

**Nuova S.S.195 "Sulcitana" Tratto Cagliari - Pula  
Collegamento con la S.S.130 e aeroporto di Cagliari Elmas  
Opera Connessa Nord**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**PROGETTAZIONE: RTI GPI-IRD-SAIM-HYPRO**

<b>IL GEOLOGO</b>  <i>Dott. Geol. Marco Leonardi</i>  Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 1541	<b>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</b>  <i>Ing. Ambrogio Signorelli</i>  Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111	<b>GRUPPO DI PROGETTAZIONE</b> (Mandataria) <b>GPI INGEGNERIA</b>  (Mandante) <b>GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</b>
<b>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</b>  <i>Ing. Ambrogio Signorelli</i>  Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111	<i>Ing. Paolo Orsini</i>  Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 13817  <i>Ing. Giuseppe Resta</i>  Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629	(Mandante) <b>IRD ENGINEERING</b>  (Mandante) <b>SAIM</b> Studio di Architettura e Ingegneria Moderna  (Mandante) <b>HYpro</b>
<b>VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</b>  <i>Ing. Michele Coghe</i>	<i>Ing. Vincenzo Secreti</i>  Ordine Ingegneri Provincia di Crotone n. 412	<b>IL PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE (DPR207/10 ART 15 COMMA 12) :</b>  <i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14035  

**PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA**  
Parte generale  
**RELAZIONE TECNICA STRADALE**

CODICE PROGETTO			NOME FILE	REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV.	ANNO	T00PS00GENRE01_A		
DPCA0150	D	23	CODICE ELAB. T00PS00GENRE01	A	-
D					
C					
B					
A	Emissione		Giugno '23	Maggiore	Resta
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO
					APPROVATO

## INDICE

<b>1. <u>PREMESSA</u></b> .....	<b>3</b>
<b>2. <u>DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO</u></b> .....	<b>3</b>
<b>3. <u>DESCRIZIONE PROGETTO STRADALE</u></b> .....	<b>4</b>
3.1. DESCRIZIONE TRACCIATO.....	7
<b>4. <u>RIFERIMENTI NORMATIVI</u></b> .....	<b>9</b>
<b>5. <u>SEZIONI TIPO</u></b> .....	<b>10</b>
5.1. ASSE PRINCIPALE.....	11
5.2. SVINCOLO ESISTENTE CASIC - CAPOTERRA.....	13
5.2.1. <i>Rampe</i> .....	13
5.2.1. <i>Rotatorie</i> .....	15
5.3. VIABILITÀ SECONDAIA E OPERE INTERFERENTI.....	16
5.3.1. <i>Complanare Casic "Dorsale Consortile"</i> .....	16
5.3.2. <i>Strada di accesso alla dorsale consortile Casic</i> .....	16
5.4. OPERE D'ARTE.....	18
<b>6. <u>DIAGRAMMI DI VELOCITÀ DI PROGETTO</u></b> .....	<b>20</b>
6.1. ASSE PRINCIPALE.....	20
6.1. VIABILITÀ SECONDAIA E OPERE INTERFERENTI.....	20
6.1.1. <i>Complanare Casic "Dorsale Consortile"</i> .....	20
6.2. RAMPE.....	21
6.2.1. <i>Rampa A</i> .....	21
6.2.2. <i>Rampa B</i> .....	22
6.2.3. <i>Rampa C</i> .....	22
6.2.4. <i>Rampa D</i> .....	23
6.2.5. <i>Rampa E</i> .....	23
6.2.6. <i>Ramo Bidirezionale 1</i> .....	24
6.2.7. <i>Ramo Bidirezionale 2</i> .....	24
6.2.1. <i>Asse Cavalcavia</i> .....	25
<b>7. <u>CARATTERISTICHE PROGETTUALI E VERIFICHE ASSI</u></b> .....	<b>25</b>
7.1. VERIFICA DELLE CARATTERISTICHE PLANIMETRICHE.....	25
7.2. VERIFICA DELLE CARATTERISTICHE ALTIMETRICHE.....	29
7.3. PENDENZE TRASVERSALI.....	31
7.4. PIAZZOLE DI SOSTA.....	32
7.5. VERIFICA DELLE DISTANZE DI VISUALE LIBERA.....	32

PROGETTAZIONE ATI:

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE

7.5.1.	Report allargamenti per garantire la distanza di visibilità .....	36
7.6.	VERIFICA DIMENSIONAMENTO CORSIE SPECIALIZZATE DI IMMISIONE E DIVERSIONE .....	36
7.6.1.	Corsie di immissione (o entrata).....	38
7.6.2.	Corsie di diversione (o uscita) .....	43
<b>8.</b>	<b>CARATTERISTICHE PROGETTUALI E VERIFICHE ROTATORIE .....</b>	<b>44</b>
8.1.	VERIFICHE ROTATORIE DI PROGETTO .....	44
8.1.1.	VERIFICHE ANGOLO DI DEVIAZIONE.....	44
8.1.2.	VERIFICHE VISIBILITA' .....	46
<b>9.</b>	<b>DATI DI TRAFFICO .....</b>	<b>47</b>
<b>10.</b>	<b>VERIFICHE FUNZIONALI - LIVELLO DI SERVIZIO (L.D.S.) .....</b>	<b>50</b>
10.1.	ASSE PRINCIPALE .....	50
10.2.	ROTATORIE .....	52
<b>11.</b>	<b>PAVIMENTAZIONE .....</b>	<b>57</b>
11.1.	DESCRIZIONE DEL METODO UTILIZZATO .....	57
11.2.	SOVRASTRUTTURA DI PROGETTO .....	57
11.3.	CALCOLO DEL TRAFFICO SOPPORTABILE EQUIVALENTE .....	59
11.3.1.	Calcolo dell'Indice Strutturale e stima della Portanza del Sottofondo .....	59
11.3.2.	Indice si servizio.....	61
11.3.3.	Affidabilità .....	62
11.3.4.	Calcolo del traffico equivalente sopportabile .....	62
11.3.5.	Calcolo del coefficiente di equivalenza .....	63
11.4.	CALCOLO DEL NUMERO DI VEICOLI TRANSITANTI DURANTE LA VITA UTILE .....	68
11.5.	CALCOLO DEL TRAFFICO COMMERCIALE SOPPORTABILE .....	70
11.6.	VERIFICA DELLA PAVIMENTAZIONE .....	70
<b>12.</b>	<b>BARRIERE DI SICUREZZA.....</b>	<b>71</b>
<b>13.</b>	<b>SEGNALETICA VERTICALE E ORIZZONTALE .....</b>	<b>74</b>
<b>ALLEGATI.....</b>	<b>.....</b>	<b>76</b>
	REPORT VERIFICHE PLANIMETRICHE ED ALTIMETRICHE TRACCIATI DI PROGETTO .....	76
	VERIFICHE PLANO-ALTIMETRICHE .....	77
	VERIFICHE PLANIMETRICHE.....	78
	VERIFICHE ALTIMETRICHE .....	83

PROGETTAZIONE ATI:

## 1. PREMESSA

La presente relazione tratta gli aspetti stradali legati alla progettazione definitiva del nuovo tracciato della SS195 "Sulcitana" nel tratto che ricade nei comuni di Assemmini (CA) e Capoterra (CA) inserito nel tratto Cagliari-Pula e definito come "Opera Connessa Nord".

La nuova strada statale n. 195 Sulcitana ("S.S. 195") costituisce un importante collegamento tra la città di Cagliari e il Sulcis, passando per la costa sudoccidentale della Sardegna e rappresentando un asset fondamentale per il traffico commerciale e turistico dell'isola. Nell'ambito dei lavori di ammodernamento della S.S. 195, l'Opera Connessa Nord ("OCN") costituisce il collegamento tra la nuova statale, la strada statale 130 e l'aeroporto di Cagliari Elmas.

## 2. DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO

L'infrastruttura denominata come "Opera Connessa Nord" prevede la creazione di un nuovo collegamento che parte dallo svincolo al km11 della S.P.2, percorre la Dorsale Casic in località Macchiareddu, si ricollega al lotto denominato "Opera Connessa Sud" (in fase di costruzione) in corrispondenza dello svincolo Inceneritore-Dorsale Casic e di qui arriva fino allo svincolo esistente Su Loi-Villa d'Orri ed attraverso il tracciato già realizzato si collega alla S.S.195 nei pressi di Pula.



Corografia di inquadramento Opera Connessa Nord

### 3. DESCRIZIONE PROGETTO STRADALE

Come anticipato il nuovo tratto di viabilità in oggetto interessa i Comuni di Assemini (CA) e Capoterra (CA), ha uno sviluppo complessivo di 5 km e prevede una sezione stradale di tipo B secondo il D.M. 05.11.2001.

Il tracciato ha inizio al km 5+216.416 subito a valle dello svincolo che attualmente connette la Strada Provinciale n.1 con la Strada Consortile Macchiareddu e termina al km 10+302.535 dove si congiunge all'Opera Connessa Sud (in fase di costruzione) in corrispondenza dello svincolo Inceneritore-Dorsale Casic.

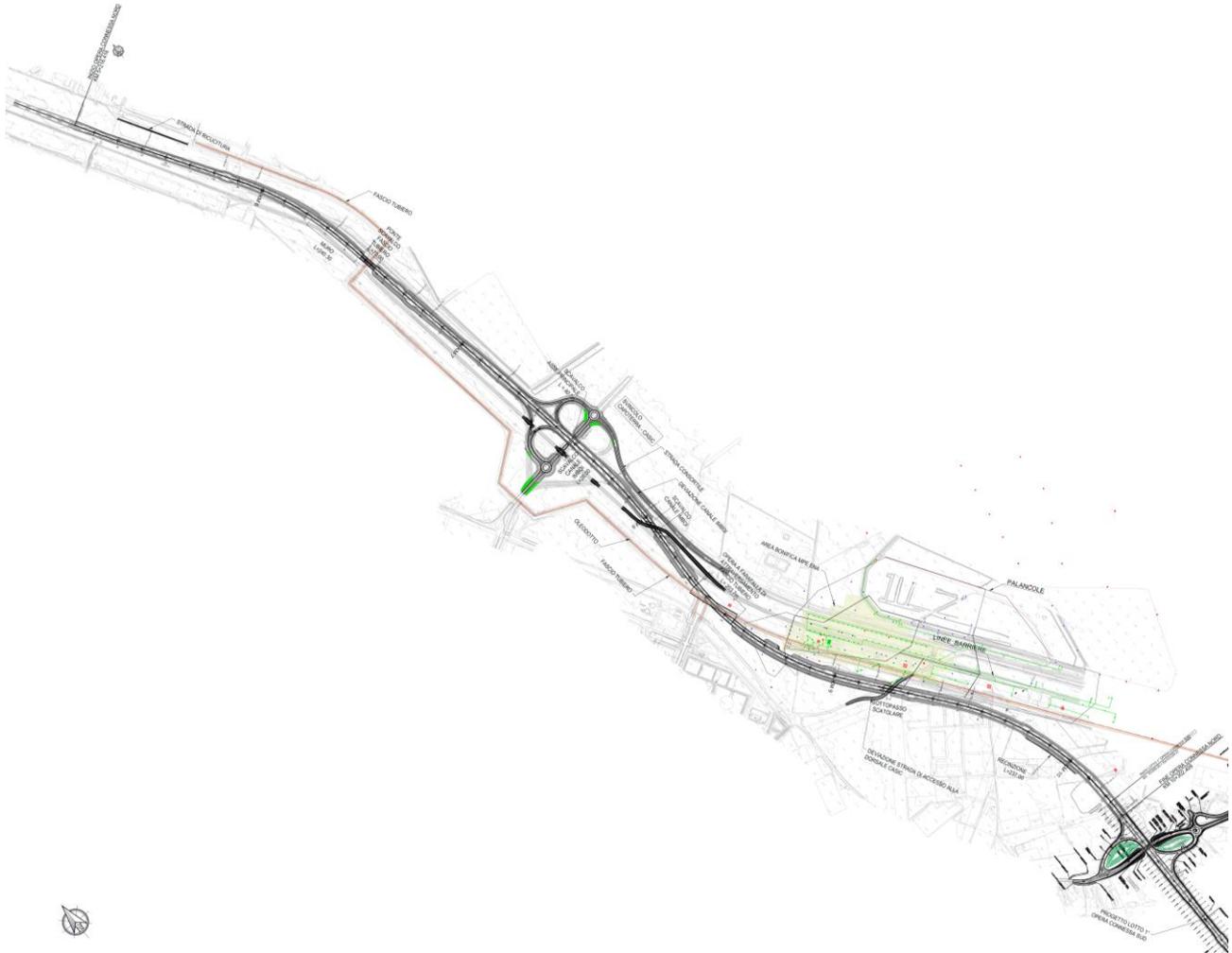
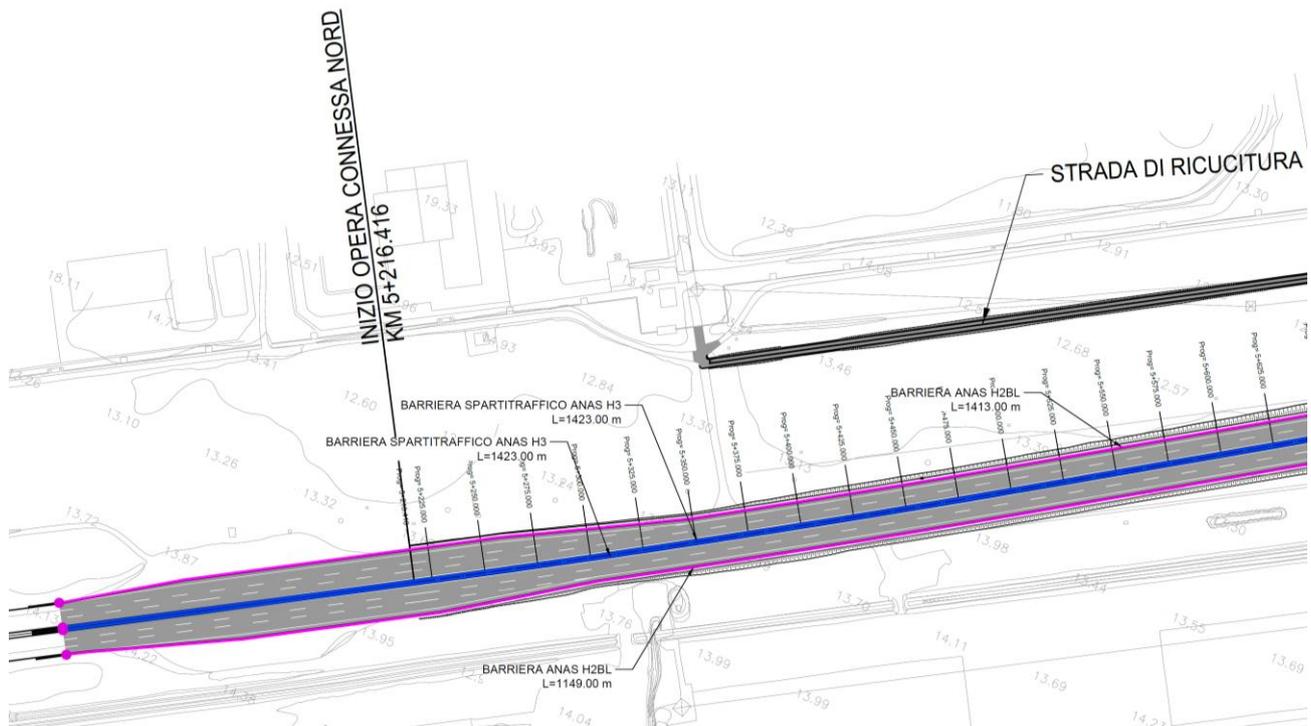


Figura 1 – Stralcio Planimetria d'insieme Opera Connessa Nord

Nel tratto di allaccio allo svincolo esistente la piattaforma è stata opportunamente dimensionata in modo da garantire, a seguito della realizzazione del nuovo asse in progetto, il ripristino delle esistenti corsie specializzate nel rispetto di quanto prescritto dal D.M. 19.04.2006 in termini di sviluppi previsti per le corsie dell'asse principale in diversione, nel caso della carreggiata in direzione Nord, in immissione nel caso della carreggiata in direzione Sud. In questo caso, inoltre si provvederà alla chiusura dei piazzali attualmente presenti lungo il ciglio esterno delle due carreggiate, tramite l'installazione di barriere di sicurezza.

PROGETTAZIONE ATI:



**Figura 2** – Stralcio Sistemazione corsie specializzate e piazzali esistenti (Planimetria barriere di sicurezza dal km 5+216 al km 6+900)

L'intervento in oggetto prevede anche la sistemazione in variante dell'attuale Strada Consortile Macchiareddu per uno sviluppo complessivo di 826m, al fine di permettere l'inserimento del nuovo asse principale di progetto (asse denominato **Complanare Casic "Dorsale Consortile"**).

Infine, l'intervento in oggetto prevede anche la modifica dello schema funzionale dell'attuale **svincolo Casic-Capoterra**, tramite la realizzazione di nuove rampe che consentiranno alle correnti veicolari circolanti sull'asse principale di immettersi o uscire dallo stesso; a queste si aggiungono l'**Asse Cavalcavia** di connessione tra le due nuove rotatorie di progetto e la **Rampa E** afferente alla nuova Rotatoria 1 costituente invece l'allaccio alla viabilità esistente.

Nello specifico, le rampe in progetto sono come di seguito denominate:

- **Rampa A** di tipo semidiretta, consentirà la diversione dei veicoli dall'asse principale;
- **Rampa B** di tipo indiretta, consentirà l'immissione dei veicoli sull'asse principale;
- **Rampa C** di tipo indiretta, consentirà la diversione dei veicoli dall'asse principale;
- **Rampa D** di tipo semidiretta, consentirà l'immissione dei veicoli sull'asse principale;
- **Ramo Bidirezionale 1**, consentirà l'ingresso delle correnti del **Rampa A** e l'uscita di quelle del **Rampa B** dalla Rotatoria 1;

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE

- **Ramo Bidirezionale 2**, consentirà l'ingresso delle correnti del *Rampa C* e l'uscita di quelle del *Rampa D* dalla Rotatoria 2.

Lo schema funzionale dello svincolo è completato dalla realizzazione di n.2 rotatorie convenzionali collegate tra loro dal nuovo cavalcavia che consentirà lo scavalco dell'asse principale al km 7+575 circa, ovvero nel tratto in cui è stato necessario prevederne l'innalzamento delle quote di progetto, in accordo con i risultati derivanti dagli studi idrologici e idraulici condotti sull'area d'intervento. Nello specifico, le rotatorie in progetto sono come di seguito denominate:

- **Rotatoria 1**, ubicata sul lato Ovest dello svincolo Casic - Capoterra, avente diametro esterno pari a 40,00m e composta da n.3 rami di convergenza bidirezionali;
- **Rotatoria 2**, ubicata sul lato Est dello svincolo Casic - Capoterra, avente diametro esterno pari a 40,00m e composta da n.3 rami di convergenza bidirezionali;

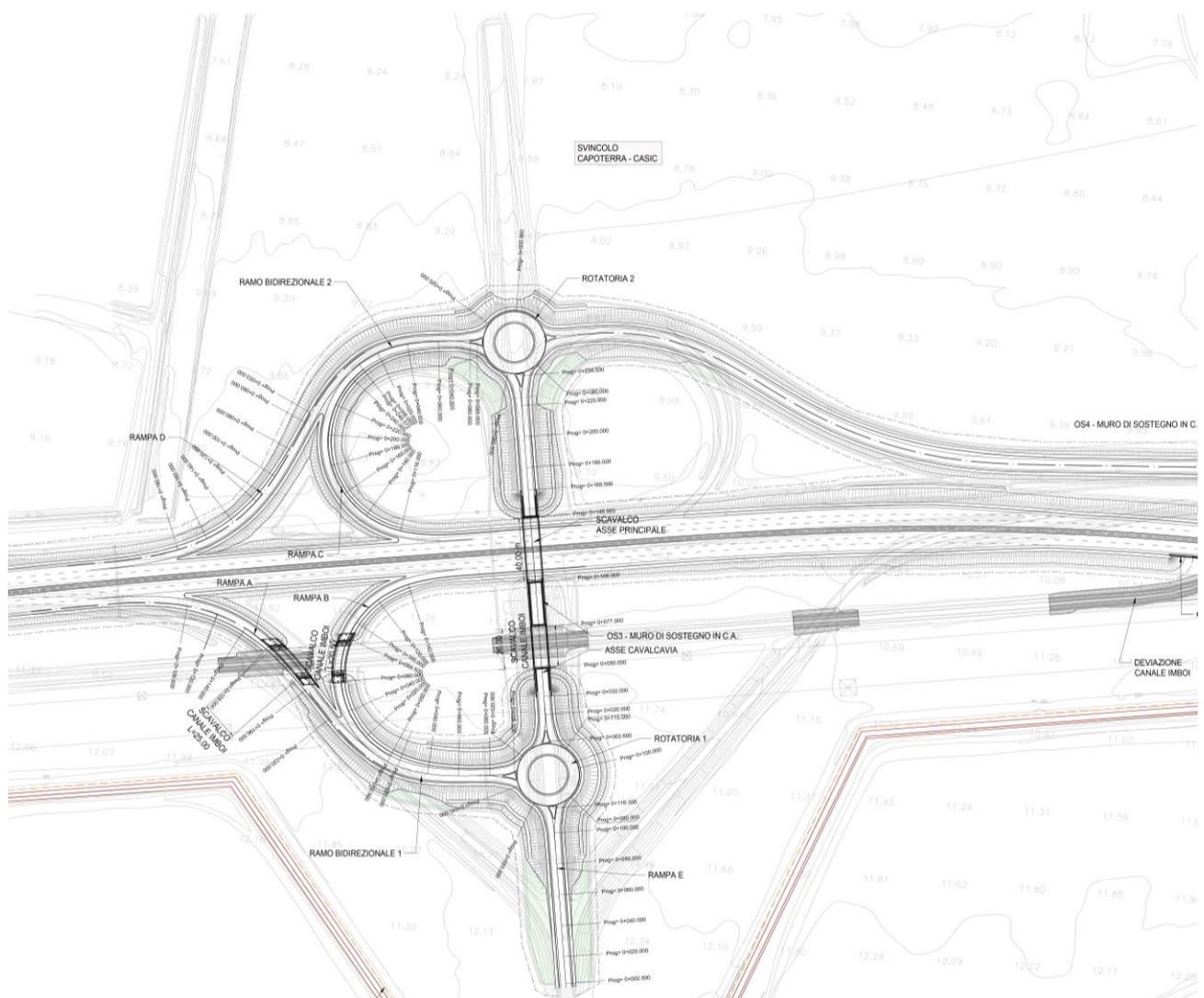


Figura 3 – Svincolo Casic – Capoterra, Opera Connessa Nord

PROGETTAZIONE ATI:

Il ramo Sud della *Rotatoria 2* rappresenta il tratto finale della sistemazione in variante della *Dorsale Consortile* della quale si prevede la deviazione per un tratto di circa 826m, al fine di lasciar spazio al nuovo asse principale; dal km 7+575 circa, ovvero il tratto a monte dello Svincolo Casic -Capoterra, l'esistente strada consortile sarà "sostituita" dal nuovo asse principale il cui tracciato è previsto su "nuova sede" con l'adozione di sezione stradale propria di una "*Strada extraurbana principale*" (Tipo B), a fronte di quella che invece attualmente caratterizza l'esistente strada consortile, riconducibile ad una "*Strada extraurbana secondaria*" (tipo C).

