superiori ai minimi richiesti dal DM 19/04/2006.

Si rimanda agli allegati grafici per il dettaglio degli elementi geometrici plano-altimetrici delle diverse rampe.

### 7.2.2.2 Diagrammi di velocità e visibilità

Per ognuna delle rampe sono stati redatti i diagrammi di velocità, che non hanno evidenziato criticità. Sono state eseguite l'analisi di visibilità, a seguito della quale è stato necessario prevedere l'inserimento di allargamenti di piattaforma per la visibilità solo in corrispondenza della slip-lane D\_rampa\_U, come riportato nell'apposito elaborato grafico e qui sintetizzato:

#### D\_rampa\_U

Curva	Raggio	Dal km	Al km	Allargamento. max	Lato
1	45.00	0+140.00	0+193.00	0.25	interno

### 7.2.2.3 Corsia di uscita

Di seguito è riportato il prospetto con il calcolo degli elementi geometrici della corsia d'uscita. A tal proposito giova precisare che, a differenza di quanto previsto per le altre rampe, in questo caso si è optato per corsie d'uscita ad ago, date le basse velocità e gli spazi disponibili.

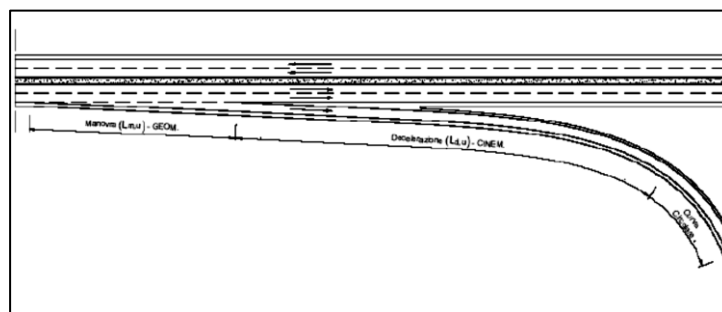


Figura 41. Schema uscita ad ago

$V_R$  è la velocità di progetto della rampa e  $L_{DU}$  rappresenta la lunghezza totale del tratto di decelerazione:

Rampa	Tipo strada in uscita	V <sub>pi</sub>	V <sub>R</sub>	a	L <sub>MU</sub> (ago)	L <sub>DU</sub> (tronco ad ago)
		km/h	Km/h	m/sec <sup>2</sup>	m	m
D_rampa_U	D	<b>80</b>	<b>40.00</b>	2.00	<b>60</b>	<b>93.00</b>
D_rampa_E	D	<b>60</b>	<b>40.00</b>	2.00	<b>40</b>	<b>39.00</b>

Mentre per la slip-lane D\_rampa\_U è stata presa come V<sub>pi</sub> la velocità massima di progetto (80 km/h) dell'asse D, per quella D\_rampa\_E, detta velocità è pari a 60 km/h, dato che in quel tratto il diagramma di velocità ha un andamento lineare (vedi paragrafo 7.2.1.4) ed è stata presa la velocità puntuale al termine di L<sub>MU</sub>.

#### 7.2.2.4 Verifiche d'inscrivibilità per i mezzi pesanti

Sono state eseguite le verifiche d'inscrivibilità dei mezzi pesanti per entrambe le slip-lane, utilizzando il software Vehicle Tracking della AutoDesk.

Il mezzo di riferimento è l'autoarticolato, le cui caratteristiche sono riportate nella figura seguente:

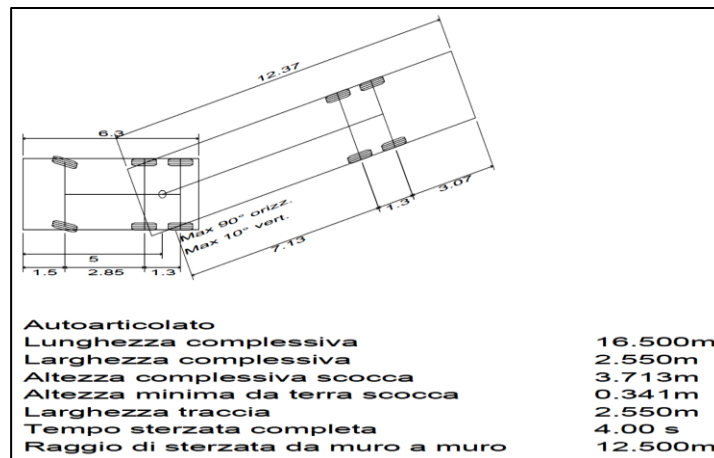


Figura 42. Caratteristiche autoarticolato

Nelle figure seguenti sono riportate le verifiche di inscrivibilità:

Tutte le verifiche hanno dato esito positivo, come si evince dalle figure seguenti:

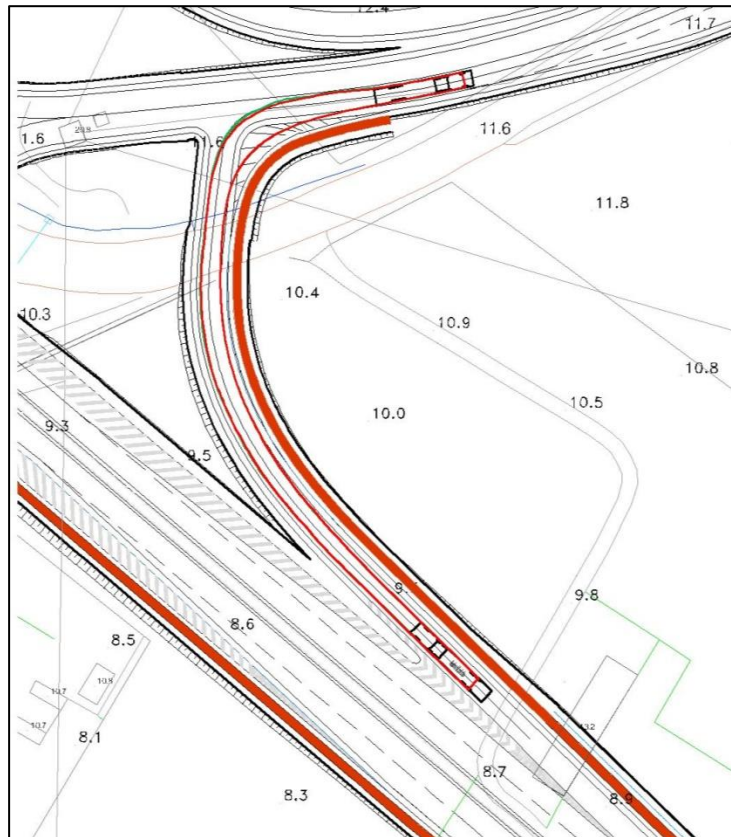


Figura 43. Verifica di inscrivibilità D\_rampa\_U

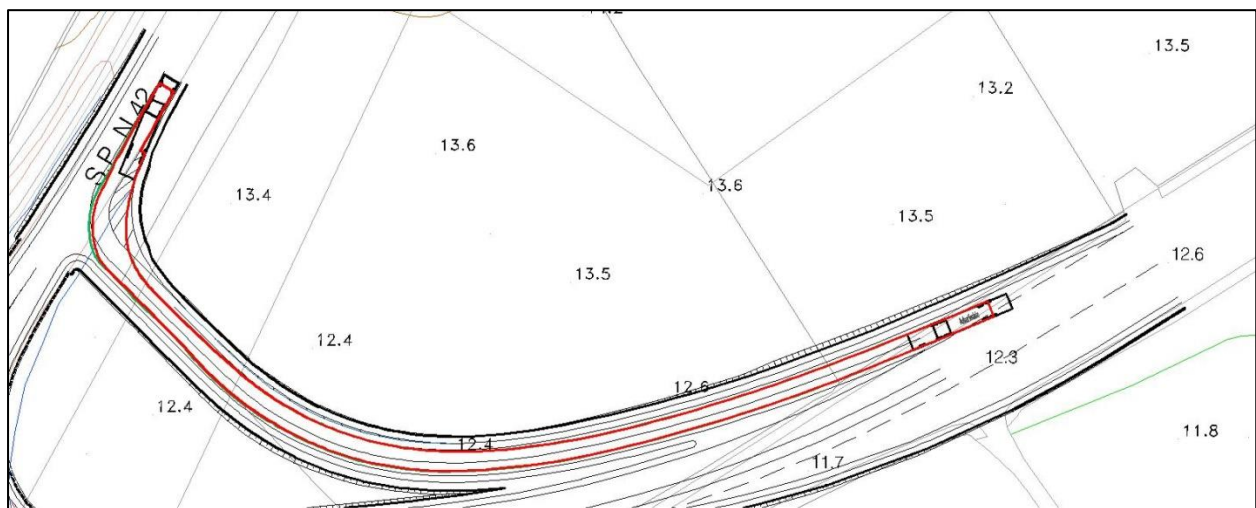


Figura 44. Verifica di inscrivibilità D\_rampa\_E

Si precisa che sono stati previsti cigli per la svolta a destra, composti da tricentriche CNR aventi raggio  $R_2=20$  m. La parte pavimentata supplementare che servirà per favorire l'iscrizione dei mezzi pesanti sarà zebra.

### 7.3 ROTATORIA 3 (allaccio Sud asse D)

La rotatoria 3 non è stata ancora realizzata, è a cura di altro appalto ed è prevista in sostituzione dell'attuale intersezione a raso tra via Mossa e la SS127bis. E' a 4 bracci, con un diametro esterno di 60.00 m e una corona giratoria da 9.00 m.