### 3.1. DESCRIZIONE TRACCIATO

Il tracciato dell'**asse principale** ha inizio sull'esistente Strada Consortile Macchiareddu al km 5+216.416 posto subito a valle dello svincolo a quadrifoglio che attualmente ne consente la connessione con la S.P. 1", dopodiché si sviluppa in direzione Sud e termina al km 10+302.535 in corrispondenza dell'inizio dell'Opera Connessa Sud.

Il tracciato abbandona gradualmente la viabilità esistente tramite una prima curva sinistrorsa di ampio raggio, pari a 7500m per poi piegare verso destra con una curva di raggio pari a 1250m; il tracciato avanza secondo una sequenza di quattro rettili raccordati da tre curve circolari concordi di raggio pari a 7500m e 1800m, dopodiché prosegue secondo un flesso costituito da due curve discordi di raggio pari a 1100m e infine si allaccia all'Opera Connessa Sud.

Dal punto di vista altimetrico il tracciato si compone di livellette e raccordi verticali convessi e concavi; il valore massimo delle pendenze sulle livellette è pari al -1.36%, mentre i raggi minimi sono pari a R=10000.00m (concavo in raccordo all'esistente Strada Consortile), R=7000m (concavo) e R=12000m (convesso).

Lungo il tracciato sono presenti le seguenti opere d'arte principali:

#### n. 7 Opere di Scavalco:

##### *Asse Principale*

"Ponte Scavalco Fascio Tubiero":	L = 70m;
"Scavalco Canale IMBOI":	L = 25m;
"Opera a Farfalla Attraversamento Fascio Tubiero":	L = 205.50m;

##### *Rampa A Sv. Casic- Capoterra*

"Ponte scavalco canale IMBOI":	L = 25m;
--------------------------------	----------

##### *Rampa B Sv. Casic- Capoterra*

"Ponte scavalco canale IMBOI":	L = 20.50m;
--------------------------------	-------------

##### *Asse Cavalcavia Sv. Casic- Capoterra*

"Ponte scavalco canale IMBOI":	L = 26m;
--------------------------------	----------

##### *Asse Cavalcavia Sv. Casic- Capoterra*

"Scavalco Asse Principale":	L = 40m.
-----------------------------	----------

#### n. 1 Scatolare:

##### *Deviazione strada di accesso alla Dorsale Casic*

"Sottopasso scatolare":	L = 38m.
-------------------------	----------

PROGETTAZIONE ATI:

Lo **svincolo Casic – Capoterra** sarà costituito dalle rampe come di seguito denominate:

- **Rampa A:** si tratta di una rampa di tipo semidiretta che consentirà la diversione dei veicoli dall'asse principale verso il *Ramo Bidirezionale 1* e la *Rotatoria 1*. L'asse si sviluppa per 271m prevedendo un rettilineo iniziale seguito da un flesso asimmetrico tra due curve circolari discordi di raggio pari a 100m e 68.34m (curva di allaccio al *Ramo Bidirezionale 1*).  
Dal punto di vista altimetrico il tracciato si compone di livellette e raccordi verticali convessi e concavi; il valore massimo delle pendenze sulle livellette è pari al 6.00%, mentre i raggi minimi sono pari a R=1500m (concavo) e R=1000m (convesso);
- **Rampa B:** si tratta di una rampa di tipo indiretta che consentirà l'immissione dei veicoli sull'asse principale. L'asse si sviluppa per 256m e risulta costituito da una curva circolare iniziale di raggio pari a 64.07m seguita da un rettilineo finale di allaccio all'asse principale.  
Dal punto di vista altimetrico il tracciato si compone di livellette e raccordi verticali concavi; il valore massimo delle pendenze sulle livellette è pari al -4.77%, mentre il raggio minimo concavo è pari a R=1050m;
- **Rampa C:** si tratta di una rampa di tipo indiretta che consentirà la diversione dei veicoli dall'asse principale verso il *Ramo Bidirezionale 2* e la *Rotatoria 2*. L'asse si sviluppa per 249m e risulta costituito da un rettilineo iniziale di allaccio all'asse principale seguito da una curva circolare di raggio pari a 59.00m.  
Dal punto di vista altimetrico il tracciato si compone di livellette e raccordi verticali concavi; il valore massimo delle pendenze sulle livellette è pari al -3.00%, mentre il raggio minimo concavo è pari a R=1000m;
- **Rampa D:** si tratta di una rampa di tipo semidiretta che consentirà l'immissione dei veicoli sull'asse principale. L'asse si sviluppa per 251m e risulta costituito da un flesso asimmetrico iniziale tra due curve circolari discordi di raggio pari a 67.54m (curva di allaccio al *Ramo Bidirezionale 2*) e 100m, dopodiché termina con un rettilineo di allaccio all'asse principale.  
Dal punto di vista altimetrico il tracciato si compone di livellette e raccordi verticali concavi; il valore massimo delle pendenze sulle livellette è pari al -2.54%, mentre i raggi minimi sono pari a R=2500m (concavo) e R=7897m (convesso);
- **Ramo Bidirezionale 1:** si tratta dell'asse che consentirà l'uscita dei veicoli dalla *Rotatoria 1* verso la *Rampa B* e l'entrata dei veicoli provenienti dalla *Rampa A* sulla *Rotatoria 1*. L'asse si sviluppa per 101m e risulta costituito da una curva circolare di allaccio alle *Rampe A* e *B* di raggio pari a 64.07m seguita da un rettilineo di innesto sulla *Rotatoria 1*.  
Dal punto di vista altimetrico il tracciato si compone di due livellette e un raccordo verticale convesso; il valore massimo delle pendenze sulle livellette è pari al 4.47%, mentre il raggio convesso minimo è pari a R=1600m;
- **Ramo Bidirezionale 2:** si tratta dell'asse che consentirà l'uscita dei veicoli dalla *Rotatoria 2* verso la *Rampa D* e l'entrata dei veicoli provenienti dalla *Rampa C* sulla *Rotatoria 2*. L'asse si sviluppa per 95m e risulta costituito da una curva circolare di allaccio alle *Rampe C* e *D* di raggio pari a 63.27 seguita da un rettilineo di innesto sulla *Rotatoria 2*.  
Dal punto di vista altimetrico il tracciato si compone di due livellette e un raccordo verticale convesso; il valore massimo delle pendenze sulle livellette è pari al 2.8%, mentre il raggio convesso minimo è pari a R=2000m;

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE

- **Rampa E:** si tratta del ramo Ovest afferente alla nuova Rotatoria 1 costituente invece l'allaccio alla viabilità esistente. L'asse si sviluppa per 119m e risulta costituito da un unico rettilineo. Dal punto di vista altimetrico il tracciato si compone di livellette e raccordi verticali convessi e concavi; il valore massimo delle pendenze sulle livellette è pari al 4.50%, mentre i raggi minimi sono pari a R=800m (concavo) e R=1000m (convesso);
- **Asse Cavalcavia:** si tratta del ramo di scavalco dell'asse principale costituente la connessione tra le due nuove rotatorie di progetto (*Rotatoria 1 e 2*). L'asse si sviluppa per 244m e risulta costituito da un unico rettilineo. Dal punto di vista altimetrico il tracciato si compone di livellette e raccordi verticali convessi e concavi; il valore massimo delle pendenze sulle livellette è pari al -5.50%, mentre i raggi minimi sono pari a R=650m (concavo) e R=1100m (convesso).

La **Complanare Casic "Dorsale Consortile"** rappresenta la sistemazione in variante dell'attuale Strada Consortile Macchiareddu al fine di permettere l'inserimento del nuovo asse principale di progetto. L'asse si sviluppa per 826m e si snoda a partire dalla nuova rotatoria di progetto, denominata *Rotatoria 1*, realizzando un primo flesso asimmetrico tra le due curve circolari discordi di raggio pari a 150m e 280m, dopodiché il tracciato continua con una sequenza di due rettilineo raccordati da una curva circolare di raggio pari a 742m riallacciandosi alla viabilità esistente.

Dal punto di vista altimetrico il tracciato si compone di livellette e raccordi verticali convessi e concavi; il valore massimo delle pendenze sulle livellette è pari al -3.50%, mentre i raggi minimi sono pari a R=2000.00m (concavo in raccordo all'esistente Strada Consortile), R=2500m (concavo) e R=1200m (convesso).

La **Strada di accesso alla "Dorsale Consortile"** rappresenta la ricucitura dell'esistente viabilità secondaria interferita dalla realizzazione della nuova infrastruttura. Il tracciato si sviluppa per 300m e risulta costituito da un primo flesso asimmetrico tra le due curve circolari discordi di raggio pari a 140m e 64m, dopodiché il tracciato continua con una sequenza di due rettilineo raccordati da una curva circolare di raggio pari a 140m.

Dal punto di vista altimetrico il tracciato si compone di livellette e raccordi verticali convessi e concavi; il valore massimo delle pendenze sulle livellette è pari al 3.36%, mentre i raggi minimi sono pari a R=800m (concavo) e R=650m (convesso in raccordo alla viabilità esistente).

#### 4. RIFERIMENTI NORMATIVI

Per la definizione geometrico-funzionale della viabilità sono state adottate le disposizioni legislative di seguito elencate.

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

PROGETTAZIONE ATI:

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE

- D.M. 19/04/2006: “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”;
- D.M. 18/02/1992: “Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza”;
- D.M. 03/06/1998: “Istruzioni tecniche sulla progettazione, omologazione ed impiego delle barriere di sicurezza stradale”;
- D.M. 21/06/2004: “Aggiornamento delle 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 delle Infrastrutture e dei Trasporti 21/07/2010: “Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”;
- Direttiva Ministero LL.PP. 24.10.2000: “Direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del Codice della Strada in materia di segnaletica e criteri per l'installazione e la manutenzione”;
- CNR - Bollettino Ufficiale - Norme Tecniche - Anno XXIX – N.178: “Catalogo delle pavimentazioni stradali”;
- Highway Capacity Manual (HCM) 2000, dell’American Association of State Highway Officials (AASHO).

## 5. SEZIONI TIPO

L'infrastruttura è stata progettata in conformità alle vigenti “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”, D.M. 5 Novembre 2001, con riferimento alla sezione tipo B “strade extraurbane principali” per quanto riguarda l’asse principale, alla sezione tipo C2 “strade extraurbane secondarie” per quanto riguarda la Dorsale Consortile CASIC, alla sezione tipo F2 “strade locali extraurbane” per quanto riguarda la strada di accesso alla dorsale consortile CASIC e, infine, con riferimento alle indicazioni contenute nelle “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”, D.M. 19 Aprile 2006, per quanto riguarda le rampe dello svincolo.

### 5.1. ASSE PRINCIPALE

La sezione stradale dell'asse principale si compone di doppia carreggiata separata da spartitraffico di larghezza minima pari a 2,50m; ogni carreggiata comprende due corsie da 3,75m, banchina laterale interna minima da 0,50m ed esterna da 1,75m, per una larghezza complessiva minima della singola carreggiata pari a 9,75m. Nei tratti in sede naturale gli elementi marginali sono costituiti, in rilevato, da un arginello da 2,00m e in trincea da una cunetta alla francese da 1,00m.

ASSE PRINCIPALE - CATEGORIA B  
SEZIONE IN RILEVATO IN RETTIFILO

SCALA 1:100

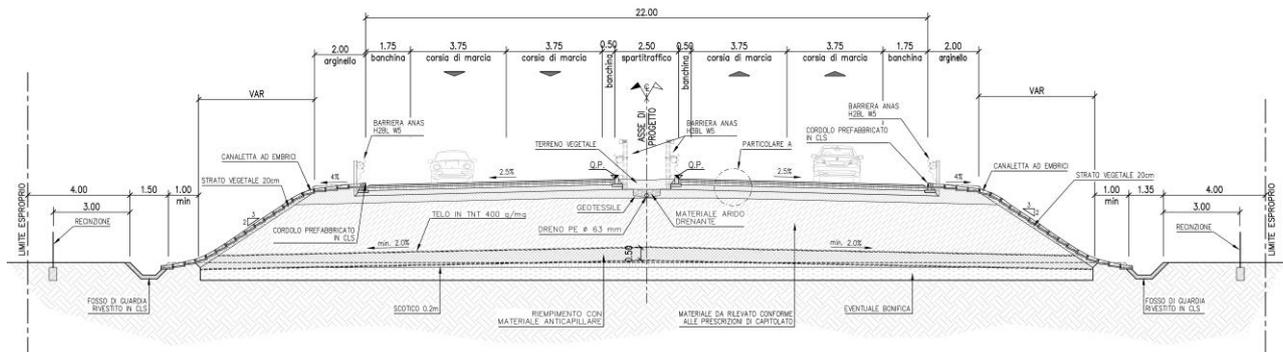


Figura 4 – Sezione tipo in rilevato dell'asse principale

ASSE PRINCIPALE - CATEGORIA B  
SEZIONE IN SCAVO IN RETTIFILO

SCALA 1:100

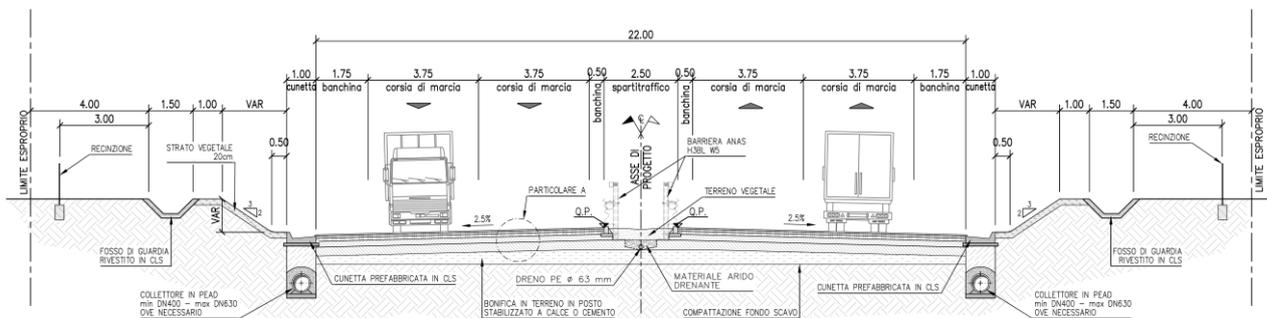


Figura 5 - Sezione tipo in trincea dell'asse principale

In rettilifilo la sezione stradale è sagomata a doppia falda, con pendenza trasversale del 2.5% per lo smaltimento delle acque meteoriche. In curva la pendenza trasversale, dipendente dalla velocità di progetto, è stata ricavata utilizzando l'abaco di normativa. Il passaggio graduale da una pendenza ad un'altra avviene lungo le curve di raccordo.

Lungo la carreggiata in direzione Sud nel tratto in approccio allo svincolo Inceneritore – Casic della Dorsale Consortile, al fine di garantire adeguate condizioni di visibilità per il cambio corsia dei veicoli in uscita dall'asse principale, si prevede la realizzazione di un allargamento del ciglio destro della corsia di diversione tramite la realizzazione di un rilevato con scarpata di pendenza ridotta 1/4 senza l'installazione di barriera di sicurezza, in grado di garantire uno spazio libero da ostacoli alla visibilità pari ad almeno 15m.

PROGETTAZIONE ATI:

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE

ASSE PRINCIPALE - CATEGORIA B  
SEZIONE IN RILEVATO CON ALLARGAMENTO ESTERNO PER VISIBILITA'  
SCALA 1:100

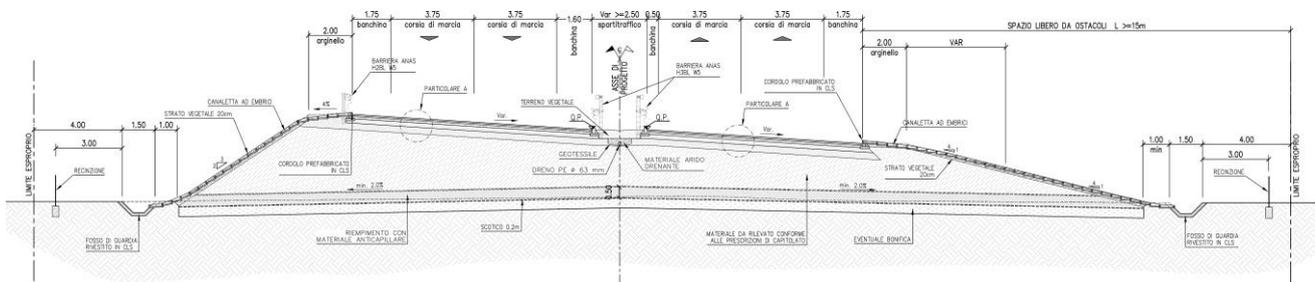


Figura 6 - Sezione tipo in rilevato dell'asse principale con corsia di diversione e allargamento per visibilità

Ad eccezione del rilevato di cui sopra, per le scarpate dei rilevati e delle trincee è prevista una pendenza 2/3 e rivestimento con terra vegetale per uno spessore di 20 cm; inoltre per i rilevati si prevede eventuale banca intermedia dopo 5,00m di altezza dall'arginello, in caso di altezze superiori a 6,00m.

SEZIONE IN RILEVATO IN CURVA  
SCALA 1:100

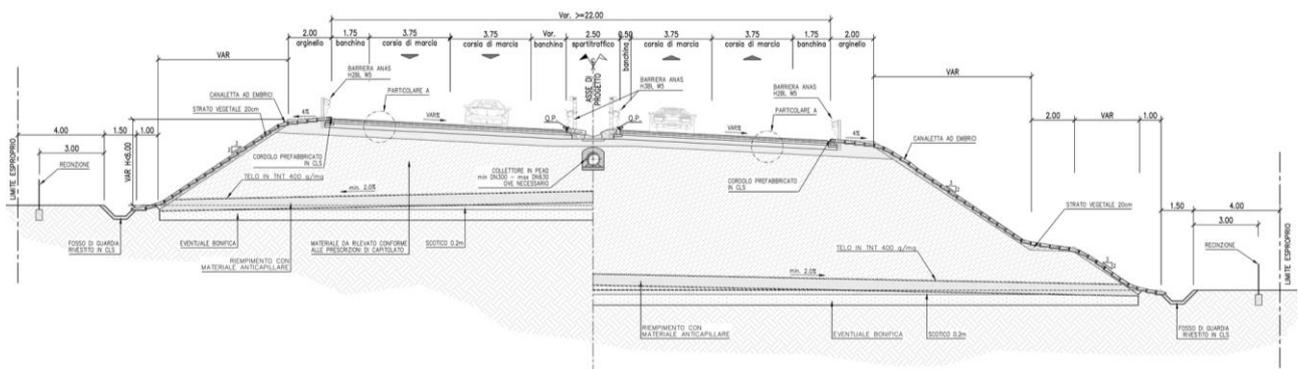


Figura 7 - Sezione tipo in rilevato dell'asse principale con banche intermedie laterali

La dove l'asse principale incontra il fascio tubiero dell'oleodotto se ne prevede lo scavalco tramite opera di attraversamento a farfalla.

OPERA A FARFALLA  
ATTRAVERSAMENTO FASCIO TUBIERO  
SCALA 1:100

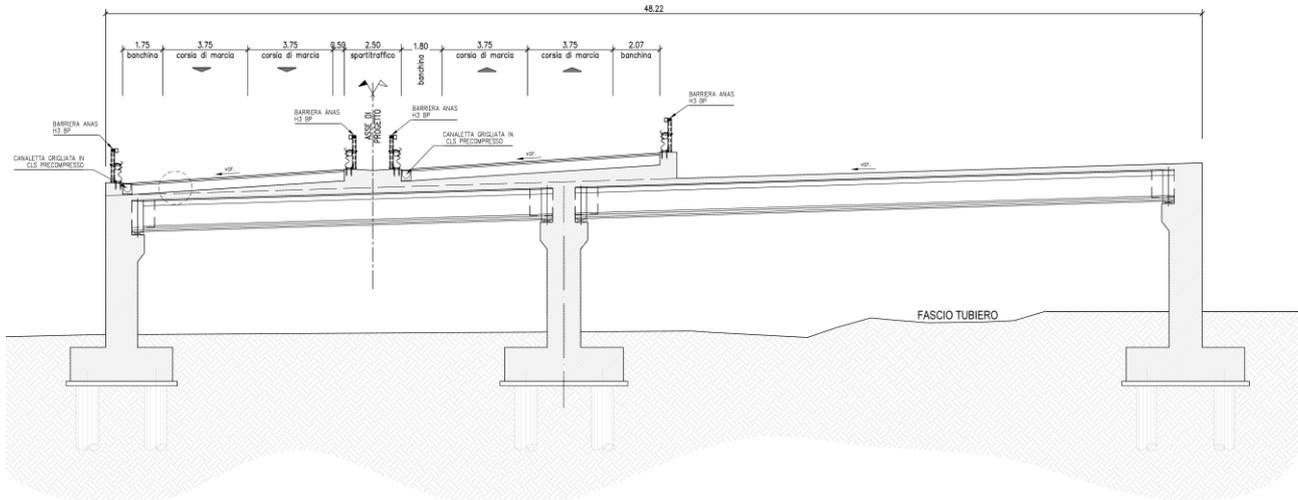


Figura 8 - Sezione tipo dell'asse principale su opera di attraversamento

## 5.2. SVINCOLO ESISTENTE CASIC - CAPOTERRA

### 5.2.1. RAMPE

Il progetto prevede la realizzazione di rampe monodirezionali e rampe bidirezionali con una corsia per senso di marcia.

Per le **rampe monodirezionali** si prevede una sezione tipo composta da una corsia di larghezza pari a 4,00 m e banchine laterali di larghezza pari a 1,00 m ciascuna, sagomata a falda unica con una pendenza in rettilineo del 2.5% per agevolare lo scorrimento delle acque meteoriche.

In rilevato gli elementi marginali sono costituiti da arginelli erbosi, di larghezza pari a 2,00 m, delimitati da un cordolo in conglomerato cementizio. La conformazione delle scarpate, rivestite con terra vegetale per uno spessore di 20 cm, ha una pendenza del 2/3.

PROGETTAZIONE ATI:

RAMPA MONODIREZIONALE IN RILEVATO  
RAMPE A - B - C - D

SCALA 1:100

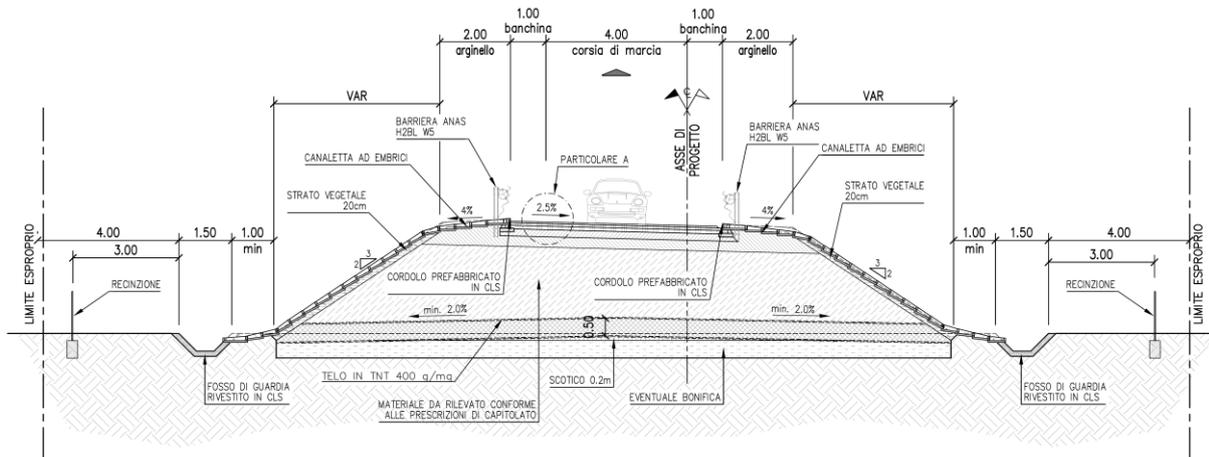


Figura 9 – Sezione tipo rampa monodirezionale

Per le **rampe bidirezionali** si prevede una sezione tipo composta da due corsie, una per ogni senso di marcia, di larghezza pari a 3,50m e banchine laterali di larghezza pari a 1,00 m ciascuna, sagomata a doppia falda con una pendenza del 2.5% in rettilineo e in curva per consentire lo scorrimento delle acque meteoriche.

In rilevato gli elementi marginali sono costituiti da arginelli erbosi, di larghezza pari a 2,00 m, delimitati da un cordolo in conglomerato cementizio. La conformazione delle scarpate, rivestite con terra vegetale per uno spessore di 20 cm, ha una pendenza del 2/3.

RAMPA BIDIREZIONALE IN RILEVATO  
RAMPA E - CAVALCAVIA - BIDIREZIONALE 1 - 2

SCALA 1:100

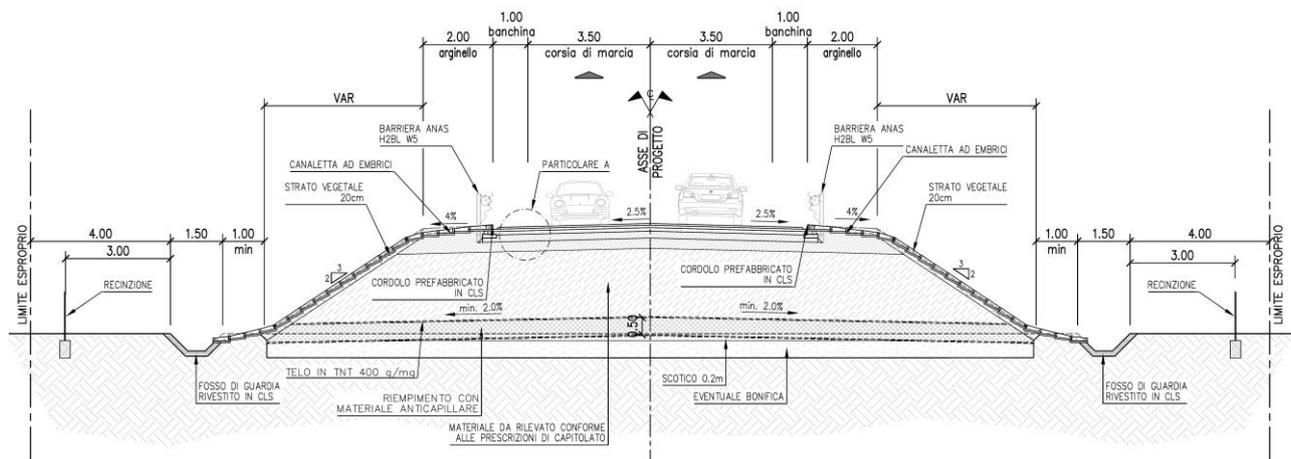


Figura 10 – Sezione tipo rampa Bidirezionale

In alcuni tratti delle viabilità denominate *Rampa E, Asse Cavalcavia, Ramo Bidirezionale 1 e 2* dello svincolo CASIC – Capoterra si prevede l'ammorsamento sul rilevato esistente.



PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE

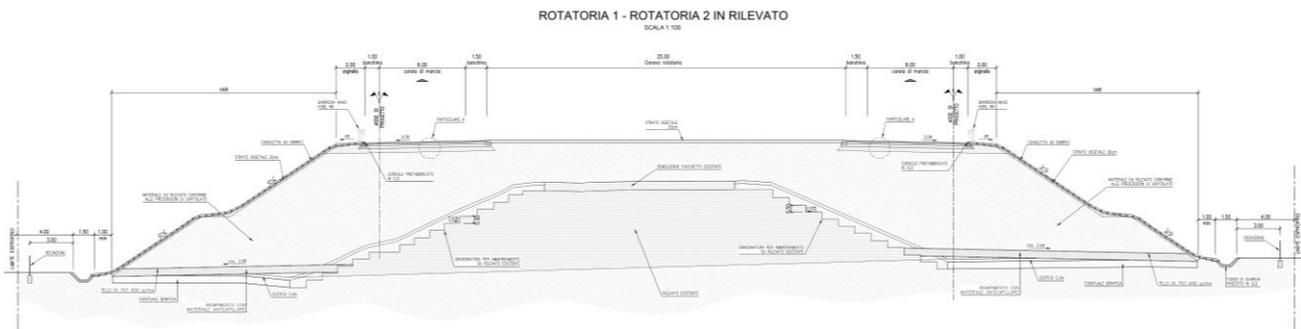


Figura 12 – Sezione tipo Rotatorie 1 e 2

5.3. VIABILITÀ SECONDAIA E OPERE INTERFERENTI

5.3.1. **COMPLANARE CASIC “DORSALE CONSORTILE”**

La sezione stradale dell’asse secondario in oggetto prevede un’unica carreggiata da 9,50m composta da due corsie da 3,50m affiancate da banchine da 1,25m. Nei tratti in rilevato che si sviluppano in sede naturale gli elementi marginali sono costituiti da un arginello da 2,00m delimitati da un cordolo in conglomerato cementizio.

La conformazione delle scarpate, rivestite con terra vegetale per uno spessore di 20 cm, ha una pendenza del 2/3.

STRADA - CATEGORIA C2  
DORSALE CONSORTILE  
SCALA 1:100

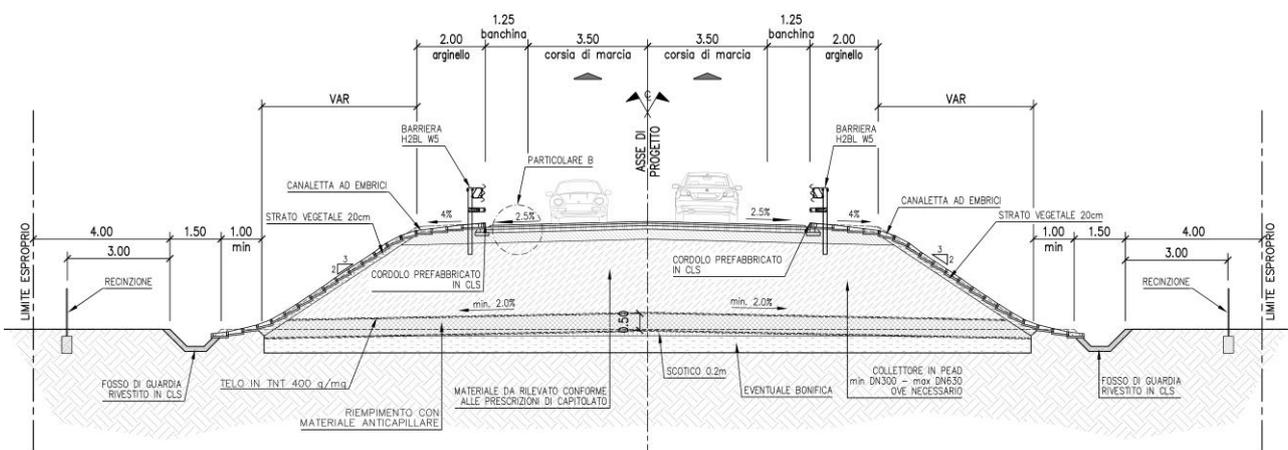


Figura 13 – Sezione tipo in rilevato dell’asse secondario - Complanare Casic “Dorsale Consortile”

5.3.2. **STRADA DI ACCESSO ALLA DORSALE CONSORTILE CASIC**

La sezione stradale dell’asse secondario in oggetto prevede un’unica carreggiata da 8,50m composta da due corsie da 3,25m affiancate da banchine da 1,00m. Nei tratti che si sviluppano in sede naturale gli elementi marginali sono costituiti da un arginello da 2,00m in rilevato e da cunetta alla francese da 1,00m in trincea.

PROGETTAZIONE ATI:

STRADA ACCESSO - CATEGORIA F2 - IN RILEVATO

SCALA 1:100

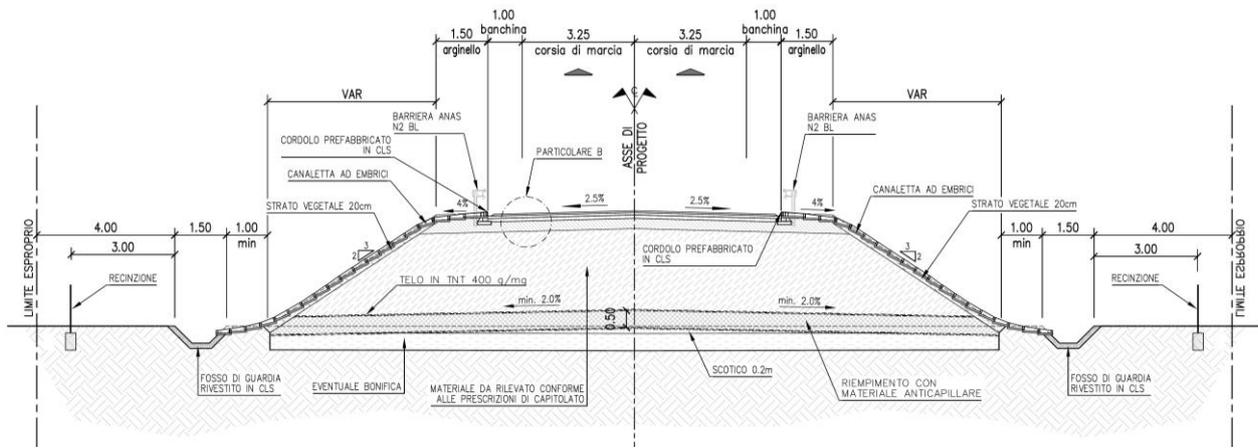


Figura 14 – Sezione tipo in rilevato dell'asse secondario – Strada di Accesso alla Dorsale Consortile CASIC

Per le scarpate dei rilevati e delle trincee, rivestite con terra vegetale per uno spessore di 20 cm, è prevista una pendenza 2/3

STRADA DI ACCESSO ALLA DORSALE CONSORTILE - CATEGORIA F2 - IN SCAVO

SCALA 1:100

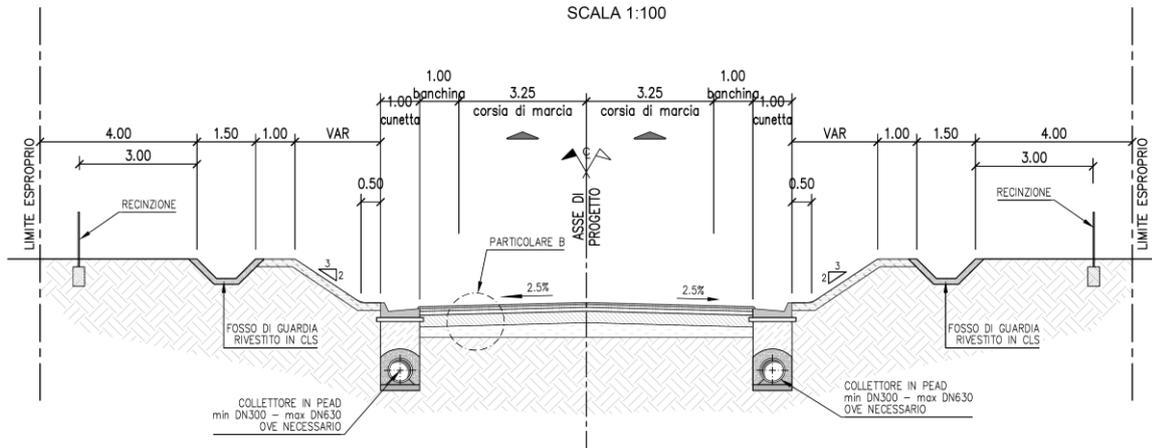


Figura 15 – Sezione tipo in scavo asse secondario – Strada di Accesso alla Dorsale Consortile CASIC

La dove la Strada di Accesso alla dorsale consortile CASIC incontra l'asse principale si prevede la realizzazione di un sottovia scatolare per consentirne l'attraversamento.

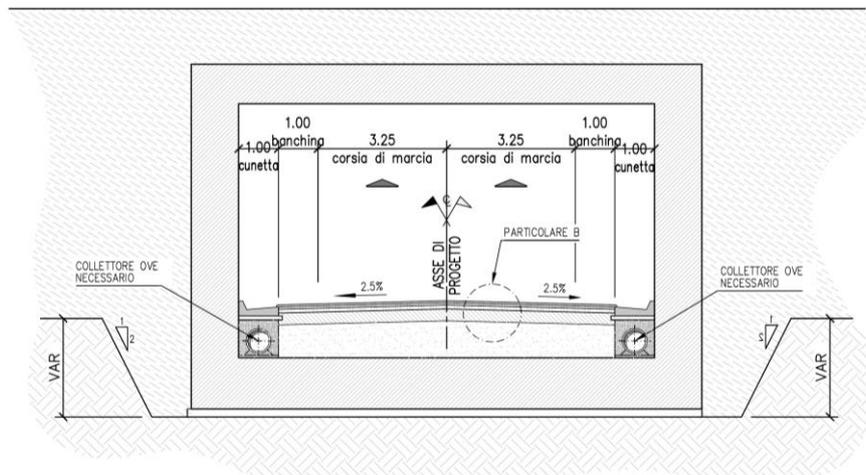


Figura 16 – Sezione tipo in sottovia asse secondario – Strada di Accesso alla Dorsale Consortile CASIC

#### 5.4. OPERE D'ARTE

Si riportano di seguito le sezioni tipologiche delle opere d'arte principali in cui sono evidenziate le geometrie stradali; per i dettagli strutturali si rimanda agli specifici elaborati.

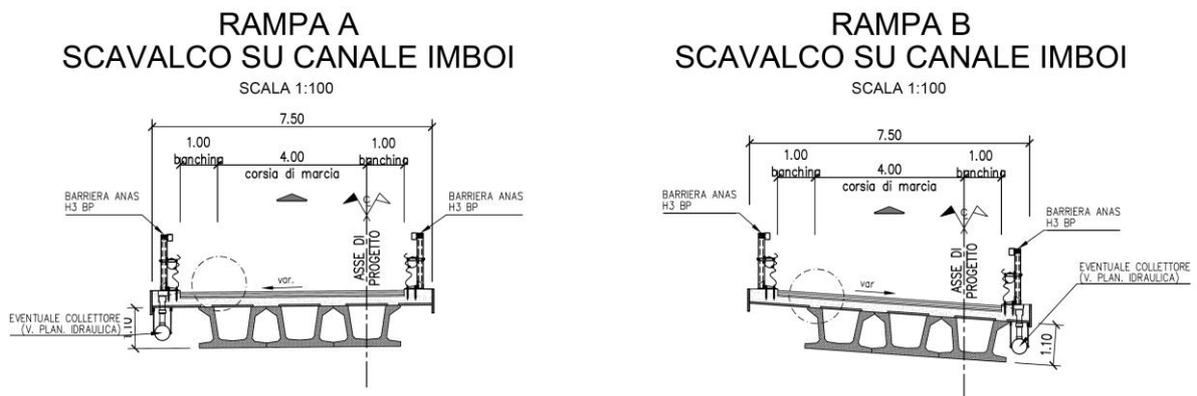


Figura 17 - Sezione tipo Rampa A e B su Scavalco canale IMBOI

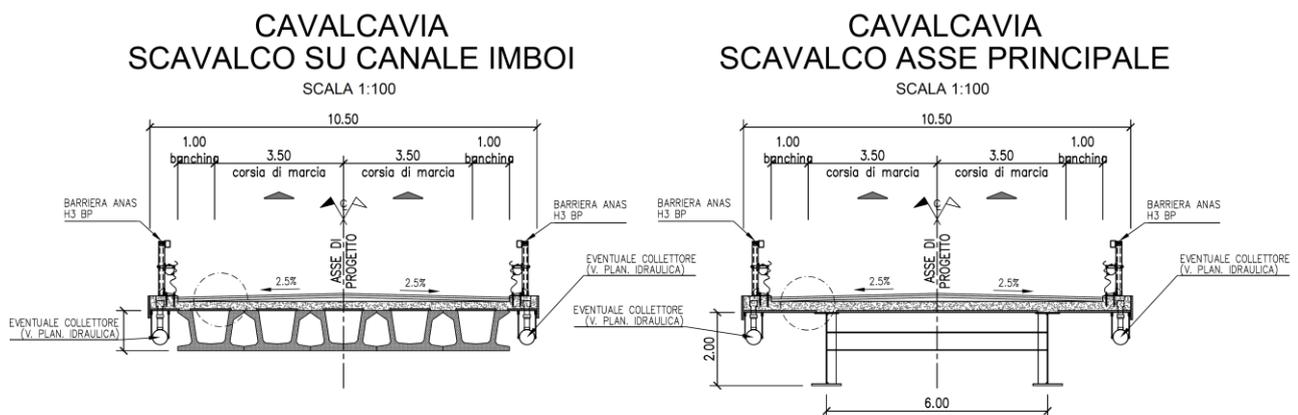


Figura 18 - Sezione tipo Asse Cavalcavia su Scavalco canale IMBOI e Asse Principale

PROGETTAZIONE ATI:

### ASSE PRINCIPALE SCAVALCO FASCIO TUBIERO

SCALA 1:100

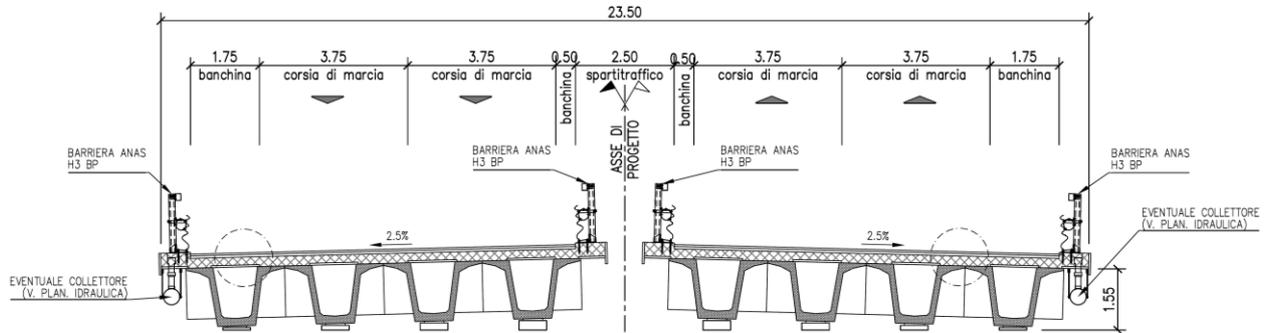


Figura 19 - Sezione tipo Asse Principale su Scavalco Fascio Tubiero

### ASSE PRINCIPALE SCAVALCO CANALE IMBOI

SCALA 1:100

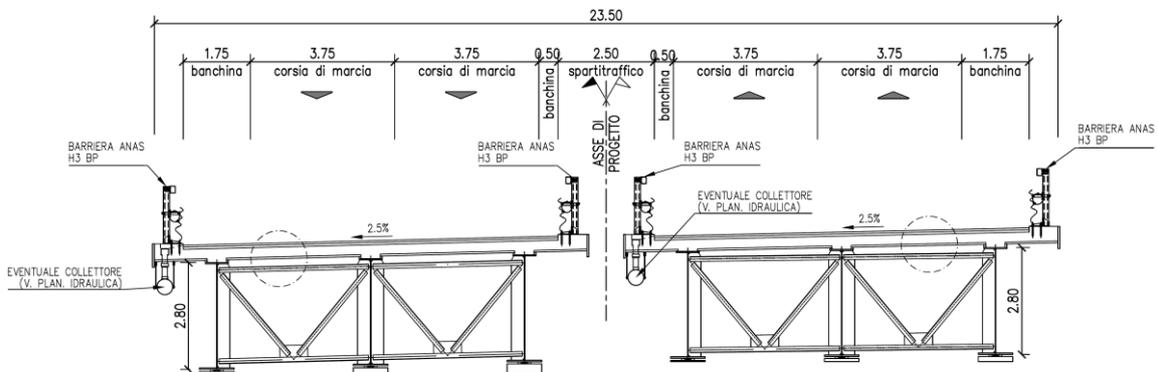


Figura 20 - Sezione tipo Asse Principale su Scavalco canale IMBOI

PROGETTAZIONE ATI:

## 6. DIAGRAMMI DI VELOCITÀ DI PROGETTO

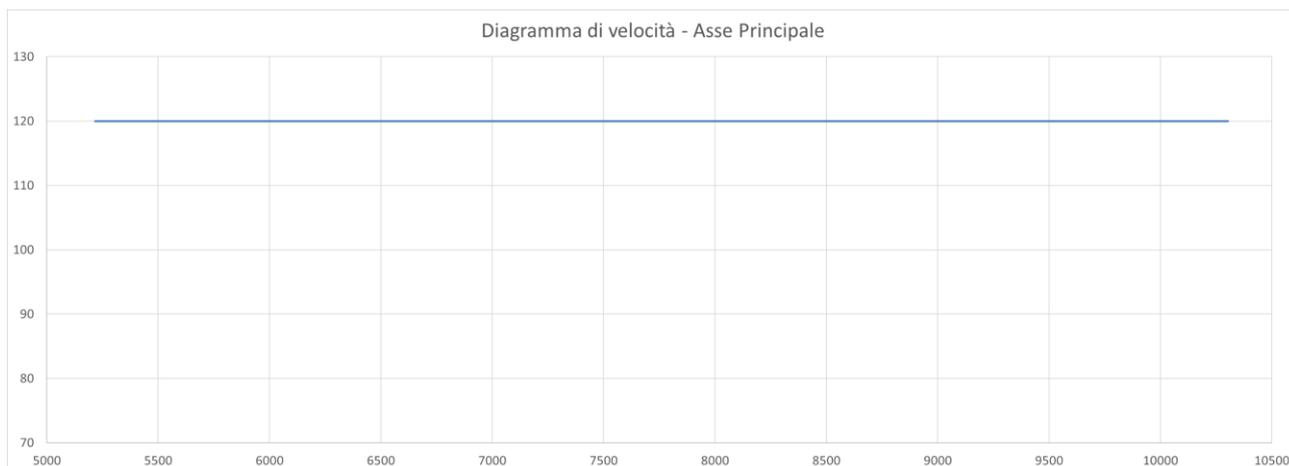
Il diagramma delle velocità di progetto definito per ogni asse è stato redatto secondo le modalità riportate nel D.M. 05/11/2001 che prevede la scomposizione del tracciato in elementi a curvatura costante (curve circolari e rettili) considerando i tratti a curvatura variabile (clotoidi) appartenenti al rettifilo.

La normativa ipotizza un'accelerazione e una decelerazione per il veicolo medio pari a  $0.8 \text{ m/s}^2$  utilizzate lungo i tratti rettilinei quando uscendo da una curva circolare ha la possibilità di aumentare la sua velocità, eventualmente raggiungendo il valore massimo, mentre in prossimità della curva successiva decelera per giungere su essa alla velocità determinata dall'abaco dell'equilibrio dinamico mantenendola costante per tutto lo sviluppo dell'elemento circolare.

### 6.1. ASSE PRINCIPALE

Ai fini delle verifiche normative è stato preso in considerazione l'intervallo di velocità di progetto previsto per strade extraurbane principali - Categoria B, ovvero  $V_p=70\div 120 \text{ km/h}$ .

La velocità è stata lasciata libera considerando come da norma un'accelerazione ed una decelerazione pari a  $0.8 \text{ m/s}^2$ , tuttavia raggiunge il limite superiore dell'intervallo di velocità e si mantiene costante lungo l'intero tracciato.