L'intervento in oggetto riguarda unicamente il ramo d'allaccio dell'asse D alla rotatoria 3. Per esso è previsto un ingresso a due corsie (2x3.50 m.) e un'uscita a un'unica corsia da 4.50 m., che si raccorderà alla carreggiata Nord dell'asse D (7.00 m.) mediante una transizione segnalata con idonea zebraatura.



Figura 45. Allaccio alla costruenda Rotatoria 3

Si rimanda agli allegati grafici per gli elementi di tracciamento del ramo di approccio.

### 7.4 INTERSEZIONE ASSE C E RAMPA ESISTENTE SVINCOLO DI MAMUNTANAS

La bretella di collegamento con l'aeroporto di Alghero Fertilia si allaccia alla viabilità esistente in corrispondenza dello svincolo di Mamuntanas per mezzo del viadotto Ferrovia, la cui spalla sarà realizzata a ridosso del rilevato dello svincolo di cui sopra.

In corrispondenza della suddetta spalla, quindi, dovrà essere prevista un'intersezione a raso, regolata mediante STOP, tra la rampa proveniente da Nord dello svincolo Mamuntanas e la bretella in oggetto

La velocità di riferimento sarà:

- $V_m = 100 \text{ km/h} - L' = 165 \text{ m.}$

Nella figura seguente è riportato il triangolo di visibilità per la direzione di marcia interessata:

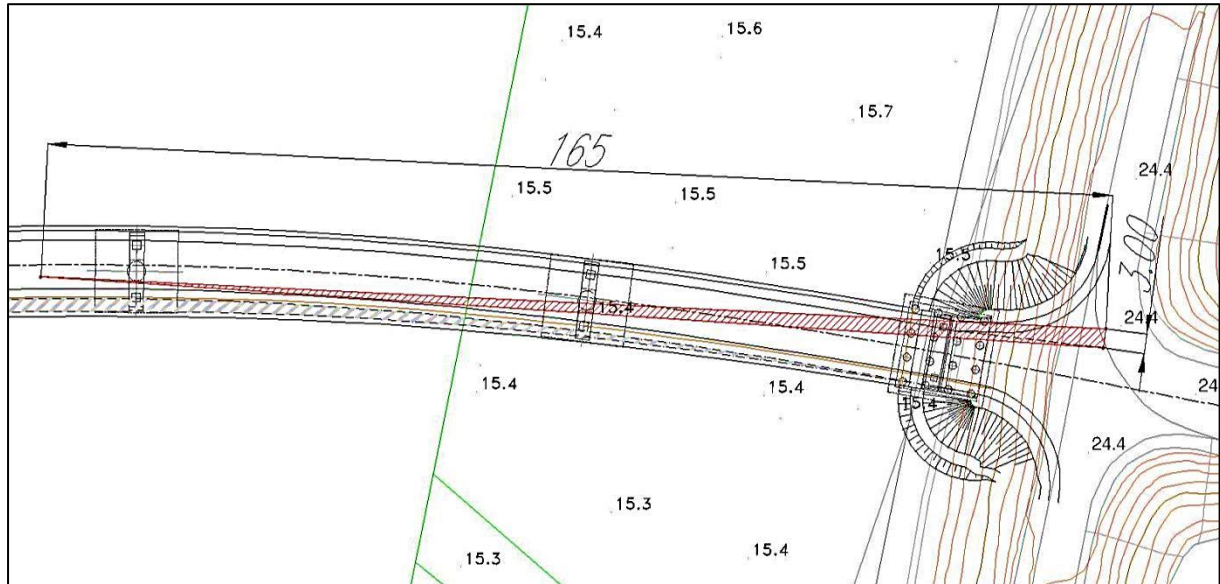


Figura 46. Triangolo di visibilità via Ungias\_Est

Dalle verifiche risulta che non ci sono ostacoli alla visibilità, anche in virtù del fatto che il muro della spalla del viadotto Ferrovia è stato opportunamente inclinato per fare in modo che la barriera di sicurezza che vi sarà installata non crei problemi.

## 8 VIABILITA' SECONDARIE

Per la realizzazione delle nuove infrastrutture è stato necessario prevedere alcune deviazioni e ricuciture di viabilità minori. Tutte queste viabilità sono a destinazione particolare e quindi non caratterizzabili per mezzo del parametro “velocità di progetto”.