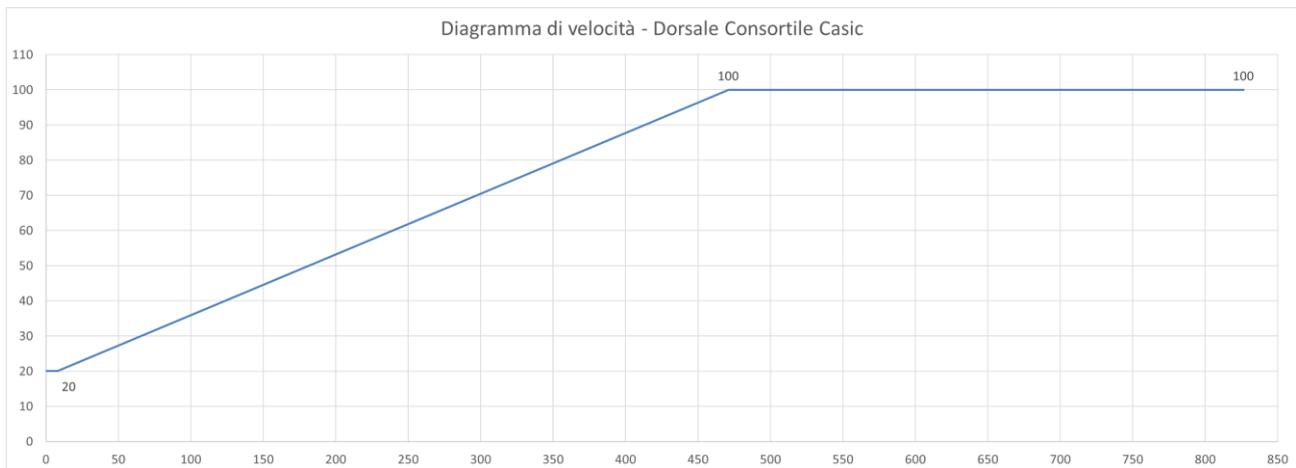
### 6.1. VIABILITÀ SECONDAIA E OPERE INTERFERENTI

#### 6.1.1. *COMPLANARE CASIC "DORSALE CONSORTILE"*

Ai fini delle verifiche normative è stato preso in considerazione l'intervallo di velocità di progetto previsto per strade extraurbane secondarie - Categoria C2, ovvero  $V_p=60\div 100 \text{ km/h}$ . Nel tratto in approccio alla rotatoria la velocità è stata ridotta a  $20 \text{ km/h}$ , al fine di tener conto della necessità di raggiungimento della velocità di percorrenza lungo la rotatoria stessa.

La velocità è stata lasciata libera considerando come da norma un'accelerazione ed una decelerazione pari a  $0.8 \text{ m/s}^2$ .

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE



## 6.2. RAMPE

Per la definizione dei diagrammi di velocità delle rampe si è fatto riferimento a quanto indicato nella Tabella 7 del D.M. 19.04.2006 – *Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali*, nel caso di Intersezioni di Tipo 2.

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.	
	<b>Diretta</b>	50-80 km/h		40-60 km/h
<b>Semidiretta</b>	40-70 km/h		40-60 km/h	
<b>Indiretta</b>	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

Tabella 7 - Velocità di progetto per le varie tipologie di rampe

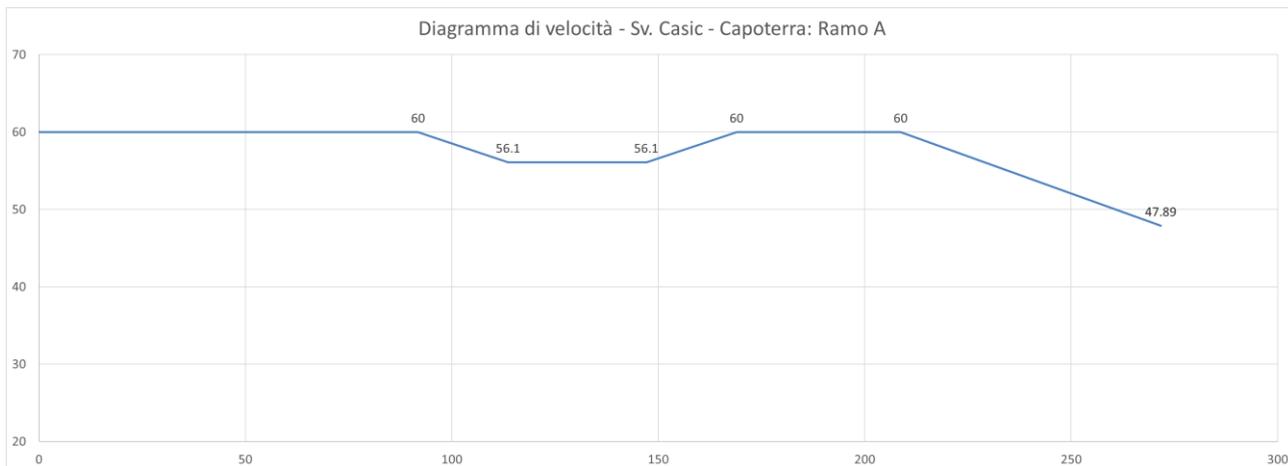
Secondo quanto detto l'intervallo di velocità di progetto considerato è  $V_p = 40-60$  km/h.

### 6.2.1. RAMPA A

Per la viabilità in oggetto (rampa semidiretta), ai fini delle verifiche normative, è stato preso in considerazione l'intervallo di velocità di progetto  $V_p = 40-60$  km/h.

La velocità è stata lasciata libera considerando come da norma un'accelerazione ed una decelerazione pari a  $0.8 \text{ m/s}^2$

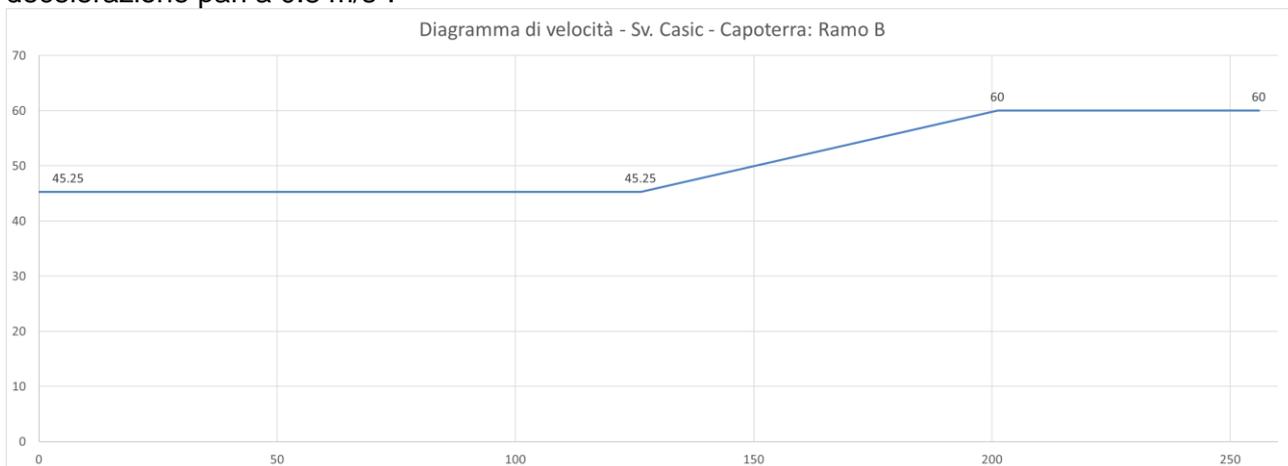
PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE



### 6.2.2. RAMPA B

Per la viabilità in oggetto (rampa indiretta), ai fini delle verifiche normative, è stato preso in considerazione l'intervallo di velocità di progetto  $V_p = 40 \div 60$  km/h, come suggerito dal D.M. 19.04.2006.

La velocità è stata lasciata libera considerando come da norma un'accelerazione ed una decelerazione pari a  $0.8 \text{ m/s}^2$ .



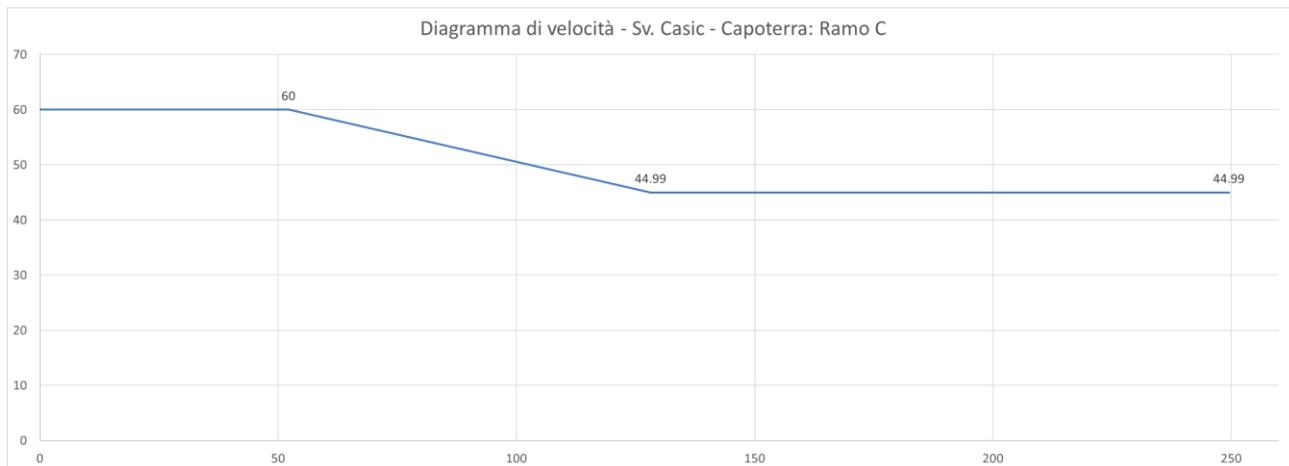
### 6.2.3. RAMPA C

Per la viabilità in oggetto (rampa indiretta), ai fini delle verifiche normative, è stato preso in considerazione l'intervallo di velocità di progetto  $V_p = 40 \div 60$  km/h, come suggerito dal D.M. 19.04.2006.

La velocità è stata lasciata libera considerando come da norma un'accelerazione ed una decelerazione pari a  $0.8 \text{ m/s}^2$ .

PROGETTAZIONE ATI:

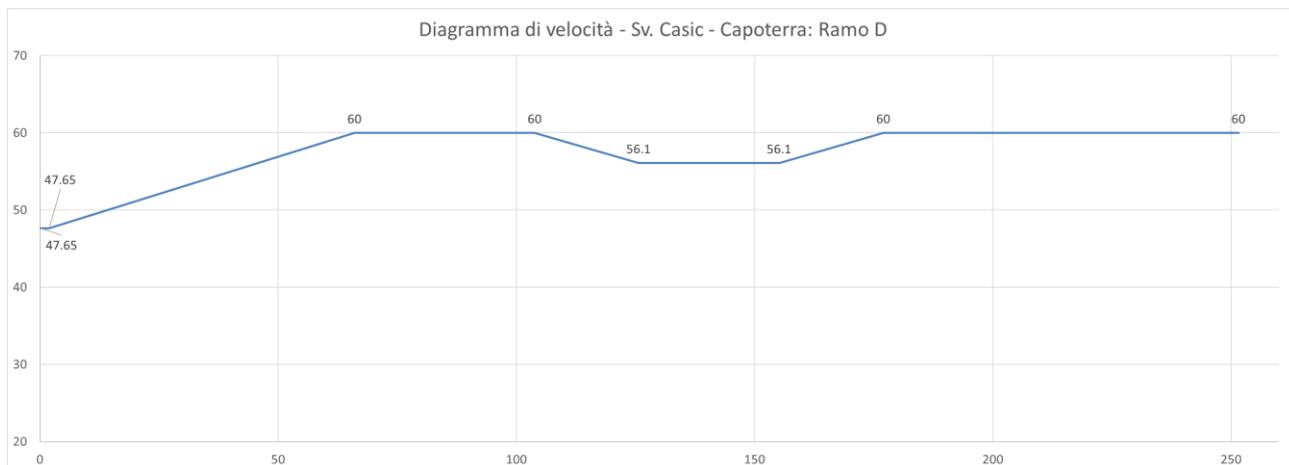
PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE



#### 6.2.4. RAMPA D

Per la viabilità in oggetto (rampa semidiretta), ai fini delle verifiche normative, è stato preso in considerazione l'intervallo di velocità di progetto  $V_p = 40 \div 60$  km/h.

La velocità è stata lasciata libera considerando come da norma un'accelerazione ed una decelerazione pari a  $0.8 \text{ m/s}^2$ .



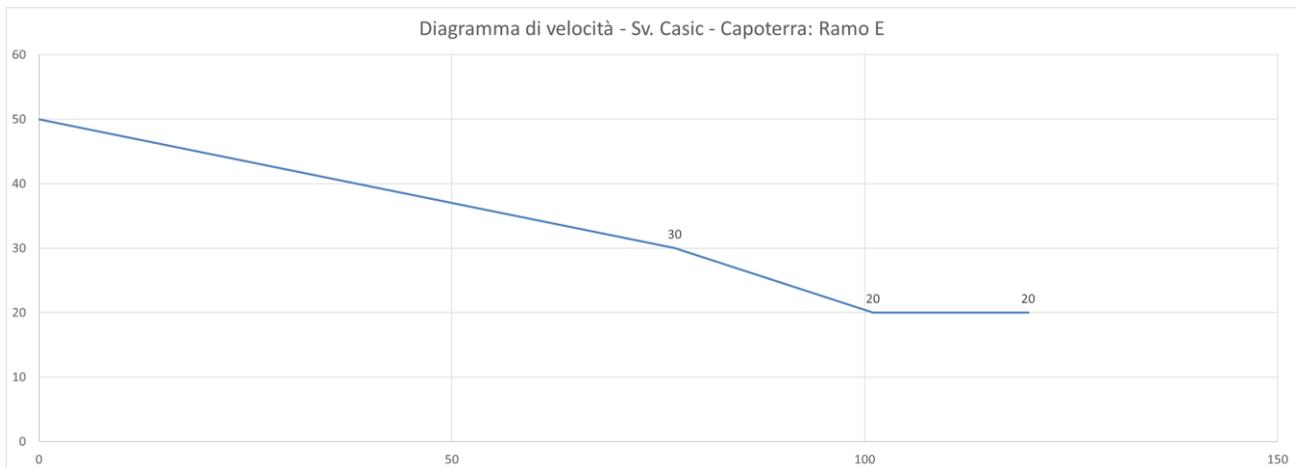
#### 6.2.5. RAMPA E

Per la viabilità in oggetto, ai fini delle verifiche normative, è stato preso in considerazione l'intervallo di velocità di progetto  $V_p = 40 \div 60$  km/h, come suggerito dal D.M. 19.04.2006. Nel tratto in approccio alla *Rotatoria 1* la velocità è stata ridotta a 20km/h, al fine di tener conto della necessità di raggiungimento della velocità di percorrenza lungo la rotatoria stessa.

La velocità è stata lasciata libera considerando come da norma un'accelerazione ed una decelerazione pari a  $0.8 \text{ m/s}^2$ . Nel caso in esame il diagramma non mostra il raggiungimento del limite superiore dell'intervallo di velocità di progetto, in quanto il tracciato risulta troncato nel punto di allaccio alla viabilità esistente.

PROGETTAZIONE ATI:

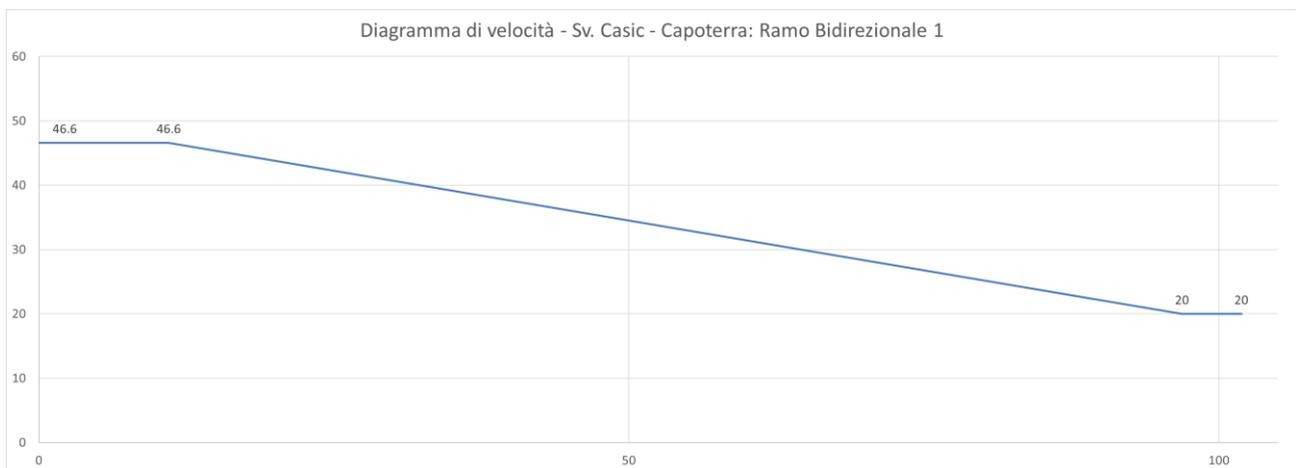
PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE



### 6.2.6. RAMO BIDIREZIONALE 1

Per la viabilità in oggetto, ai fini delle verifiche normative, è stato preso in considerazione l'intervallo di velocità di progetto  $V_p = 40\div 60$  km/h, come suggerito dal D.M. 19.04.2006. Nel tratto in approccio alla *Rotatoria 1* la velocità è stata ridotta a 20km/h, al fine di tener conto della necessità di raggiungimento della velocità di percorrenza lungo la rotatoria stessa.

La velocità è stata lasciata libera considerando come da norma un'accelerazione ed una decelerazione pari a  $0.8 \text{ m/s}^2$



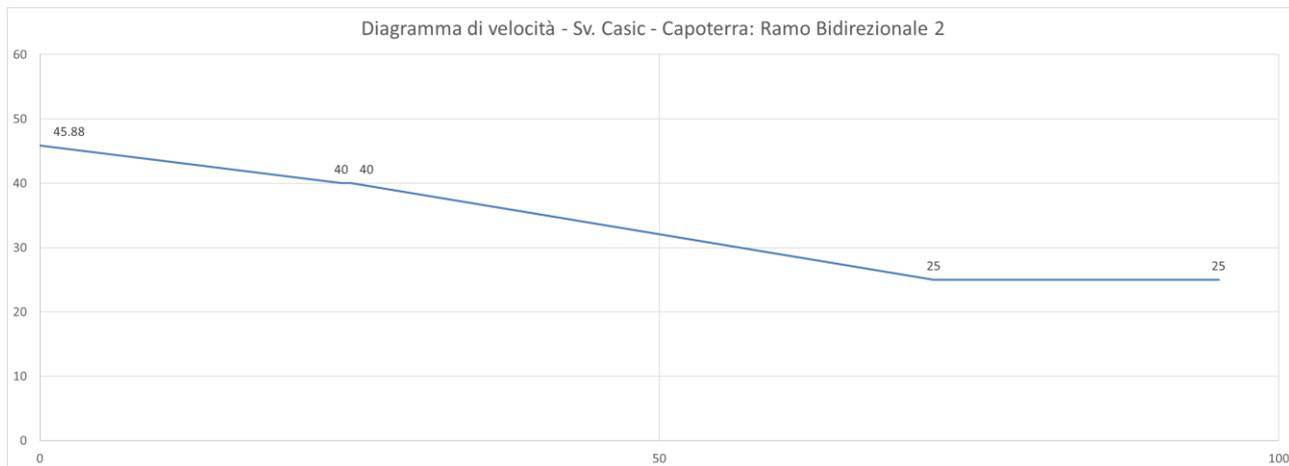
### 6.2.7. RAMO BIDIREZIONALE 2

Per la viabilità in oggetto, ai fini delle verifiche normative, è stato preso in considerazione l'intervallo di velocità di progetto  $V_p = 40\div 60$  km/h, come suggerito dal D.M. 19.04.2006. Nel tratto in approccio alla *Rotatoria 2* la velocità è stata ridotta a 25km/h, al fine di tener conto della necessità di raggiungimento della velocità di percorrenza lungo la rotatoria stessa.

La velocità è stata lasciata libera considerando come da norma un'accelerazione ed una decelerazione pari a  $0.8 \text{ m/s}^2$

PROGETTAZIONE ATI:

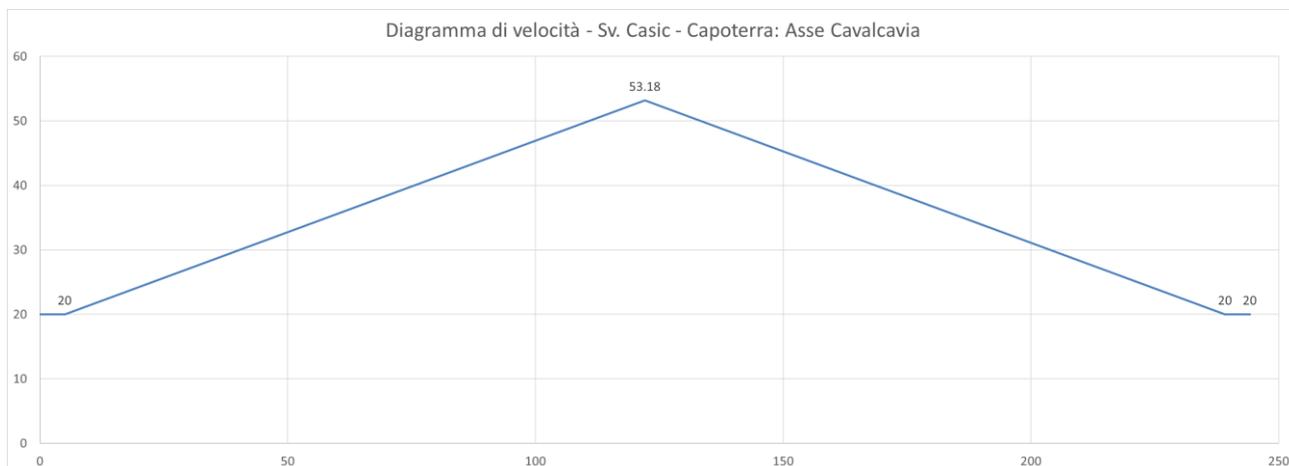
PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE



### 6.2.1. ASSE CAVALCAVIA

Per la viabilità in oggetto, ai fini delle verifiche normative, è stato preso in considerazione l'intervallo di velocità di progetto  $V_p = 40 \div 60$  km/h, come suggerito dal D.M. 19.04.2006. Nel tratto in approccio alla *Rotatoria 1* e *Rotatoria 2* la velocità è stata ridotta a 20km/h, al fine di tener conto della necessità di raggiungimento della velocità di percorrenza lungo la rotatoria stessa.

La velocità è stata lasciata libera considerando come da norma un'accelerazione ed una decelerazione pari a  $0.8 \text{ m/s}^2$ .



## 7. CARATTERISTICHE PROGETTUALI E VERIFICHE ASSI

Nell'allegato in calce alla presente relazione sono riportate le verifiche planimetriche e altimetriche degli assi in progetto.

Le verifiche effettuate si riferiscono all'analisi di congruenza delle caratteristiche del progetto riportate nei paragrafi seguenti.

### 7.1. VERIFICA DELLE CARATTERISTICHE PLANIMETRICHE

#### *Lunghezza massima dei rettifili.*

PROGETTAZIONE ATI:

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE

è opportuno che i rettifili abbiano una lunghezza  $L_r$  contenuta nel seguente limite

$$L_r = 22 \times V_{p \text{ Max}} \text{ [m]}$$

dove  $V_{p \text{ Max}}$  è il limite superiore dell'intervallo di velocità di progetto della strada, in km/h.

**Lunghezza minima dei rettifili.**

Un rettifilo, per poter esser percepito come tale dall'utente, deve avere una lunghezza non inferiore ai valori riportati nella seguente tabella

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

**Raggio minimo delle curve planimetriche.**

Il raggio minimo ammesso per la classe di strada si valuta come:

$$R_{min} = \frac{V_{p,min}^2}{127 * (f_{t,max,Vpmin} + q_{max})} \quad (m)$$

dove:

- $V_{p,min}$ , velocità di progetto minima per la classe della strada;
- $f_{t,max,Vpmin}$  = massima aderenza trasversale impegnabile alla velocità  $V_{p,min}$ ;
- $q_{max}$  pendenza massima per la classe della strada.

Dunque, in funzione della categoria di strada il raggio minimo ammesso per le curve planimetriche è riassunto nella sottostante tabella:

TIPI SECONDO IL CODICE	AMBITO TERRITORIALE	DENOMINAZIONE	$V_p$ min [km/h]	$q_{max}$	$f_{t,max}$	Raggio minimo [m]
AUTOSTRADA A	EXTRAURBANO	STRADA PRINCIPALE	90	0,07	0,118	339
		STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	40	0,07	0,210	45
EXTRAURBANA PRINCIPALE B	URBANO	STRADA PRINCIPALE	80	0,07	0,130	252
		STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	40	0,035	0,210	51
EXTRAURBANA SECONDARIA C	EXTRAURBANO	STRADA PRINCIPALE	70	0,07	0,147	178
		STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	40	0,07	0,210	45
URBANA DI SCORRIMENTO D	URBANO	STRADA PRINCIPALE	50	0,05	0,205	77
		STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	25	0,035	0,220	19
URBANA DI QUARTIERE E	URBANO		40	0,035	0,210	51
LOCALE F	EXTRAURBANO		40	0,07	0,210	45
	URBANO		25	0,035	0,220	19

PROGETTAZIONE ATI:

Per le strade in esame:

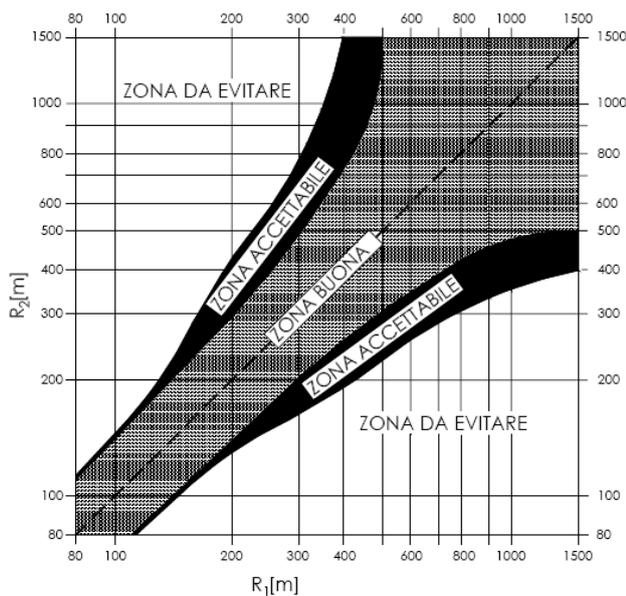
- Asse Principale – Strada di tipo B (extraurbana principale), avente velocità di progetto minima  $V_{p,min}=70\text{km/h}$ , si ha che il raggio planimetrico minimo ammesso è pari a 178m;
- Dorsale Consortile – Strada di tipo C2 (extraurbana secondaria), avente velocità di progetto minima  $V_{p,min}=60\text{km/h}$ , si ha che il raggio planimetrico minimo ammesso è pari a 118m;
- Strada di accesso alla dorsale consortile – Strada di tipo F2 (locale extraurbana), avente velocità di progetto minima  $V_{p,min}=40\text{km/h}$ , si ha che il raggio planimetrico minimo ammesso è pari a 45m.

### Lunghezza minima delle curve circolari.

La curva circolare deve avere uno sviluppo corrispondente ad un tempo di percorrenza di almeno 2,5 secondi valutato con riferimento alla velocità di progetto della stessa.

### Compatibilità tra i raggi di due curve successive.

I rapporti tra i raggi  $R_1$  e  $R_2$  di due curve circolari sono regolati dall'abaco riportato nella figura



### Relazione raggio della curva (R) / lunghezza del rettifilo (L).

Tra un rettifilo di lunghezza  $L_r$  ed il raggio più piccolo fra quelli delle due curve collegate al rettifilo stesso, anche con l'interposizione di una curva a raggio variabile, deve essere rispettata la relazione:

$$\begin{array}{lll} R > LR & \text{per} & LR < 300 \text{ m} \\ R \geq 400 \text{ m} & \text{per} & LR \geq 300 \text{ m} \end{array}$$

### Verifica del parametro A degli elementi a curvatura variabile (Clotoidi).

PROGETTAZIONE ATI:

(h1) Criterio limitazione del contraccolpo.

$$A \geq A_{\min} = \sqrt{\frac{v^3}{c} - \frac{g v R |q_f - q_i|}{c}}$$

con  $q_f$  e  $q_i$  le pendenze trasversali in valore assoluto alla fine e all'inizio delle clotoidi;  
c è valore del contraccolpo;  
v è la velocità in m/s.

Ponendo il valore limite per il contraccolpo pari a:

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

si ottiene:

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

con V in km/h

(h2) Criterio sovrappendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata.

$$A \geq A_{\min} = \sqrt{\frac{R}{\Delta i_{\max}} \times 100 \times B_i |q_i - q_f|} \quad (\text{transizione})$$

$$A \geq A_{\min} = \sqrt{\frac{B_i (|q_f - q_i|)}{\left(\frac{1}{R_f} - \frac{1}{R_i}\right) \times \frac{\Delta i_{\max}}{100}}} \quad (\text{continuità})$$

dove:

$R_i$  e  $R_f$  sono i raggi iniziali e raggi finali della clotoide;

$B_i$  sono le distanze fra l'asse di rotazione ed il ciglio della carreggiata nella sezione iniziale della curva a raggio variabile

$\Delta i_{\max}$  è la sovrappendenza longitudinale massima della linea costituita dai punti che distano  $B_i$  dall'asse di rotazione.

$$\Delta i_{\max} = 18 \frac{B_i}{V}$$

Va allo stesso tempo garantita una pendenza longitudinale minima dell'estremità della carreggiata, in modo che nei tratti in cui la pendenza trasversale risulta minore del 2,5 l'acqua possa essere smaltita velocemente senza che ristagni.

Tale valore minimo è:

$$\Delta i_{\min} = 0,1 \cdot B_i$$

(h3) Criterio ottico.

PROGETTAZIONE ATI:

Per garantire la percezione ottica del raccordo deve essere verificata la relazione

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

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

$$A \leq R \quad (R_{\text{inf}} \text{ in caso di continuità})$$

Dove:

$R_{\text{sup}}$  è il raggio maggiore dei due cerchi da raccordare

$R_{\text{inf}}$  è il raggio minore dei due cerchi da raccordare

## 7.2. VERIFICA DELLE CARATTERISTICHE ALTIMETRICHE

### ***Pendenze longitudinali massime***

In accordo con quanto prescritto dal D.M. 05.11.2001, la pendenza longitudinale è limitata al:

- al 6% per l'asse principale (Strada di tipo B – extraurbana principale);
- al 7% per la Dorsale Consortile (Strada di tipo C2 – extraurbana secondaria);
- al 10% per la Strada di Accesso alla dorsale consortile (Strada di tipo F2 – locale extraurbana).

Per le rampe la pendenza longitudinale in salita è limitata al 5% mentre quella in discesa all'6%, in accordo con quanto prescritto dal D.M. 19.04.2006 in funzione della velocità di progetto considerata.

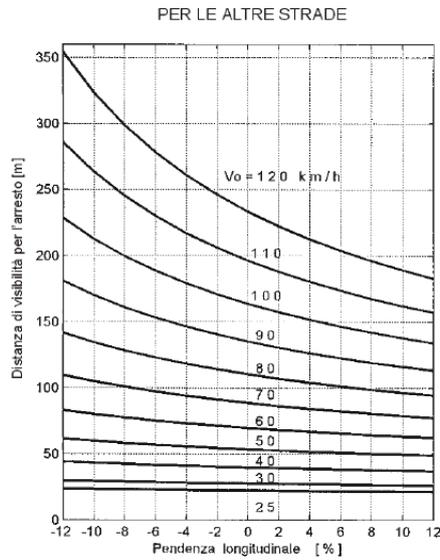
Velocità di progetto	(km/h)	30	40	50	60	70	80
Raggio planimetrico minimo	(m)	25	45	75	120	180	250
Pendenza max in salita	(%)	10	7,0		5,0		
Pendenza max in discesa	(%)	10	8,0		6,0		
Raggi minimi verticali convessi	(m)	500	1000	1500	2000	2800	4000
Raggi minimi verticali concavi	(m)	250	500	750	1000	1400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

Tabella 8 - Caratteristiche planoaltimetriche delle rampe

### ***Raggio minimo dei raccordi verticali convessi e concavi***

I raccordi verticali minimi sono funzione della distanza di visuale libera da garantire, pari almeno a quella di arresto (funzione della velocità), e dalla differenza  $\Delta_i$  fra le pendenze longitudinali

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE

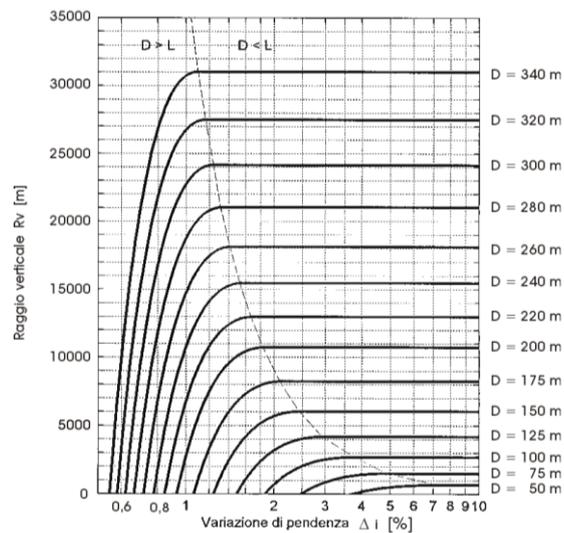


Il calcolo delle distanze è stato eseguito facendo sempre riferimento al D.M. n° 6792 del 5/11/01 adottando le formule valide per i raccordi sia concavi sia convessi verificando i casi sia di  $D_v > L$  sia di  $D_v < L$  con  $L$  = sviluppo del raccordo verticale :

**Raccordi convessi (dossi)**

$D_v < L$   $R_v = D^2 / 2 * [ h_1 + h_2 + 2 * ( h_1 * h_2 )^{1/2} ]$

$D_v > L$   $R_v = ( 2 * 100 / \Delta i ) * [ D - 100 * ( h_1 + h_2 + 2 * ( h_1 * h_2 )^{1/2} ) / \Delta i ]$



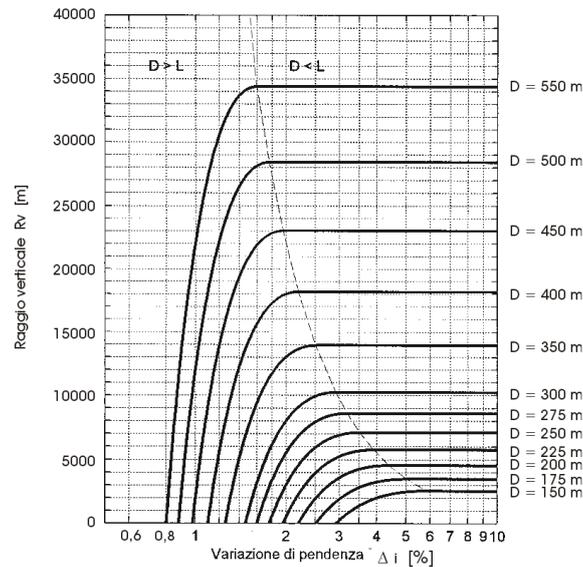
**Raccordi concavi (sacche)**

$D_v < L$   $R_v = D^2 / 2 * ( h + D * \sin \theta )$

$D_v > L$   $R_v = ( 2 * 100 / \Delta i * 9 * [ D - 100 * ( h + D * \sin \theta ) / \Delta i ]$

PROGETTAZIONE ATI:

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE



considerando:

l'altezza dal piano stradale dell'occhio del conducente  $h_1=1.10\text{m}$

l'altezza dal piano stradale dell'ostacolo  $h_2=0.10\text{m}$

l'altezza del centro dei fari dal piano stradale  $h=0.50\text{m}$

massima divergenza verso l'alto del fascio luminoso rispetto all'asse del veicolo  $\vartheta = 1^\circ$

### 7.3. PENDENZE TRASVERSALI

Le pendenze trasversali delle carreggiate sono comprese tra 2,5% e 7%, e sono funzione dell'intervallo di velocità e del raggio planimetrico adottato. Per il calcolo si usa la formula dipendente dalla velocità di progetto e dal raggio planimetrico presente nella normativa D.M. 05/11/2001:

$$q = \frac{V_p^2}{R \cdot 127} - f_t$$

dove:

$V_p$  è la velocità di progetto in curva;

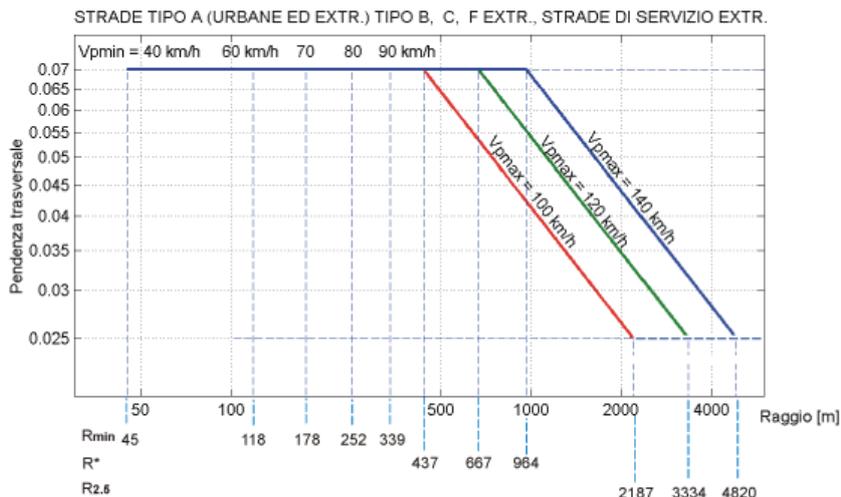
R è il raggio della stessa;

q è la pendenza trasversale in valore assoluto;

$f_t$  è la quota parte del coefficiente di aderenza impegnato trasversalmente tabellato in norma.

PROGETTAZIONE ATI:

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE



### 7.4. PIAZZOLE DI SOSTA

Lungo il tracciato sono state inserite, come previsto dalla normativa, delle piazzole di sosta poste ad una distanza almeno pari a circa 1 km.

La geometria e i requisiti funzionali delle piazzole di sosta in progetto sono conformi alle direttive dettate dal D.M. 05.11.2001, ovvero quest'ultime avranno dimensioni trasversali, oltre la banchina, di 3,50 m e lunghezza totale di 65 m (20 m per i tratti di raccordo, 25 m il tratto per il ricovero).

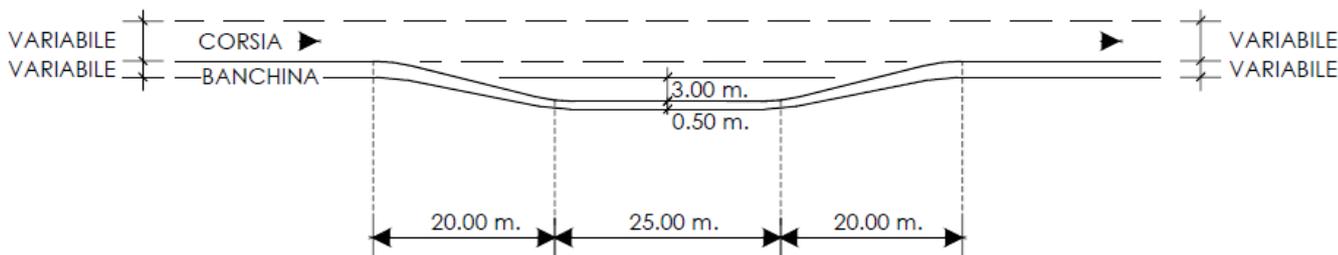


Figura 21 - Schema geometrico- funzionale piazzola di sosta secondo D.M. 05.11.2001

### 7.5. VERIFICA DELLE DISTANZE DI VISUALE LIBERA

Per l'asse principale, la sistemazione in variante della Dorsale Consortile e le rampe costituenti dello svincolo Capoterra-Casic è stato eseguito il calcolo della distanza di visuale libera per l'arresto lungo l'intero tracciato; inoltre per l'asse principale è stato eseguito anche il calcolo della distanza di visuale libera per la manovra di cambio corsia in prossimità dello svincolo Capoterra-Casic. I valori ottenuti per i due parametri sono stati poi confrontati rispettivamente con la distanza di visibilità per l'arresto e la distanza di visibilità per il cambio corsia. Per **distanza di visuale libera** (nel seguito DVL) si intende la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé senza considerare l'influenza del traffico, delle condizioni atmosferiche e di illuminazione della strada. Invece, per **distanza di visibilità per l'arresto** (nel seguito  $D_A$ ) si intende lo spazio minimo necessario affinché un conducente possa arrestare il veicolo in condizioni di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto; per **distanza di visibilità per la**

PROGETTAZIONE ATI:

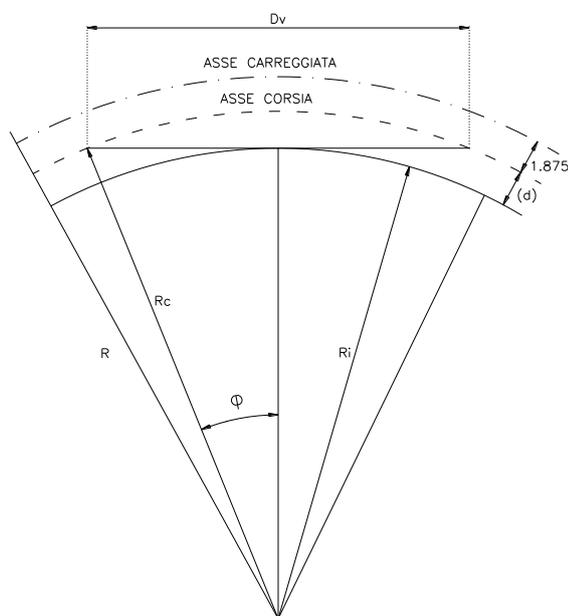
**manovra di cambiamento di corsia** (nel seguito  $D_c$ ) si intende la lunghezza del tratto di strada ove deve essere verificata la possibilità di vedere il limite più lontano della corsia adiacente a quella impegnata dal conducente, così da poter compiere in sicurezza la manovra di cambiamento di corsia di marcia.

Le verifiche di visibilità sono state eseguite in due fasi successive, la prima in fase di redazione del progetto, atta a definire gli interventi da adottare, mentre la seconda a progettazione ultimata di controllo del rispetto della distanza di visibilità richiesta.

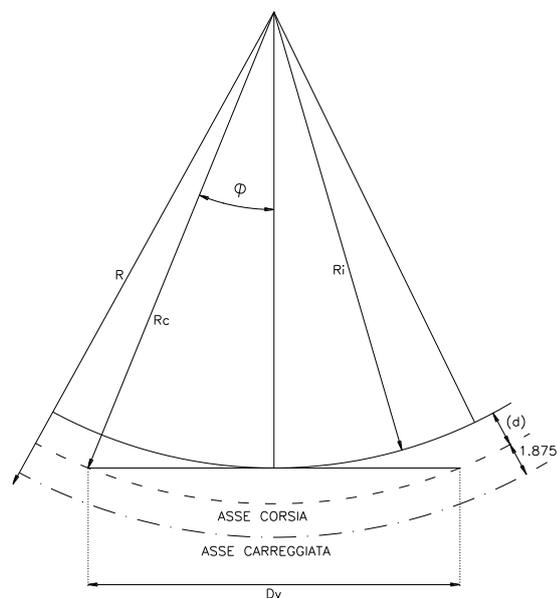
Nella prima fase è stata effettuata una verifica tridimensionale, confrontando le distanze di visuale libera disponibili con le distanze di visibilità richieste, al fine di mettere in evidenza le criticità e determinare gli allargamenti necessari. Sulla base dei risultati ottenuti sono stati eseguiti gli allargamenti necessari sul ciglio interno, realizzando l'allargamento massimo calcolato su tutto lo sviluppo della curva circolare, per poi raccordarsi con la piattaforma corrente (allargamento nullo) lungo lo sviluppo del raccordo clotoidico attiguo.

Nella seconda fase, dopo aver realizzato il progetto completo di allargamenti su modello digitale, è stata nuovamente effettuata una verifica tridimensionale di confronto delle distanze di visuale libera riportate dal programma di calcolo con le distanze di visibilità richieste per le due manovre (arresto e cambio corsia) anzidette, al fine di appurare l'efficacia degli interventi adottati.

Le distanze planimetriche di visuale libera sono state calcolate geometricamente con gli schemi riportati in figura considerando le traiettorie seguite dai veicoli lungo la corsia di marcia.



CURVA A DX



CURVA A SX

In accordo con quanto previsto nel D.M. 05.11.2001, ai fini delle verifiche delle visuali libere si assume che la posizione del conducente sia al centro della corsia da lui impiegata e l'altezza del

PROGETTAZIONE ATI:

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE

suo occhio sia posto a 1,10 m dal piano viabile, mentre l'ostacolo sia collocato a un'altezza di 0,10 m dal piano viabile e sempre lungo l'asse della corsia occupata dal conducente.

La **distanza di visuale libera** è stata desunta con la seguente relazione:

$$D_{VL} = 2 R_c \sin \varphi$$

Con:

$$R_c = R - 1,875 \quad (R_c = \text{raggio dell'asse della corsia interna alla curva})$$

$$\varphi = \arccos (R_i/R_c)$$

$R_i = R_c - d$  (d = distanza tra asse della corsia e ostacolo alla visuale sul lato interno della curva)

Tale valore si ha all'inizio di una curva circolare solo se il suo angolo al centro ( $\alpha$ ) è maggiore di  $2\varphi$ ; in tal caso resta costante lungo un arco con angolo al centro pari  $\alpha - 2\varphi$  per aumentare poi progressivamente fino alla fine della curva di transizione. Nelle curve circolari con angolo al centro  $\alpha < 2\varphi$ , il valore minimo della distanza di arresto si ha nel punto di intersezione della tangente al bordo carreggiata, nel vertice della curva, con l'asse della corsia interna alla curva stessa.

In queste situazioni la formula adottata non dà un risultato soddisfacente, ma deve essere effettuata un calcolo puntuale della  $D_{VL}$  che viene eseguito nella verifica tridimensionale di seconda fase.