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

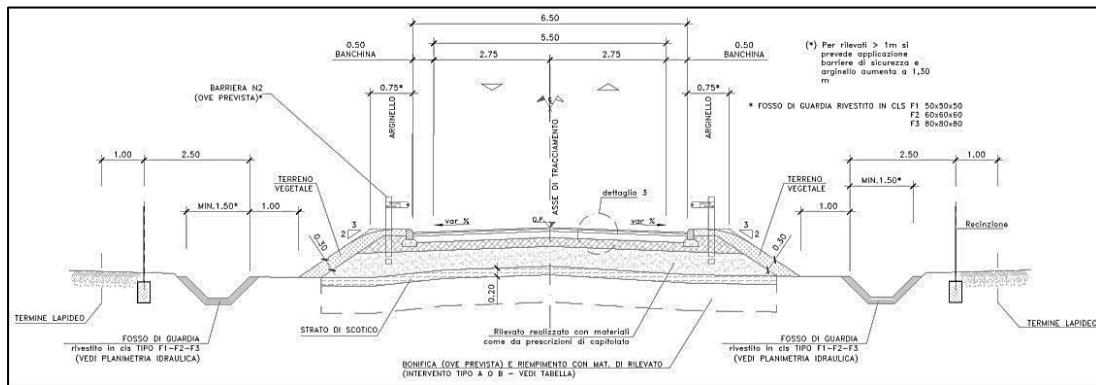


Figura 47. Sezione tipo viabilità locale tipo 1

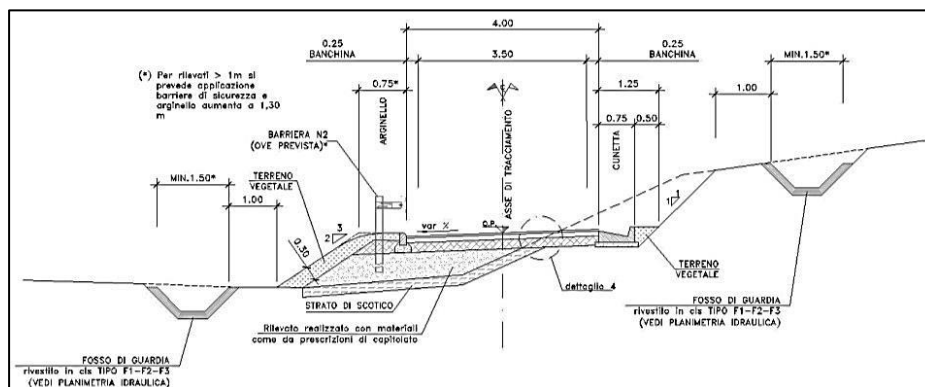


Figura 48. Sezione tipo viabilità locale tipo 2

Gli elementi marginali saranno costituiti da arginelli erbosi, di larghezza pari a 0.75 m, contenuti da un cordolo in conglomerato cementizio.

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

Per maggiori dettagli si consultino gli elaborati specifici.

## 8.1 B\_AS01

L'asse B\_AS01 è un breve tratto di riammaglio previsto per riconnettere alcuni fondi i cui accessi rimarrebbero interclusi a causa della costruzione della SS 291.

Il tracciato avrà una lunghezza  $L \cong 190.00$  m., con una carreggiata da 4.00 m. (sezione tipo locale 2)

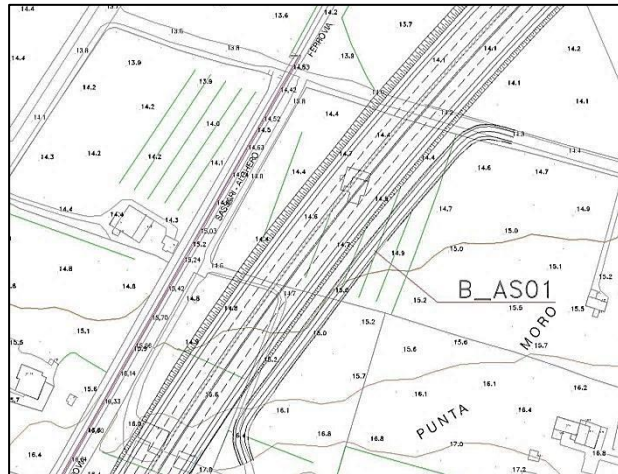


Figura 49. Viabilità B\_AS01

## 8.2 B\_AS02 – B\_AS02b

Anche in questo caso si tratta di rami ricucitura di viabilità vicinali esistenti interrotte dalla SS291. Nello specifico l'asse B\_AS02 è di nuova realizzazione, mentre l'asse B\_AS02b è esistente ed è interessato per la costruzione dell'intersezione a raso.

Il tracciato B\_AS02 avrà una lunghezza  $L \cong 218.00$  m., mentre per B\_AS02b  $L \cong 100.00$  m. Per entrambi gli assi la carreggiata è da 4.00 m. (sezione tipo locale 2).