Le **distanze di visibilità per l'arresto**, da garantire lungo tutto il tracciato sono state calcolate utilizzando la formula prevista dalla normativa:

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

dove:

$D_1$  = spazio percorso nel tempo  $\tau$

$D_2$  = spazio di frenatura

$V_0$  = velocità del veicolo all'inizio della frenatura, pari alla velocità di progetto desunta puntualmente dal diagramma delle velocità (cfr. par. 5.4) [km/h]

$V_1$  = velocità finale del veicolo, in cui  $V_1 = 0$  in caso di arresto [km/h]

$i$  = pendenza longitudinale del tracciato [%]

$\tau$  = tempo complessivo di reazione (percezione, riflessione, reazione e attuazione) [s]

$g$  = accelerazione di gravità [m/s<sup>2</sup>]

$Ra$  = resistenza aerodinamica [N]

$m$  = massa del veicolo [kg]

$f_l$  = quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile longitudinalmente per la frenatura

PROGETTAZIONE ATI:

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE

$r_0$  = resistenza unitaria al rotolamento, trascurabile [N/kg]

La resistenza aerodinamica  $R_a$  si valuta con la seguente espressione:

$$R_a = \frac{1}{2 \times 3,6^2} \rho C_x S V^2 \quad [N]$$

dove:

$C_x$  = coefficiente aerodinamico

$S$  = superficie resistente [m<sup>2</sup>]

$\rho$  = massa volumica dell'aria in condizioni standard [kg/m<sup>3</sup>]

Le **distanze di visibilità per la manovra di cambio corsia**, sono state calcolate utilizzando la formula prevista dalla normativa:

$$D_c = 9,5 \times v = 2,6 V$$

dove  $v$  (m/s) e  $V$  (Km/h) è la velocità di progetto desunta dal diagramma delle velocità.

Le **verifiche di visibilità per l'arresto** eseguite sull'asse principale, sulla sistemazione in variante della Dorsale Consortile Casic e sulle rampe afferenti allo svincolo Casic – Capoterra risultano soddisfatte come mostrato dai diagrammi di visibilità riportati negli specifici elaborati grafici di progetto. Si evidenzia che in alcuni casi, per garantire un'adeguata distanza di visibilità, è stato necessario introdurre lungo le curve planimetriche degli allargamenti in sinistra o in destra, ovvero una zona pavimentata non carrabile caratterizzata da un'opportuna segnaletica orizzontale ("zebratura" ed eventuale "banda sonora" di margine); per l'ubicazione e l'entità degli allargamenti adottati si rimanda al paragrafo successivo.

La **verifica di visibilità per il cambio di corsia** lungo l'asse principale, invece, è stata eseguita in maniera puntuale in prossimità dello svincolo Casic – Capoterra e risulta sempre soddisfatta.

Nello specifico la verifica è stata condotta per la:

- corsia di diversione (prog. 7+925 circa) dalla carreggiata in direzione Nord dell'asse principale verso il *Rampa C*;
- corsia di diversione (prog. 7+075 circa) dalla carreggiata in direzione Sud dell'asse principale verso il *Rampa A*;
- corsia di diversione (prog. 10+050 circa) dalla carreggiata in direzione Sud dell'asse principale verso la *Rampa "B1" dello Svincolo Inceneritore – Casic dell'Opera Connessa Sud*.

La verifica è stata eseguita dal punto di vista plano-altimetrico garantendo, in prossimità di ogni corsia di diversione dall'asse principale, il raggiungimento della distanza di visibilità richiesta dal D.M. 05.11.2001 per la manovra di cambio corsia che, per una velocità di progetto di 120 km/h, risulta pari a 312m. I risultati della verifica sono riportati nello specifico elaborato grafico.

PROGETTAZIONE ATI:

### 7.5.1. REPORT ALLARGAMENTI PER GARANTIRE LA DISTANZA DI VISIBILITÀ

Si riporta di seguito un quadro riassuntivo degli allargamenti adottati per garantire la distanza di visibilità per l'arresto lungo l'asse principale, la Complanare Casic "Dorsale Consortile" e le rampe dello svincolo Casic – Capoterra.

#### **Asse Principale – Carreggiata Sud:**

- Curva R= 1100,00 m in sx: allargamento = 1,30 m;
- Curva R= 1100,00 m in dx: allargamento = 0,10 m.

#### **Asse Principale – Carreggiata Nord:**

- Curva R= 1250,00 m in sx: allargamento = 0,90 m;
- Curva R= 1100,00 m in sx: allargamento = 1,10 m.

#### **Complanare Casic "Dorsale Consortile":**

- Curva R= 280,00 m in dx: allargamento = 0,80 m;
- Curva R= 742,00 m in dx: allargamento = 1,70 m.

#### **Sv. Casic Capoterra – Ramo A:**

- Curva R= 100,00 m in dx: allargamento = 1,80 m;

#### **Sv. Casic Capoterra – Ramo D:**

- Curva R= 100,00 m in dx: allargamento = 1,70 m;

#### **Sv. Casic Capoterra – Ramo B:**

- Curva R= 59,80 m in dx: allargamento = 1,30 m;

#### **Sv. Casic Capoterra – Ramo C:**

- Curva R= 59,00 m in dx: allargamento = 0,90 m;

#### **Sv. Casic Capoterra – Ramo Bidirezionale 2:**

- Curva R= 63,27 m in dx: allargamento = 0,80 m.

## 7.6. VERIFICA DIMENSIONAMENTO CORSIE SPECIALIZZATE DI IMMISIONE E DIVERSIONE

L'inserimento delle corsie specializzate di entrata (o immissione) e uscita (o diversione) consente ai veicoli l'esecuzione delle manovre di svolta a destra e a sinistra limitando il differenziale di velocità delle correnti veicolari e, dunque, il disturbo della corrente di traffico principale.

Il dimensionamento delle corsie specializzate di entrata (o immissione) e uscita (o diversione) è stato effettuato secondo quanto contenuto nel D.M. 19.04.2006, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali".

Lo schema funzionale dello Svincolo Casic-Capoterra prevede la realizzazione di n.2 corsie di immissione e di n.2 corsie di uscita.

Si riporta di seguito in tabella la codifica adottata per identificare le corsie analizzate e l'esito della verifica in termini di sviluppo delle corsie; la verifica risulta sempre soddisfatta, in quanto le corsie specializzate in progetto hanno sempre sviluppo maggiore di quello minimo richiesto dalla norma.

PROGETTAZIONE ATI:

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE

Svincolo Casic-Capoterra (Opera Connessa Nord)					
ID Corsia	Rampa	Tipo Corsia	Sviluppo di Progetto (m)	Sviluppo minimo (D.M. 19.04.2006) (m)	Esito Verifica
Corsie Sud Sv. Casic-Capoterra – Corsia Uscita Carreggiata Sud	Rampa A	Corsia di uscita	219.00	189.70	$Sv_{prog} \geq Sv_{min}$
Corsie Sud Sv. Casic-Capoterra – Corsia Entrata Carreggiata Sud	Rampa B	Corsia d'immissione	431.60	431.56	$Sv_{prog} \geq Sv_{min}$
Corsie Nord Sv. Casic-Capoterra – Corsia Uscita Carreggiata Nord	Rampa C	Corsia di uscita	387.00	204.14	$Sv_{prog} \geq Sv_{min}$
Corsie Nord Sv. Casic-Capoterra – Corsia Entrata Carreggiata Nord	Rampa D	Corsia d'immissione	391.00	389.14	$Sv_{prog} \geq Sv_{min}$

Si evidenzia che, il maggiore sviluppo attribuito alla corsia di diversione dall'asse principale verso la Rampa C dello svincolo Casic-Capoterra è legato alla necessità di garantire il raggiungimento delle condizioni di visibilità prescritte dal D.M. 05.11.2001 per la manovra di cambio corsia. L'analisi di visibilità condotta è riportata al paragrafo 7.5. *Verifica delle distanze di visuale libera* della presente relazione tecnica e nello specifico elaborato grafico di progetto.

La verifica relativa allo sviluppo delle corsie è stata condotta anche nei confronti delle due corsie afferenti allo *Svincolo Inceneritore – Casic Dorsale Consortile* facente parte dell'*Opera Connessa Sud*, in quanto si tratta di corsie che consentono la diversione/immissione dall'asse principale in progetto nel tratto a cavallo tra i due lotti.

Si riporta di seguito in tabella la codifica adottata per identificare le corsie analizzate e l'esito della verifica in termini di sviluppo delle corsie; anche in questo caso la verifica risulta sempre soddisfatta, in quanto le corsie specializzate in progetto hanno sempre sviluppo maggiore di quello minimo richiesto dalla norma.

Svincolo Inceneritore – Casic Dorsale Consortile (Opera Connessa Sud)					
ID Corsia	Rampa	Tipo Corsia	Sviluppo di Progetto (m)	Sviluppo minimo (D.M. 19.04.2006) (m)	Esito Verifica
Corsie Sv. Inceneritore-Casic Dorsale Consortile – Corsia Uscita Carreggiata Sud	Rampa "B1"	Corsia di uscita	208.35	204.14	$Sv_{prog} \geq Sv_{min}$
Corsie Sv. Inceneritore-Casic Dorsale Consortile – Corsia Entrata Carreggiata Nord	Rampa "C"	Corsia d'immissione	467.50	432.43	$Sv_{prog} \geq Sv_{min}$

Nei paragrafi successivi si dà evidenza dei criteri utilizzati per il dimensionamento delle corsie specializzate, le caratteristiche minime richieste dalla normativa vigente in materia e quelle previste in progetto.

### 7.6.1. CORSIE DI IMMISSIONE (O ENTRATA)

La corsia d'immissione si compone, secondo norma, di tre tratti elementari come mostrato in figura.

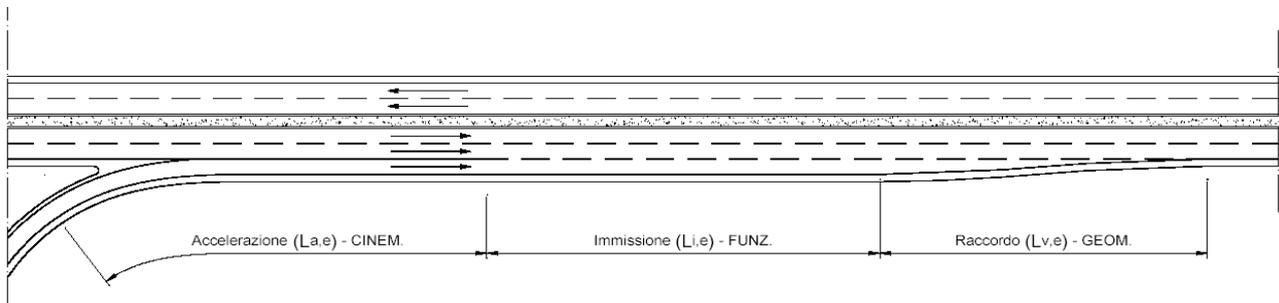


Figura 22 - Schema planimetrico corsia di immissione

- Tratto di accelerazione  $L_{a,e}$ , necessario per la variazione cinematica dei veicoli, calcolato come:

$$L_{a,e} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2a} \quad (m)$$

con:

- $v_1$  (m/s), velocità all'inizio del tratto di accelerazione (per  $v_1$  si assume la velocità di progetto corrispondente al raggio della curva di deviazione della rampa di entrata);
  - $v_2$  (m/s), velocità alla fine del tratto di accelerazione, pari a  $0,80 \cdot V_p$  ( $V_p$  = velocità di progetto della strada sulla quale la corsia si immette, desunta dal diagramma di velocità);
  - $a$  ( $m/s^2$ ), accelerazione assunta per la manovra pari a  $1 m/s^2$ .
- Tratto di immissione  $L_{i,e}$ , ovvero la lunghezza complessiva del tratto di corsia specializzata ove è ammessa la manovra di immissione, valutata con criteri funzionali (metodo semi-empirico Da Rios) riportati in letteratura e ripresi nell'Allegato A – Linee Guida Zone di Intersezione della Regione Lombardia:

$$L_{i,e} = \frac{(N - 700)}{100} * \frac{V_f}{3.6} \quad (m)$$

con:

- $N$  (veic./h), portata veicolare dell'ora di punta della corrente principale dove si immette la corsia specializzata (corsia di marcia veicoli lenti).
- 700 (veic./h), valore empirico di portata veicolare della corrente principale superato il quale occorre prevedere l'inserimento del tratto di immissione, ovvero il valore di  $L_{i,e}$  si può considerare fino a flussi nell'ora di punta pari a 700 veic/h.
- $V_f$  (km/h), velocità maggiore nella variazione cinematica, ovvero la velocità sulla corsia più esterna assumibile pari: all'ottantacinquesimo percentile ( $V_{85}$ ) del flusso della strada sulla quale la corsia si immette, per le strade esistenti; ( $0,75 \cdot V_p$ ) per le strade di progetto ( $V_p$ : velocità di immissione nel flusso veicolare assumibile con velocità di progetto nella corsia considerata [km/h]). Nel caso specifico si è assunta pari ( $0,80 \cdot V_p$ ).

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE

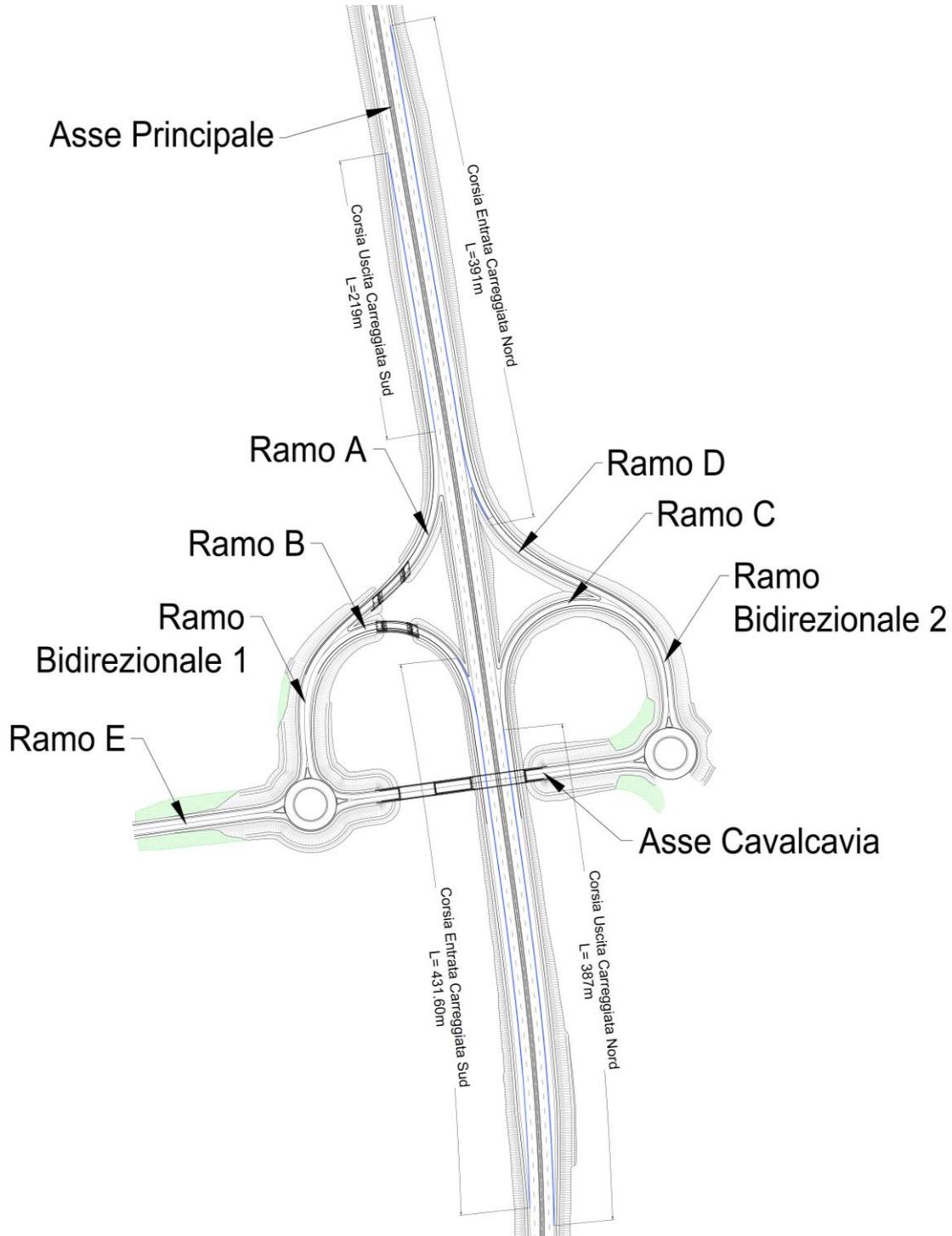
- *Tratto di raccordo  $L_{v,e}$* , dimensionato secondo criteri geometrici di cui al paragrafo 4.3 del D.M. 19.04.2006, ovvero si assume pari a 75 metri per velocità di progetto, della strada su cui la corsia si immette, superiori a 80km/h e pari a 50 metri per velocità di progetto minori o uguali a 80km/h.

Si riporta di seguito il Report dei risultati ottenuti e dei parametri utilizzati per il dimensionamento delle corsie di immissione in progetto. Si precisa che per il calcolo del tratto di immissione  $L_{i,e}$  si è assunta una portata Q (veic. equiv./h) sulla corsia di marcia dei veicoli lenti pari al 70% del flusso veicolare dell'ora di punta della corrente principale, al fine di tenere conto della maggiore percentuale di mezzi pesanti che caratterizzerà il flusso di traffico lungo il ramo in esame a seguito della previsione di inibizione dell'attuale S.S.195 in attraversamento delle saline al traffico pesante e deviazione di quest'ultimo sul nuovo asse di progetto; il valore di portata ottenuto (715 veic. equiv./h) è stato poi cautelativamente arrotondato a 1000 veic. equiv./h (cfr. par. "Dati di Traffico").

PROGETTAZIONE ATI:

Sv. Casic – Capoterra (Opera Connessa Nord)

Sviluppo Corsie di Uscita e Immissione



PROGETTAZIONE ATI:



**REPORT CORSIE DI IMMISSIONE - SVINCOLO CASIC-CAPOTERRA (OPERA CONNESSA NORD)**

**Corsia Entrata Carreggiata Sud (Rampa B) e Corsia Entrata Carreggiata Nord (Rampa D)**

Tipo strada	B		Carreggiata Sud	Carreggiata Nord
Raggio curva circolare	R	(m)	59.8	100
Velocità di progetto curva circolare	Vr	(km/h)	45	56.1
Velocità di progetto asse principale	Vp	(km/h)	120	120
Accelerazione	a	(m/s <sup>2</sup> )	1	1
Velocità inizio tronco di accelerazione	V2	(km/h)	45	56.1
Velocità sulla corsia più esterna (0,8 Vp)	V1	(km/h)	96	96
Lunghezza tronco di accelerazione	La,e	(m)	276.560	234.135
Lunghezza curva raggio variabile	Lc	(m)	56.048	81.000
Lunghezza tronco parallelo in accelerazione	Lp,a	(m)	220.512	153.135
Volume di traffico ora di punta corsia marcia lenta	N	veic/h/corsia	1000	1000
Lunghezza tronco di immissione	Li,e	(m)	80.000	80.000
Lunghezza tronco parallelo	Lp	(m)	300.512	233.135
Lunghezza tronco di raccordo	Lv,e	(m)	75	75
Lunghezza totale corsia di immissione [Lc+Lp+Lv,e]	Ltot	(m)	431.560	389.135
Lunghezza totale corsia di immissione di Progetto [Lc+Lp+Lv,e]	Ltot prog.	(m)	431.600	391.000

**REPORT CORSIE DI IMMISSIONE - SVINCOLO INCENERITORE – CASIC DORSALE CONSORTILE (OPERA CONNESSA SUD)**

**Corsia Entrata Carreggiata Nord (Rampa "C")**

Tipo strada	B		Carreggiata Nord
Raggio curva circolare	R	(m)	60
Velocità di progetto curva circolare	Vr	(km/h)	45
Velocità di progetto asse principale	Vp	(km/h)	120
Accelerazione	a	(m/s <sup>2</sup> )	1
Velocità inizio tronco di accelerazione	V2	(km/h)	45
Velocità sulla corsia più esterna (0,8 Vp)	V1	(km/h)	96
Lunghezza tronco di accelerazione	La,e	(m)	277.431
Lunghezza curva raggio variabile	Lc	(m)	23.290
Lunghezza tronco parallelo in accelerazione	Lp,a	(m)	254.141
Volume di traffico ora di punta corsia marcia lenta	N	veic/h/corsia	1000
Lunghezza tronco di immissione	Li,e	(m)	80.000
Lunghezza tronco parallelo	Lp	(m)	334.141
Lunghezza tronco di raccordo	Lv,e	(m)	75
Lunghezza totale corsia di immissione [Lc+Lp+Lv,e]	Ltot	(m)	432.431
Lunghezza totale corsia di immissione di Progetto [Lc+Lp+Lv,e]	Ltot prog.	(m)	467.500

PROGETTAZIONE ATI:

### 7.6.2. CORSIE DI DIVERSIONE (O USCITA)

La corsia di uscita di tipo parallela si compone, secondo norma, di due tratti elementari come mostrato in figura.

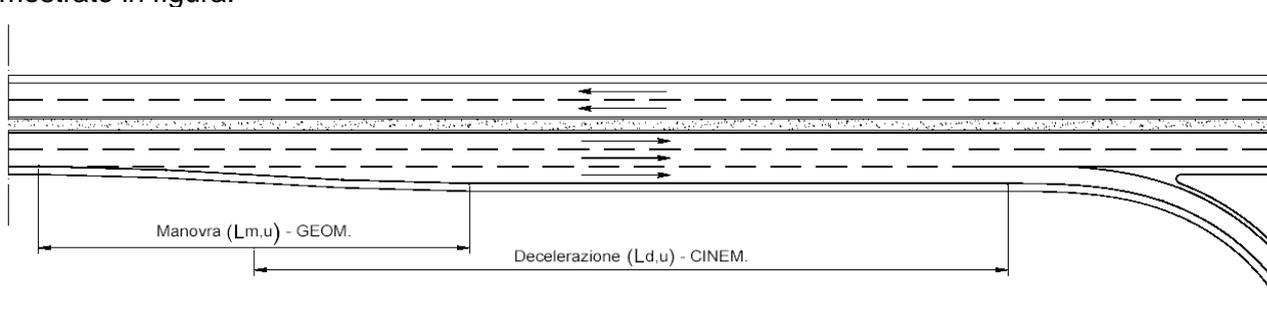


Figura 23 - Schema planimetrico corsia di uscita – Tipologia parallela

- *Tratto di manovra*  $L_{m,u}$ , ovvero la lunghezza complessiva del tratto di corsia specializzata ove è ammessa la manovra di diversione dimensionata secondo criteri geometrici di cui al paragrafo 4.3 del D.M. 19.04.2006, in funzione della velocità di progetto del tratto di strada dal quale si dirama la corsia, ovvero si assume pari a 90 metri per velocità di progetto fra 120 e 100 km/h, 60 del tratto di strada dal quale si dirama la corsia superiore ai 120 km/h, 75 metri per velocità comprese fra 100 e 80 km/h e 40 metri per velocità inferiori a 60 km/h;
- *Tratto di decelerazione*  $L_{d,u}$ , necessario per la variazione cinematica dei veicoli comprendente metà della lunghezza del tratto di manovra  $L_{m,u}$ ; tale tratto analogamente alla configurazione di tipo ad ago, è calcolato come:

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

con:

- $v_1$  (m/s), velocità di ingresso nel tronco di decelerazione pari alla velocità di progetto del ramo da cui provengono i veicoli in uscita (velocità di progetto desunta dal diagramma di velocità);
- $v_2$  (m/s), -velocità di uscita dal tronco di decelerazione (per  $v_2$  si assume la velocità di progetto corrispondente al raggio della curva di deviazione della rampa di uscita);
- $a$  ( $m/s^2$ ), decelerazione assunta per la manovra pari a 3  $m/s^2$  per le strade tipo A, B (quando per quest'ultime si utilizzano valori di aderenza longitudinale corrispondenti al tipo A, cioè di tipo autostradale) e 2,0  $m/s^2$  per le altre strade.

Si riporta di seguito il Report dei risultati ottenuti e dei parametri utilizzati per il dimensionamento delle corsie di uscita in progetto. Si precisa che per il Tratto di manovra  $L_{m,u}$  si è assunto cautelativamente il valore di 90 metri anche nei casi in cui si ha una  $V_p \leq 120$  km/h.

**REPORT CORSIE DI USCITA - SVINCOLO CASIC-CAPOTERRA (OPERA CONNESSA NORD)**

**Corsia Uscita Carreggiata Sud (Rampa A) e Corsia Uscita Carreggiata Nord (Rampa C)**

Tipo strada	B		Carreggiata Sud	Carreggiata Nord
Velocità di progetto asse principale	Vp	(km/h)	120	120
Velocità inizio tronco di decelerazione	V1	(km/h)	120	120
Raggio curva circolare	R	(m)	100	59
Velocità di progetto curva circolare	V2	(km/h)	56.1	45
Decelerazione	a	(m/s <sup>2</sup> )	3	3
Lunghezza tronco di decelerazione	Ld,u	(m)	144.712	159.144
Lunghezza tronco di manovra	Lm,u	(m)	90	90
Lunghezza curva raggio variabile	Lc	(m)	81.000	59.000
Lunghezza tronco parallelo [Ld,u-(Lm,u/2)-Lc]	Lp	(m)	18.712	55.144
Lunghezza totale corsia di uscita [Lm,u+Lp+Lc]	Ltot	(m)	189.712	204.144
Lunghezza totale corsia di immissione di Progetto [Lc+Lp+Lv,e]	Ltot prog.	(m)	219.000	387.000

**REPORT CORSIE DI USCITA - SVINCOLO INCENERITORE – CASIC DORSALE CONSORTILE (OPERA CONNESSA SUD)**

**Corsia Uscita Carreggiata Sud (Rampa "B")**

Tipo strada	B		Carreggiata Sud
Velocità di progetto asse principale	Vp	(km/h)	120
Velocità inizio tronco di decelerazione	V1	(km/h)	120
Raggio curva circolare	R	(m)	60
Velocità di progetto curva circolare	V2	(km/h)	45
Decelerazione	a	(m/s <sup>2</sup> )	3
Lunghezza tronco di decelerazione	Ld,u	(m)	159.144
Lunghezza tronco di manovra	Lm,u	(m)	90
Lunghezza curva raggio variabile	Lc	(m)	60.000
Lunghezza tronco parallelo [Ld,u-(Lm,u/2)-Lc]	Lp	(m)	54.144
Lunghezza totale corsia di uscita [Lm,u+Lp+Lc]	Ltot	(m)	204.144
Lunghezza totale corsia di immissione di Progetto [Lc+Lp+Lv,e]	Ltot prog.	(m)	208.350

**8. CARATTERISTICHE PROGETTUALI E VERIFICHE ROTATORIE**

La progettazione geometrica delle due nuove rotatorie è stata seguito il D.M. 19.04.2006, "Norme funzionali e Geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali".

**8.1. VERIFICHE ROTATORIE DI PROGETTO**

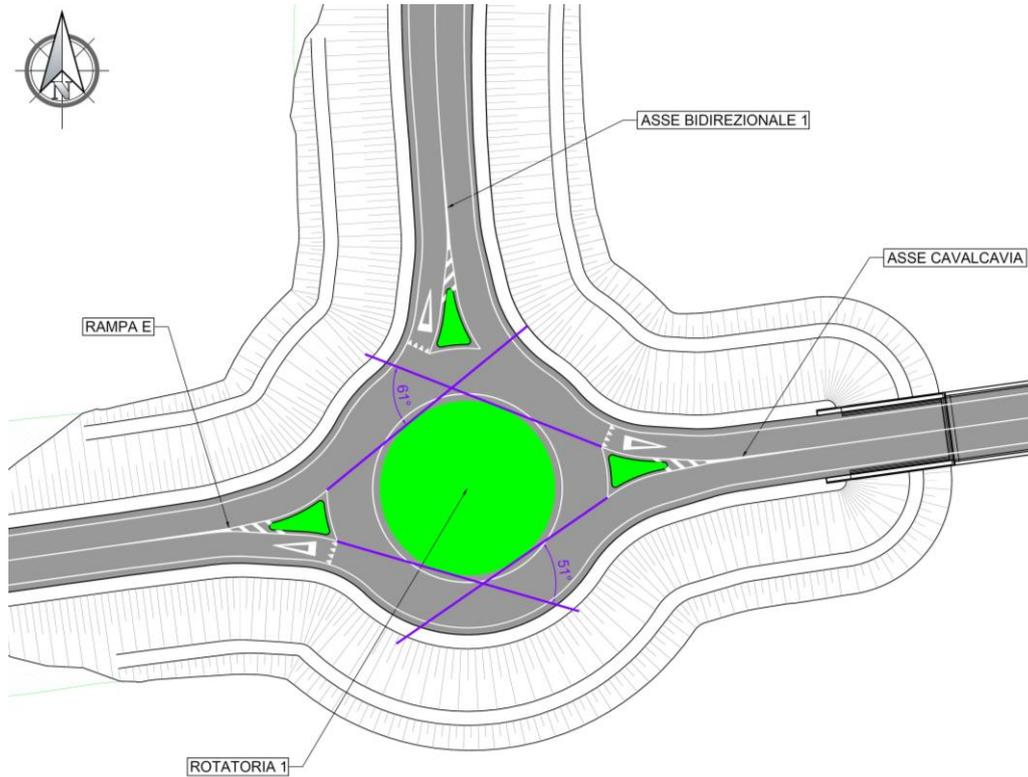
**8.1.1. VERIFICHE ANGOLO DI DEVIAZIONE**

Si riportano di seguito le verifiche geometriche per le rotatorie in progetto previste al paragrafo 4.5.3. del D.M. 19.04.2006 relativo alle intersezioni.

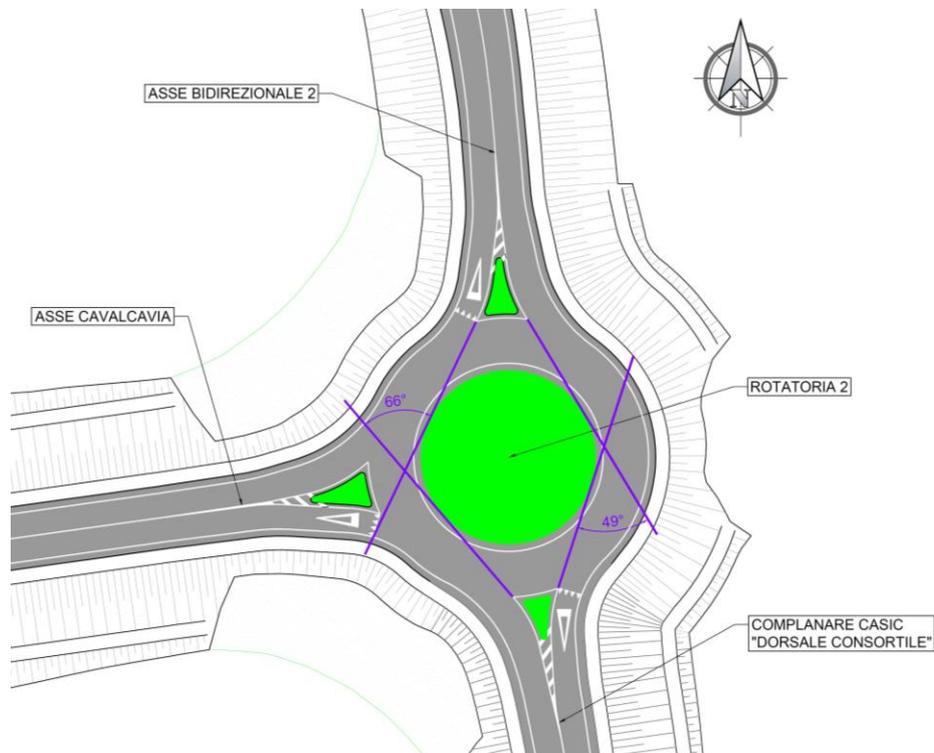
Come si rileva dalle figure di seguito riportate per entrambe le rotatorie l'angolo di deviazione risulta sempre superiore a 45°, in linea con quanto suggerito dalla su citata norma.

PROGETTAZIONE ATI:

**Rotatoria 1**



**Rotatoria 2**



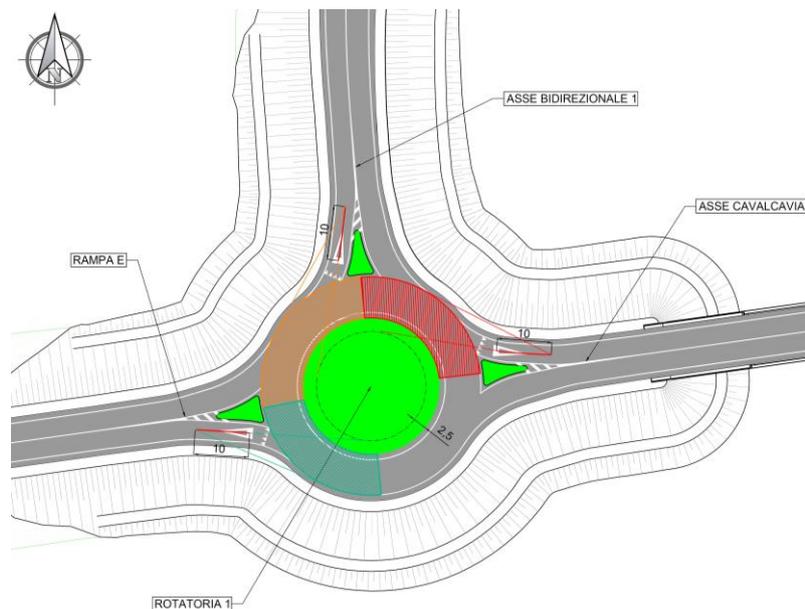
PROGETTAZIONE ATI:

### 8.1.2. VERIFICHE VISIBILITA'

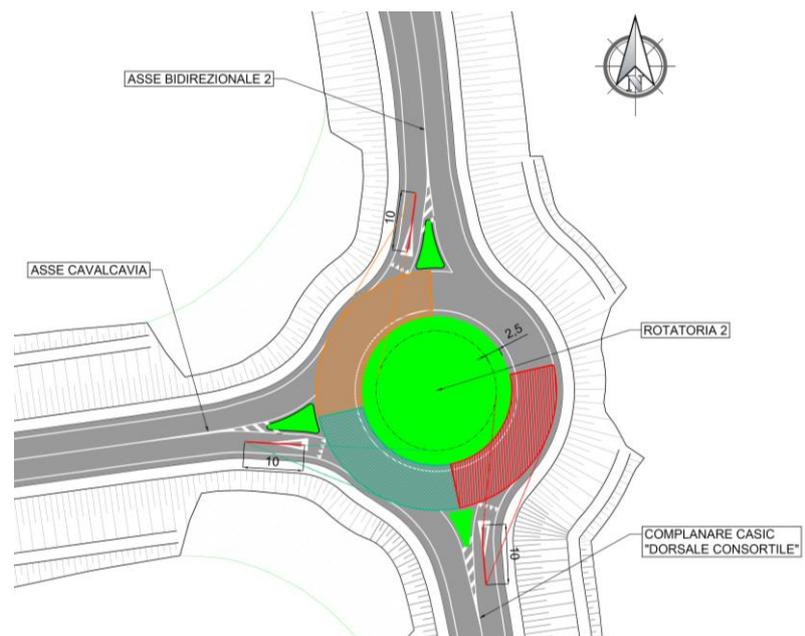
Si riportano di seguito, per le rotatorie in progetto, le verifiche di visibilità previste al paragrafo 4.6 del D.M. 19.04.2006 relativo alle intersezioni.

Come si rileva dalle figure di seguito riportate per le due rotatorie in progetto le verifiche di visibilità risultano soddisfatte, in quanto si garantisce il mantenimento di una zona completamente libera da ostacoli sulla sinistra della corsia di immissione in rotatoria e per un quarto dello sviluppo dell'intero anello, necessaria ad assicurare ai conducenti che si approssimano alla rotatoria la possibilità di vedere i veicoli che percorrono l'anello giratorio, al fine di cedere ad essi la precedenza o eventualmente arrestarsi.

#### Rotatoria 1



#### Rotatoria 2



PROGETTAZIONE ATI:

## 9. DATI DI TRAFFICO

### **Asse principale**

Il Traffico Medio Giornaliero (TGM) sulla base del quale sono state definite le caratteristiche geometriche e funzionali dell'asse principale in progetto è stato desunto dai dati di traffico derivanti dal modello di rete sviluppato da ANAS per le simulazioni acustiche. Nello specifico, si è sfatto riferimento allo "Scenario di progetto S.P.92 Contivecchi", relativo all'anno di entrata in esercizio dell'infrastruttura (2028), che prevede la velocizzazione della provinciale e l'inibizione al traffico pesante dell'attuale S.S.195 in attraversamento delle saline.

Si riporta di seguito la sintesi tabellare degli archi relativi all'asse di progetto:

<b>Scenario di progetto S.P.92 Contivecchi anno 2028</b>		
<b>Asse di Progetto</b>		
<b>ID ARCO</b>	<b>TGM Leggeri</b>	<b>TGM Pesanti</b>
17823	8,754	939
18164	8,754	939
18195	8,751	939
18196	9,983	975
18217	9,983	975
18416	9,983	975

In via cautelativa si sono assunti quali valori di TGM di riferimento all'anno di entrata in esercizio dell'infrastruttura (2028) quelli relativi all'arco "più carico" in termini di flussi, ovvero:

<b>TGM Asse Principale "anno zero (2028)"</b>		
Veicoli leggeri	9983	veicoli/gg
Veicoli pesanti	975	veicoli/gg
<b>Veicoli Tot</b>	<b>10958</b>	veicoli/gg
%Veic. pesanti	8.90	%

Il **Traffico Medio Giornaliero** (TGM) assunto alla base dei calcoli relativi alle verifiche della pavimentazione e delle corsie specializzate dell'asse principale è stato poi ricavato prevedendo un tasso di incremento del 2% fino all'anno 2048, ovvero per l'intera vita utile (20 anni) stimata per l'infrastruttura.

Si riporta di seguito la sintesi dei dati di traffico di progetto all'anno 2048:

<b>TGM Asse Principale "Fine vita utile (2048)"</b>		
Veicoli leggeri	15131	veicoli/gg
Veicoli pesanti	1478	veicoli/gg
<b>Veicoli Tot</b>	<b>16609</b>	veicoli/gg
%Veic. pesanti	8.90	%

Il **Traffico dell'Ora di Punta della corsia più esterna** è stato determinato come il 9% del TGM totale. Nello specifico, il calcolo è stato eseguito secondo la seguente logica:

- Sulla base dei coefficienti suggeriti dall'HCM 2000 è stato calcolato il TGM in veicoli equivalenti;
- È stato ripartito il traffico nei due sensi di marcia considerando che sulla corsia di marcia dei veicoli lenti ci sia il 70% del flusso in una direzione; tale ipotesi tiene conto della maggiore percentuale di mezzi pesanti che caratterizzerà il flusso di traffico lungo il ramo in esame a seguito della previsione di inibizione dell'attuale S.S.195 in attraversamento delle saline al traffico pesante e deviazione di quest'ultimo sul nuovo asse di progetto;
- Sulla base di valori riportati in letteratura, confortati anche da recenti indagini di traffico effettuate su strade di caratteristiche simili è stato stimato il traffico dell'ora di punta come l'8% del TGM totale espresso in veicoli equivalenti.

Secondo quanto detto si è ottenuto quanto sintetizzato nella seguente tabella:

ANNO	TGM	Tasso incremento	% Pesanti	Pt	Et	Fhw	TGM Veic-EQ	N (senso di marcia)	% veicoli su corsia lenta	% TGM x ora di punta	Traffico ora di punta corsia di marcia Veic-EQ/h
2028	10958	0.020	24.41	0.24	2.5	0.73	14970	2	70	9	472
2029	11401		24.41	0.24	2.5	0.73	15575	2	70	9	491
2030	11629		24.41	0.24	2.5	0.73	15887	2	70	9	500
2031	11861		24.41	0.24	2.5	0.73	16204	2	70	9	510
2032	12099		24.41	0.24	2.5	0.73	16528	2	70	9	521
2033	12340		24.41	0.24	2.5	0.73	16859	2	70	9	531
2034	12587		24.41	0.24	2.5	0.73	17196	2	70	9	542
2035	12839		24.41	0.24	2.5	0.73	17540	2	70	9	553
2036	13096		24.41	0.24	2.5	0.73	17891	2	70	9	564
2037	13358		24.41	0.24	2.5	0.73	18249	2	70	9	575
2038	13625		24.41	0.24	2.5	0.73	18614	2	70	9	586
2039	13897		24.41	0.24	2.5	0.73	18986	2	70	9	598
2040	14175		24.41	0.24	2.5	0.73	19366	2	70	9	610
2041	14459		24.41	0.24	2.5	0.73	19753	2	70	9	622
2042	14748		24.41	0.24	2.5	0.73	20148	2	70	9	635
2043	15043		24.41	0.24	2.5	0.73	20551	2	70	9	647
2044	15344		24.41	0.24	2.5	0.73	20962	2	70	9	660
2045	15651		24.41	0.24	2.5	0.73	21381	2	70	9	674
2046	15964		24.41	0.24	2.5	0.73	21809	2	70	9	687
2047	16283		24.41	0.24	2.5	0.73	22245	2	70	9	701
2048	16609		24.41	0.24	2.5	0.73	22690	2	70	9	715

Il **Traffico dell'Ora di Punta della corsia più esterna**, all'orizzonte temporale del 2044 considerato, **risulta pari a 715 veic. equiv./h.**

Tale valore è stato stimato per il dimensionamento degli elementi geometrici costituenti le corsie di immissione di progetto, tuttavia a titolo cautelativo, si è scelto di considerare un **Traffico dell'Ora di Punta della corsia più esterna pari a 1000 veic. equiv./h.**

#### **Dorsale Consortile e Strada di Accesso alla Dorsale Consortile Casic**

In mancanza di dati di traffico di dettaglio per le viabilità denominate *Dorsale Consortile* e *Strada di Accesso alla Dorsale Consortile Casic*, come portata veicolare è stata presa come riferimento la Portata di Servizio (PS) per corsia corrispondente al LOS richiesto, indicata nel D.M. 05.11.2001.

PROGETTAZIONE ATI:

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE

Nel caso in esame, dunque, la PS per la *Strada di Accesso alla Dorsale Consortile Casic* catalogata come strada di tipo F2 – Strada extraurbana, è pari a 450 autov/h per corsia, mentre la PS per la *Dorsale Consortile* catalogata come strada di tipo C2 – Strada extraurbana secondaria, è pari a 600 autov/h per corsia.

La portata oraria effettiva è stata quindi ricavata ipotizzando, a favore di sicurezza, una percentuale di veicoli pesanti del 15,5% per la strada di tipo C2 e del 15,00% per la strada di tipo F2 urbana. Il coefficiente di equivalenza tra autoveicoli e veicoli commerciali è stato inoltre posto pari a  $n=2.5$ .

Da cui:

- *Dorsale Consortile C2* – Strada extraurbana secondaria:

$$V = \frac{2PS}{[1 + p(n - 1)]} = \frac{2 \cdot 600}{[1 + 0,155 + (2,5 - 1)]} \cong 974 \text{ (veic. equiv./ora)}$$

- *Strada di Accesso alla Dorsale Consortile F2* – Strada extraurbana secondaria:

$$V = \frac{2PS}{[1 + p(n - 1)]} = \frac{2 \cdot 450}{[1 + 0,15 + (2,5 - 1)]} \cong 735 \text{ (veic. equiv./ora)}$$

Il TGM a fine vita utile si ricava invertendo la relazione tra questo e la portata oraria nell'ora di punta:

$$V = \frac{c \times TGM}{phf} \text{ (veic/h)}$$

in cui "c" è il fattore di conversione da TGM a V ( $c = 0.08$ ) e phf il fattore dell'ora di punta ( $phf = 0.85$ ).

Da cui:

- *Dorsale Consortile C2* – Strada extraurbana secondaria:

$$TGM = V \cdot \frac{Phf}{c} = 974 * \frac{0,85}{0,08} = 10345 \text{ (veic./giorno)}$$

- *Strada di Accesso alla Dorsale Consortile F2* – Strada extraurbana secondaria:

$$TGM = V \cdot \frac{Phf}{c} = 735 * \frac{0,85}{0,08} = 7806 \text{ (veic./giorno)}$$

L'analisi consisterà nel verificare che, al termine della vita utile della pavimentazione (20 anni), con la percentuale di veicoli pesanti ipotizzata e lo spettro di traffico previsto per la strada in oggetto (Catalogo delle pavimentazioni CNR) risulti  $F_s > 1$ .

In sintesi si ha:

PROGETTAZIONE ATI:

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE

- *Dorsale Consortile C2* – Strada extraurbana secondaria, per le quali si è ipotizzata una percentuale di mezzi pesanti pari al 15,5% si ottiene un  $TGM_{fin} = 10345$  veic/giorno;
- *Strada di Accesso alla Dorsale Consortile F2* – Strada locale extraurbana, per le quali si è ipotizzata una percentuale di mezzi pesanti pari al 15% si ottiene un  $TGM_{fin} = 7806$  veic/giorno.

I valori di TGM finale così ottenuti sono stati assunti per la verifica della pavimentazione di progetto.

## 10. VERIFICHE FUNZIONALI - LIVELLO DI SERVIZIO (L.d.S.)

Nel presente paragrafo si riporta la sintesi dei risultati delle verifiche dei Livelli di Servizio (L.d.S.) degli elementi dell'intervento di progetto riportate nell'elaborato "Studio di traffico e Analisi Costi Benefici" elaborato dalla Direzione Tecnica di ANAS, al quale si rimanda per maggiori dettagli.

Lo studio funzionale dell'asse principale in progetto è stato condotto attraverso la metodologia HCM, mentre quello relativo alle due nuove rotatorie di progetto è stato condotto sia con il metodo HCM che con il metodo SETRA.

Tutte le verifiche riportate nello "Studio di traffico e Analisi Costi Benefici" considerato sono state svolte con riferimento all'ora di punta dello Scenario di Progetto 2028; per la stima dei traffici dell'ora di punta i dati di traffico di riferimento derivano dalle postazioni di rilievo permanente di ANAS presenti sulla S.S.195 e sulla S.S.130.

### 10.1. ASSE PRINCIPALE

Secondo quanto riportato nel D.M. 6792/2001 il livello di servizio minimo richiesto per una *Strada Extraurbana Principale – Categoria B* è pari a B.

La verifica del Livello di Servizio (L.d.S.) per l'asse principale in progetto è stata condotta attraverso la metodologia HCM, adottando per la nuova infrastruttura di progetto, realizzata con sezione di tipo B, la procedura relativa alla tipologia di infrastruttura "Autostrade e strade assimilabili: strade a doppia carreggiata con almeno due corsie per senso di marcia che, secondo la normativa italiana, comprendono le Autostrade (Tipo A) e le strade extraurbane principali con velocità non inferiore ai 90 Km/h (Tipo B)".