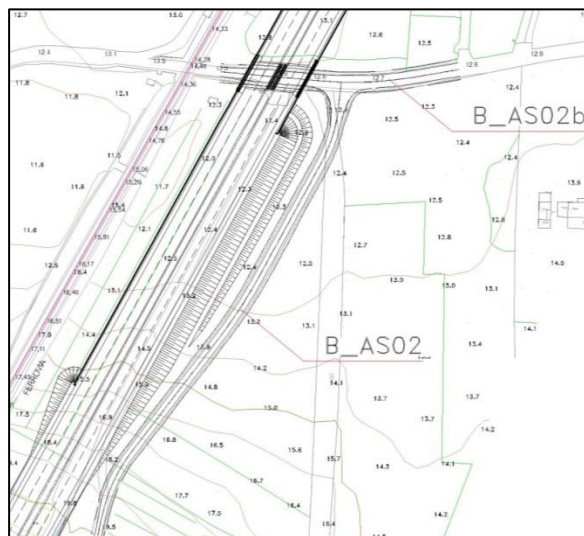



Figura 50. Viabilità B\_AS02 e B\_AS02b

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA29	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

L'intersezione a raso sarà regolata mediante STOP. La velocità di riferimento per l'asse B\_AS02b sarà:

- $V_m = 30 \text{ km/h} - L' = 50 \text{ m}$ .

Nella figura seguente è riportato il triangolo di visibilità per entrambe le direzioni di marcia:

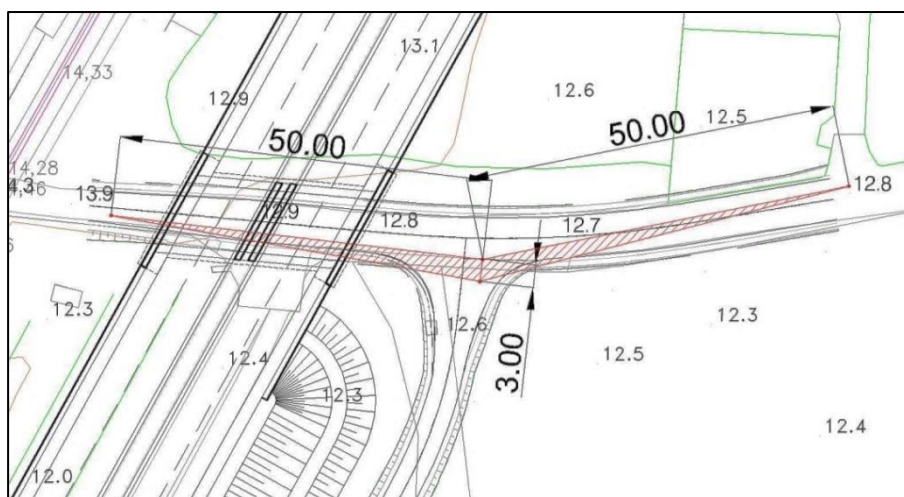


Figura 51. Triangolo di visibilità intersezione a raso B\_AS02

Dalle verifiche risulta che non ci sono ostacoli alla visibilità, dato che in dx è tutto libero, mentre in sx il piedritto del sottovia è in una posizione arretrata rispetto al limite rappresentato dal triangolo di visibilità.

### 8.3 B\_AS03

L'asse B\_AS03 riprende una viabilità che collega tutta una serie di fondi e abitazioni sparse Nord e a Sud della linea ferroviaria, che viene attraversata mediante un P.L.

La realizzazione del completamento della SS291 interromperà il collegamento diretto Nord – Sud, che sarà appunto ripristinato con la viabilità di progetto.

Il tracciato della B\_AS03 avrà origine all'altezza del suddetto P.L., che rimane in esercizio e si svilupperà parallelamente alla SS291, in stretto affiancamento con essa, e la sottopasserà in corrispondenza della prima campata del viadotto Riu Calvia 1. Il tracciato proseguirà, ancora in affiancamento stretto con la SS291, risalendo e riconnettendo i fondi presenti nelle vicinanze della nuova infrastruttura.

Il tracciato avrà una lunghezza complessiva di  $L \cong 435.00 \text{ m}$ . I primi 375 m. avranno una carreggiata da 6.50 m. ( $2 \times 2.75 + 2 \times 0.50 \text{ m}$  - sezione tipo locale 1), mentre i restanti 60 avranno una sezione tipo locale 2, dato che il tratto terminale deve collegare un solo fondo.



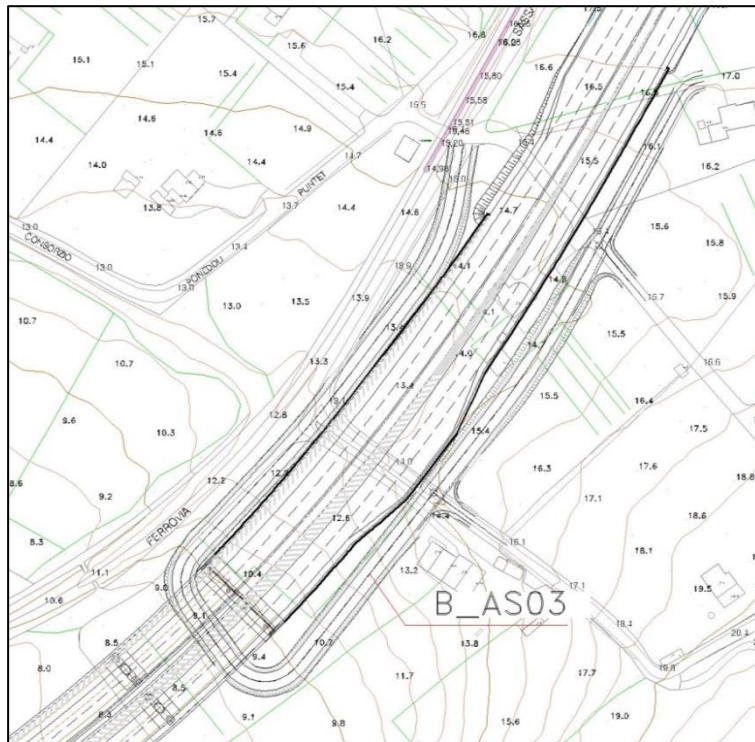


Figura 52 Viabilità B\_AS03

E' stata eseguita l'analisi di visibilità in corrispondenza delle due curve a gomito in corrispondenza del sotto attraversamento del viadotto. Esse hanno entrambe un raggio  $R=12.00$  m. che consente una velocità di progetto  $V_P=20$  km/h, cui corrisponde una distanza d'arresto  $D_a \cong 18$  m.

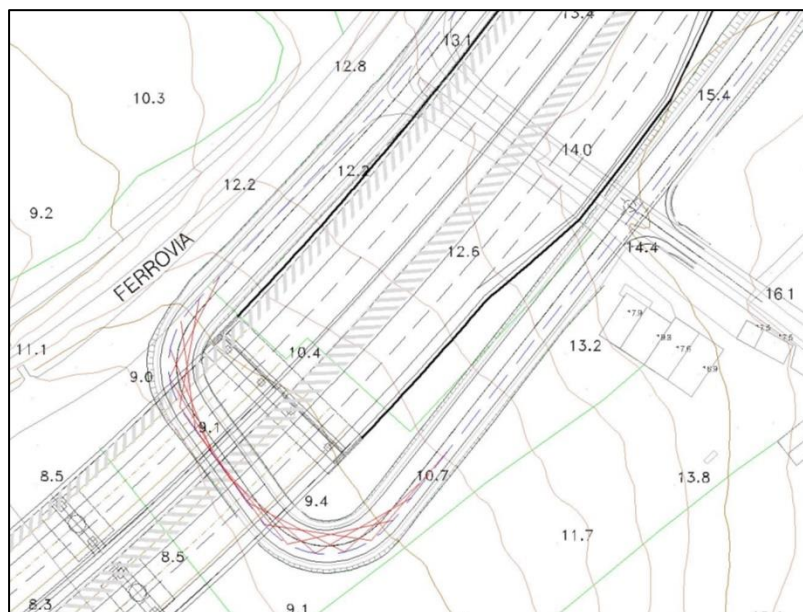


Figura 53. Analisi di visibilità B\_AS03

Come si può evincere anche dalla figura, l'involuppo delle DVL non incontra ostacoli (non essendoci barriere a bordo carreggiata) e quindi, fermi restando tutti i necessari provvedimenti legati alla segnaletica orizzontale e verticale, si può concludere che non sono necessari allargamenti per garantire la visibilità.

#### 8.4 B\_AS04

L'asse B\_AS04 riprende la viabilità vicinale Ungias che collega la periferia di Alghero con tutta una serie di altre strade vicinali a servizio di fondi, abitazioni e attività produttive ubicate a Nord della linea ferroviaria, che viene attraversata mediante un P.L. (num. 21).

Il tracciato ripercorrerà parzialmente quello attuale, deviando da esso in corrispondenza del nuovo sottovia sulla SS291, terminando all'altezza del suddetto P.L., che rimane in esercizio.

Il tracciato avrà una lunghezza complessiva di  $L \cong 257.00$  m. La carreggiata sarà da 6.50 m. (2x2.75+2x0.50 m - sezione tipo locale 1).

In corrispondenza della curva in uscita dal sottovia è stato previsto un allargamento delle corsie per l'iscrizione dei mezzi pesanti.

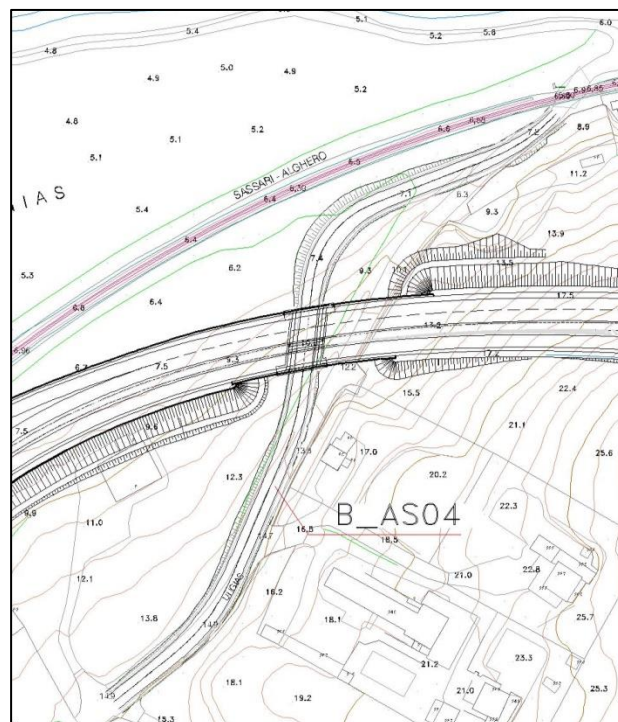


Figura 54. Viabilità B\_AS04

#### 8.5 C\_AS01

L'asse C\_AS01 riprende una viabilità campestre interrotta dalla costruzione della nuova bretella per l'aeroporto di Alghero Fertilia.

Il tracciato avrà una lunghezza  $L \cong 175.00$  m., con una carreggiata da 4.00 m. (sezione tipo locale 2), sottopasserà la nuova bretella e terminerà in corrispondenza dell'attuale incrocio con la viabilità vicinale che collega la SP42 con la strada vicinale Mamuntanas.

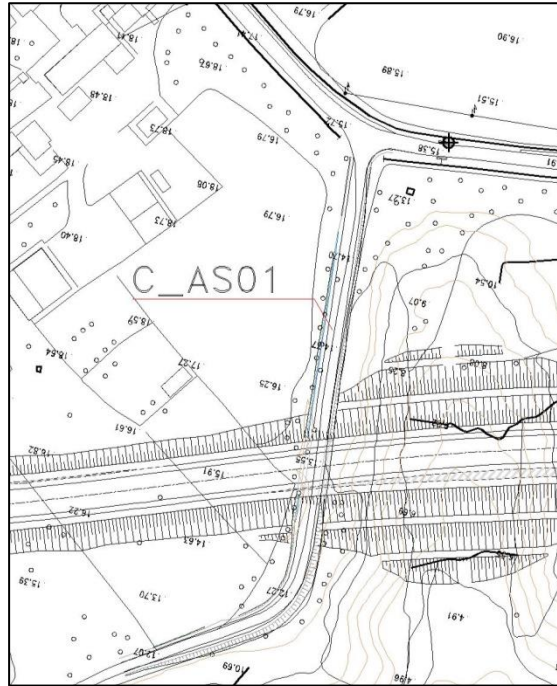


Figura 55 Viabilità C\_AS01

## 8.6 C\_AS02

L'asse C\_AS02 è stato previsto per ricollegare la strada vicinale Mamuntanas a Nord con la strada vicinale Figu Ruja a sud, la cui interconnessione sarebbe altrimenti interrotta dalla costruzione della nuova bretella (Asse C).

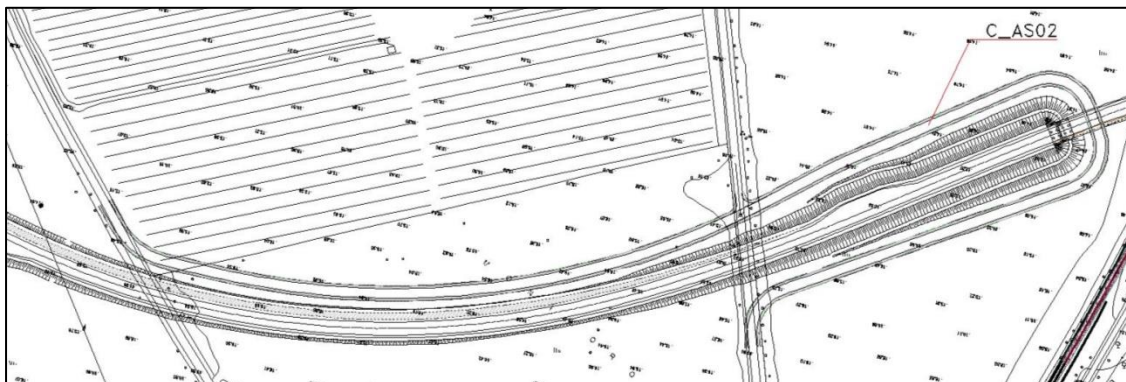



Figura 56 Viabilità C\_AS02

Il tracciato avrà una lunghezza complessiva di  $L \cong 887.00$  m iniziando in corrispondenza della strada vicinale Mamuntanas. Si svilupperà parallelamente alla nuova bretella, in stretto affiancamento ad essa,

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA29	<b>Relazione tecnica sul progetto stradale</b>	

sottopassandola in corrispondenza dell'ultima campata del viadotto Ferrovia. Il tracciato proseguirà, ancora in affiancamento stretto con l'asse C, riconnettendosi infine alla viabilità campestre esistente che porta alla strada vicinale Figu Ruja.

Il tracciato avrà una lunghezza complessiva di  $L \cong 435.00$  m. e la carreggiata sarà da 6.50 m. ( $2 \times 2.75 + 2 \times 0.50$  m - sezione tipo locale 1).

E' stata eseguita l'analisi di visibilità in corrispondenza delle due curve a gomito in corrispondenza del sotto attraversamento del viadotto. Esse hanno entrambe un raggio  $R=24.00$  m. che consente una velocità di progetto  $V_P=28$  km/h, cui corrisponde una distanza d'arresto  $D_a \cong 30$  m.

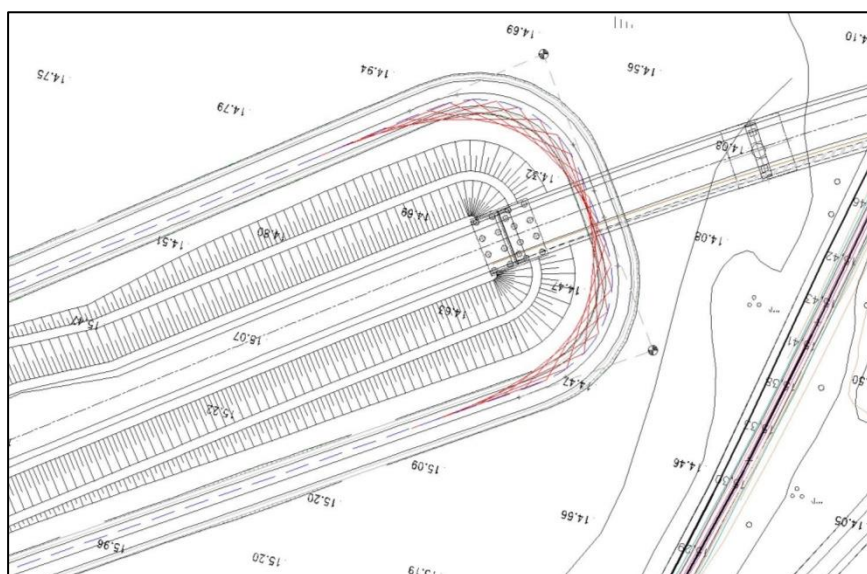


Figura 57 Analisi di visibilità C\_AS02

Come si può evincere dalla figura, l'involuppo delle DVL non incontra ostacoli (non essendoci barriere a bordo carreggiata) e quindi, fermi restando tutti i necessari provvedimenti legati alla segnaletica orizzontale e verticale, si può concludere che non sono necessari allargamenti per garantire la visibilità.

## 8.7 C\_AS06

L'asse C\_AS06 riprende una viabilità campestre, che è stato necessario deviare a causa della costruzione della nuova bretella per l'aeroporto di Alghero Fertilia.

Il tracciato avrà una lunghezza  $L \cong 192.00$  m., con una carreggiata da 4.00 m. (sezione tipo locale 2), sottopasserà la nuova bretella in corrispondenza della prima campata del viadotto Riu Calvia 2 e terminerà in corrispondenza della strada vicinale Mamuntanas.

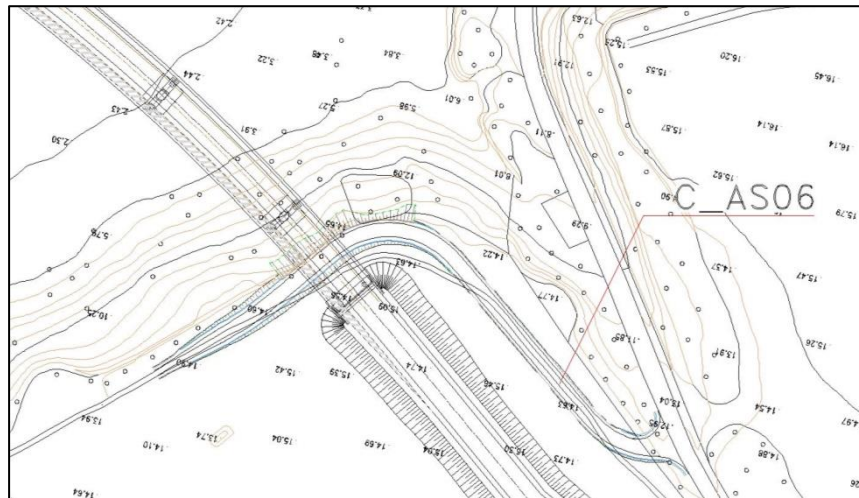


Figura 58 Viabilità C\_AS06