La verifica è stata effettuata, seguendo la procedura indicata dall'HCM, con riferimento al valore massimo del flusso direzionale desunto dal modello di simulazione. I parametri di ingresso sono i seguenti:

- |                                  |                 |
|----------------------------------|-----------------|
| – Flusso medio dell'ora di punta | 372 veicoli/ora |
| – Percentuale traffico pesante   | 9,7%            |

I dati sono relativi al traffico dell'ora di punta sull'Opera Connessa Nord in direzione della S.P.2 nello scenario di massimo carico, ovvero quello in cui si prevede anche il potenziamento della S.P.92 di Contivecchi e l'inibizione al traffico pesante della tratta della S.S.195 in attraversamento delle Saline di Contivecchi e dello Stagno di Capoterra.

Nella figura sottostante è riportata la scheda con l'indicazione dei coefficienti utilizzati per il calcolo dei Livelli di servizio.

PROGETTAZIONE ATI:

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE

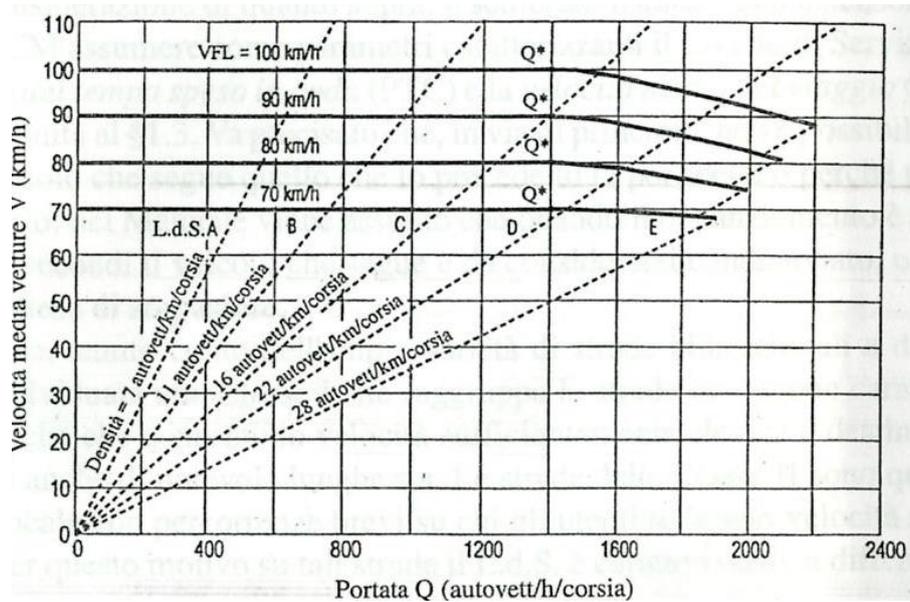


Figura 24 - Curve velocità media-portata per strade a più corsie per direzione (Highway Capacity Manual) – Strade con sezione di tipo B (da “Studio di traffico e Analisi Costi Benefici”)

La velocità a flusso libero VFL è posta pari al limite di velocità in tali tratte pari a 110Km/h. La densità degli svincoli (numero svincoli/km) è pari a 0,29 per cui la riduzione di velocità di deflusso è nulla.

Come mostrato nella tabella sottostante la verifica risulta soddisfatta, in quanto la densità veicolare è pari a 1,8 autovetture/km/corsia corrispondente ad un livello di servizio pari ad A.

Singole voci di calcolo			Singole formule di calcolo		
Definizione	Valore input	Descrizione	Definizione	Valore	
VFL		Velocità a flusso libero	VFL	110	Velocità media viaggio
BVFL	110	Velocità a flusso libero in condizioni base	fhv	0,95	
fc	0	riduzione velocità per larghezza corsie	Q	195,16	
fb	0	riduzione velocità per larghezza spazi laterali	Q*	1450,0	
fs	0	riduzione velocità per frequenza svincoli	V	110,0	
Q		Tasso di flusso	D	1,8	
VHP	372	Volume orario di progetto			
N	2	Numero corsie per direzione			
phf	1	fattore ora punta			
Pt	9,7%	Percentuale mezzi pesanti			
Pr	0	Percentuale veicoli turistici			
Et	1,5	Coefficiente equivalenza pesanti per velocità media	Los	A	
Er	1,2	Coefficiente equivalenza turistici per velocità media			
fp	1	Fattore correttivo utenti non abituali			

Figura 25 - Verifica del livello di servizio – scenario di progetto (da “Studio di traffico e Analisi Costi Benefici”)

## 10.2. ROTATORIE

Secondo quanto richiesto dalla normativa la verifica di funzionalità per le rotatorie consiste nell'analisi del livello di servizio che consente di attribuire all'intersezione un livello di servizio (LoS), ovvero un indice di misura della qualità della circolazione ottenuto in corrispondenza del flusso di traffico che insiste sul nodo.

La verifica delle due nuove rotatorie sono state condotte sulla base dei flussi di manovra che attualmente impegnano l'intersezione, adottando due differenti metodi di verifica, SETRA e HCM 2010; per la descrizione dei due metodi si rimanda all'elaborato "Studio di traffico e Analisi Costi Benefici".

In linea generale, il **metodo SETRA** basa l'individuazione del livello di servizio sulla Riserva di capacità RC dell'entrata, valutata come la differenza tra la capacità dell'entrata del braccio C (funzione delle caratteristiche geometriche e di traffico) e il flusso in ingresso Qi.

In Tabella è riportata la classificazione delle condizioni di esercizio della rotatoria in funzione della riserva di capacità RC (%):

Riserva di capacità (%)	Condizione di esercizio
RC > 30 %	FLUIDO
15 < RC ≤ 30 %	SODDISFACENTE
0 < RC ≤ 15 %	ALEATORIO
RC ≤ 0 %	SATURO/CRITICO

Il **metodo HCM 2010**, invece, il Livello di Servizio (LoS) viene determinato sulla base del tempo di attesa (d=control delay) e dal rapporto flusso – capacità (x=v/c) secondo la tabella di seguito riportata:

tempo di attesa (s/veic.)	LOS	
	v/c≤1	v/c>1
0-10	A	F
>10-15	B	F
>15-25	C	F
>25-35	D	F
>35-50	E	F
>50	F	F

Infine, si può calcolare la lunghezza della coda (in veicoli) al 95° percentile, con la formula riportata nella Figura sottostante, al fine di valutare la funzionalità delle intersezioni di svincolo.

Equation 21-20

$$Q_{95} = 900T \left[ x - 1 + \sqrt{(1-x)^2 + \frac{(3,600)}{150T} x} \right] \left( \frac{c}{3,600} \right)$$

where

- $Q_{95}$  = 95th percentile queue (veh),
- $x$  = volume-to-capacity ratio of the subject lane,
- $c$  = capacity of the subject lane (veh/h), and
- $T$  = time period (h) ( $T = 1$  for a 1-h analysis,  $T = 0.25$  for a 15-min analysis).

PROGETTAZIONE ATI:

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE

In sintesi, dall'applicazione dei due metodi di verifica, si osserva che entrambe le rotatorie presentano livelli di servizio ottimali visti i contenuti flussi di traffico simulati.

In particolare, il metodo SETRA restituisce per tutti i bracci verificati giudizio "Fluida" sulla qualità della circolazione con ampie riserve di capacità dei rami. La verifica con il metodo HCM restituisce un livello di servizio pari ad "A", in quanto in tutti i casi analizzati il tempo di attesa all'ingresso in rotatoria (espresso in s/veic.) è sempre inferiore ai 10 secondi e si prevede sempre l'assenza di veicoli in accodamento.

Si riportano di seguito i risultati delle verifiche funzionali (capacità della rotatoria e il livello di servizio – LoS) derivanti dai due metodi di verifica applicati per ciascuno dei tre bracci delle due nuove intersezioni a rotatoria in progetto denominate *Rotatoria 1* e *Rotatoria 2* afferenti allo svicolo Casic – Capoterra e il quadro d'insieme con l'identificazione dei bracci analizzati.



Figura 26 - Quadro di insieme delle rotatorie di progetto (da "Studio di traffico e Analisi Costi Benefici")

PROGETTAZIONE ATI:

**PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE**

**Verifica livelli di servizio Rotatoria 1 – braccio A – Ora di punta  
(Tabella 1 “Studio di traffico e Analisi Costi Benefici”)**

Rotatoria 1 - Braccio Viabilità per stabilimento Heineken in direzione Opera Connessa Nord		
		Veicoli Equivalenti
Flusso uscente dalla rotatoria sul braccio in analisi	Qu (veic./h)	65
Flusso in circolo sull'anello	Qc (veic./h)	0
Flusso entrante in rotatoria	Qe (veic./h)	21
<b>Metodo SETRA</b>		
Larghezza isola spartitraffico	SEP	6,2
Larghezza carreggiata dell'anello	ANN	6,3
Larghezza semicarreggiata del braccio dietro il primo veicolo in accodamento	ENT	4,8
Traffico uscente equivalente	Q1u	38
Traffico complessivo di disturbo	Qd	29
Capacità del braccio di immissione	C	1.480
Riserva di capacità	Rc	1.459
	Rc%	6906,26%
<b>Giudizio sul livello di funzionalità Fluida</b>		
<b>Metodo HCM 2010</b>		
tempo di attesa all'ingresso in rotatoria (s/veic.)	d	3,34
capacità della corsia in ingresso, con una corsia sull'anello (veic./h)	c	1130
periodo di tempo di analisi (h)	T	1
rapporto flusso – capacità	x=v/c	0,02
Livello di servizio	LoS	A
<b>LUNGHEZZA CODA</b>		
lunghezza della coda - formula semplificata di Little (veic.)	L	0
lunghezza della coda (in veicoli) al 95° percentile (veic.)	Q95	0

**Verifica livelli di servizio Rotatoria 1 – braccio B – Ora di punta  
(Tabella 2 “Studio di traffico e Analisi Costi Benefici”)**

Rotatoria 1 - Braccio B Tratto Viabilità per stabilimento Heineken compreso tra le due rotatorie d		
		Veicoli Equivalenti
Flusso uscente dalla rotatoria sul braccio in analisi	Qu (veic./h)	11
Flusso in circolo sull'anello	Qc (veic./h)	10
Flusso entrante in rotatoria	Qe (veic./h)	0
<b>Metodo SETRA</b>		
Larghezza isola spartitraffico	SEP	6,2
Larghezza carreggiata dell'anello	ANN	6,3
Larghezza semicarreggiata del braccio dietro il primo veicolo in accodamento	ENT	4,8
Traffico uscente equivalente	Q1u	6
Traffico complessivo di disturbo	Qd	16
Capacità del braccio di immissione	C	1.490
Riserva di capacità	Rc	1.490
	Rc%	989102,56%
<b>Giudizio sul livello di funzionalità Fluida</b>		
<b>Metodo HCM 2010</b>		
tempo di attesa all'ingresso in rotatoria (s/veic.)	d	3,21
capacità della corsia in ingresso, con una corsia sull'anello (veic./h)	c	1122
periodo di tempo di analisi (h)	T	1
rapporto flusso – capacità	x=v/c	0,00
Livello di servizio	LoS	A
<b>LUNGHEZZA CODA</b>		
lunghezza della coda - formula semplificata di Little (veic.)	L	0
lunghezza della coda (in veicoli) al 95° percentile (veic.)	Q95	0

PROGETTAZIONE ATI:

**PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE**

**Verifica livelli di servizio Rotatoria 1 – braccio C – Ora di punta  
(Tabella 3 "Studio di traffico e Analisi Costi Benefici")**

Rotatoria 1 - Braccio C Rampa Svincolo Carreggiata in direzione Pula		
		Veicoli Equivalenti
Flusso uscente dalla rotatoria sul braccio in analisi	Qu (veic./h)	10
Flusso in circolo sull'anello	Qc (veic./h)	0
Flusso entrante in rotatoria	Qe (veic./h)	65
<b>Metodo SETRA</b>		
Larghezza isola spartitraffico	SEP	6,2
Larghezza carreggiata dell'anello	ANN	6,3
Larghezza semicarreggiata del braccio dietro il primo veicolo in accodamento	ENT	4,8
Traffico uscente equivalente	Q1u	6
Traffico complessivo di disturbo	Qd	5
Capacità del braccio di immissione	C	1,499
Riserva di capacità	Rc	1,435
	Rc%	2218,93%
<b>Giudizio sul livello di funzionalità</b>		<b>Fluida</b>
<b>Metodo HCM 2010</b>		
tempo di attesa all'ingresso in rotatoria (s/veic.)	d	3,67
capacità della corsia in ingresso, con una corsia sull'anello (veic./h)	c	1130
periodo di tempo di analisi (h)	T	1
rapporto flusso - capacità	x=v/c	0,06
Livello di servizio	LoS	<b>A</b>
<b>LUNGHEZZA CODA</b>		
lunghezza della coda - formula semplificata di Little (veic.)	L	0
lunghezza della coda (in veicoli) al 95° percentile (veic.)	Q95	0

**Verifica livelli di servizio Rotatoria 2 – braccio A – Ora di punta  
(Tabella 4 "Studio di traffico e Analisi Costi Benefici")**

Rotatoria 2 - Braccio A Viabilità per stabilimento Heineken compreso tra le due rotatorie di svinc		
		Veicoli Equivalenti
Flusso uscente dalla rotatoria sul braccio in analisi	Qu (veic./h)	0
Flusso in circolo sull'anello	Qc (veic./h)	0
Flusso entrante in rotatoria	Qe (veic./h)	11
<b>Metodo SETRA</b>		
Larghezza isola spartitraffico	SEP	6,5
Larghezza carreggiata dell'anello	ANN	7,5
Larghezza semicarreggiata del braccio dietro il primo veicolo in accodamento	ENT	4,8
Traffico uscente equivalente	Q1u	0
Traffico complessivo di disturbo	Qd	0
Capacità del braccio di immissione	C	1,503
Riserva di capacità	Rc	1,492
	Rc%	13522,26%
<b>Giudizio sul livello di funzionalità</b>		<b>Fluida</b>
<b>Metodo HCM 2010</b>		
tempo di attesa all'ingresso in rotatoria (s/veic.)	d	3,27
capacità della corsia in ingresso, con una corsia sull'anello (veic./h)	c	1130
periodo di tempo di analisi (h)	T	1
rapporto flusso - capacità	x=v/c	0,01
Livello di servizio	LoS	<b>A</b>
<b>LUNGHEZZA CODA</b>		
lunghezza della coda - formula semplificata di Little (veic.)	L	0
lunghezza della coda (in veicoli) al 95° percentile (veic.)	Q95	0

PROGETTAZIONE ATI:

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE

Verifica livelli di servizio Rotatoria 2 – braccio B – Ora di punta  
(Tabella 5 “Studio di traffico e Analisi Costi Benefici”)

Rotatoria 2 - Braccio B Ramo di raccordo con Dorsale Consortile SUD		
		Veicoli Equivalenti
Flusso uscente dalla rotatoria sul braccio in analisi	Qu (veic./h)	0
Flusso in circolo sull'anello	Qc (veic./h)	11
Flusso entrante in rotatoria	Qe (veic./h)	0
<b>Metodo SETRA</b>		
Larghezza isola spartitraffico	SEP	6,5
Larghezza carreggiata dell'anello	ANN	7,5
Larghezza semicarreggiata del braccio dietro il primo veicolo in accodamento	ENT	4,8
Traffico uscente equivalente	Q1u	0
Traffico complessivo di disturbo	Qd	12
Capacità del braccio di immissione	C	1,494
Riserva di capacità	Rc	1,494
	Rc%	793357,06%
<b>Giudizio sul livello di funzionalità</b>		<b>Fluida</b>
<b>Metodo HCM 2010</b>		
tempo di attesa all'ingresso in rotatoria (s/veic.)	d	3,21
capacità della corsia in ingresso, con una corsia sull'anello (veic./h)	c	1121
periodo di tempo di analisi (h)	T	1
rapporto flusso – capacità	x=v/c	0,00
Livello di servizio	LoS	A
<b>LUNGHEZZA CODA</b>		
lunghezza della coda - formula semplificata di Little (veic.)	L	0
lunghezza della coda (in veicoli) al 95° percentile (veic.)	Q95	0

Verifica livelli di servizio Rotatoria 2 – braccio C – Ora di punta  
(Tabella 6 “Studio di traffico e Analisi Costi Benefici”)

Rotatoria 2 - Braccio C Rampa Svincolo in direzione SP2		
		Veicoli Equivalenti
Flusso uscente dalla rotatoria sul braccio in analisi	Qu (veic./h)	11
Flusso in circolo sull'anello	Qc (veic./h)	0
Flusso entrante in rotatoria	Qe (veic./h)	0
<b>Metodo SETRA</b>		
Larghezza isola spartitraffico	SEP	6,5
Larghezza carreggiata dell'anello	ANN	7,5
Larghezza semicarreggiata del braccio dietro il primo veicolo in accodamento	ENT	4,8
Traffico uscente equivalente	Q1u	6
Traffico complessivo di disturbo	Qd	4
Capacità del braccio di immissione	C	1,499
Riserva di capacità	Rc	1,499
	Rc%	995479,75%
<b>Giudizio sul livello di funzionalità</b>		<b>Fluida</b>
<b>Metodo HCM 2010</b>		
tempo di attesa all'ingresso in rotatoria (s/veic.)	d	3,19
capacità della corsia in ingresso, con una corsia sull'anello (veic./h)	c	1130
periodo di tempo di analisi (h)	T	1
rapporto flusso – capacità	x=v/c	0,00
Livello di servizio	LoS	A
<b>LUNGHEZZA CODA</b>		
lunghezza della coda - formula semplificata di Little (veic.)	L	0
lunghezza della coda (in veicoli) al 95° percentile (veic.)	Q95	0

PROGETTAZIONE ATI:

## 11. PAVIMENTAZIONE

Per il dimensionamento delle pavimentazioni si è fatto riferimento al metodo AASHTO proposto nel 1993 nel documento AASHTO Guide for Design of Pavement Structures e facendo altresì riferimento al Catalogo delle Pavimentazioni stradali redatto dal CNR lo stesso anno.

Il calcolo è finalizzato a verificare che le pavimentazioni di progetto abbiano una resistenza a fatica tale da rimanere in efficienza durante tutta la loro vita utile e prevederne, di conseguenza, il rifacimento integrale solo al termine di quest'ultima.

Per il calcolo si è fatto riferimento ad una strada di tipo B "Strada extraurbana principale" per quanto riguarda l'asse principale, ad una strada di tipo C2 "Strada extraurbana secondaria" per quanto riguarda la Dorsale Consortile e ad una strada di tipo F2 "Strada locale extraurbana" per quanto riguarda la Strada di Accesso alla dorsale consortile. In tutti e tre i casi si è assunta una portanza del sottofondo, in termini di modulo resiliente, pari a 90 N/mm<sup>2</sup> (sottofondo di media portanza), condizioni climatiche dell'Italia Centrale, livello di affidabilità pari al 90% e l'indice di funzionalità finale 2.5.

Il traffico giornaliero medio (TGM) considerato per il calcolo della pavimentazione è stato stimato secondo le logiche e le metodologie illustrate al precedente paragrafo "Dati di Traffico".

### 11.1. DESCRIZIONE DEL METODO UTILIZZATO

Il metodo AASHTO è un metodo empirico-statistico basato su osservazioni sperimentali dei parametri in gioco che consente di determinare il numero di assi standard<sup>1</sup> che la pavimentazione può sopportare raggiungendo un fissato grado di ammaloramento. Tale valore è funzione di vari parametri quali:

- le caratteristiche meccaniche dei materiali;
- gli spessori degli strati;
- la portanza del sottofondo;
- il coefficiente di sicurezza (fissato attraverso l'affidabilità, ovvero la probabilità che la pavimentazione resista al traffico durante la sua vita utile);
- il grado di ammaloramento finale che, per questioni di comfort e sicurezza, la pavimentazione può raggiungere.

Questo valore di assi standard sopportabili va confrontato con il traffico commerciale<sup>2</sup> che si stima passerà durante la vita utile della pavimentazione sulla corsia più carica convertito in assi standard equivalenti.

### 11.2. SOVRASTRUTTURA DI PROGETTO

Per l'Asse Principale e per le rampe costituenti lo Svincolo Casic-Capoterra è stata adottata la medesima pavimentazione del lotto adiacente in costruzione (*Opera Connessa Sud*), al fine di ottenere una continuità d'intervento in termini di sovrastruttura stradale; si evidenzia inoltre che il pacchetto stradale in esame è il medesimo previsto dal Progetto Definitivo, così composto:

<sup>1</sup> L'asse standard (ESAL Equivalent Standard Axle Load) è l'asse singolo con ruote gemelle da 18 kips = 80KN = 8,2t

<sup>2</sup> Traffico costituito da veicoli con carico per asse compreso tra 10 e 130 KN e diverse tipologie di assi: singolo, tandem, tridem

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE

- ✓ 5 cm di strato di usura drenante in conglomerato bituminoso con bitume modificato hard;
- ✓ 6 cm di strato di collegamento in conglomerato bituminoso (binder) con bitume modificato hard;
- ✓ 10 cm di strato di base in conglomerato bituminoso con bitume modificato hard;
- ✓ 20 cm di sotto-base in misto cementato;
- ✓ 30 cm di fondazione in misto granulare stabilizzato;

per uno spessore complessivo pari a 71cm

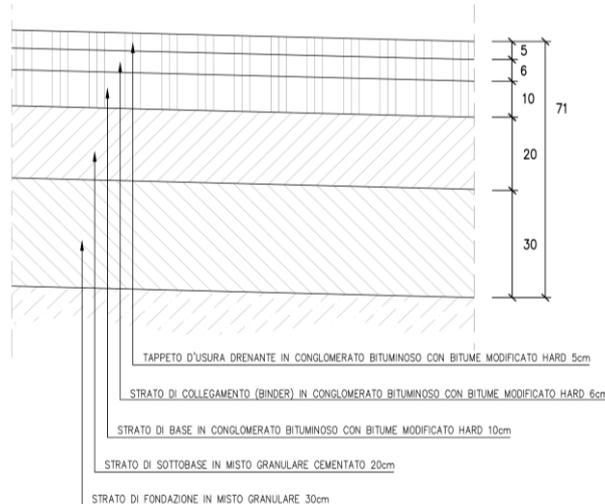


Figura 27 – Particolare pacchetto stradale – Asse Principale e Rampe

Per la Dorsale Consortile e la Strada di Accesso alla dorsale consortile si è adottato, invece, un pacchetto stradale di spessore complessivo pari a 51cm composto da:

- ✓ 5 cm di strato di usura in conglomerato bituminoso con bitume modificato hard;
- ✓ 6 cm di strato di collegamento in conglomerato bituminoso (binder) con bitume modificato hard;
- ✓ 10 cm di strato di base in conglomerato bituminoso con bitume modificato hard;
- ✓ 30 cm di fondazione in misto granulare stabilizzato.

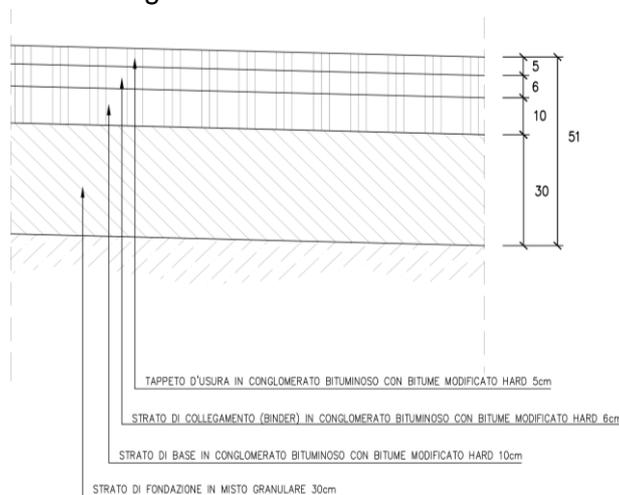


Figura 28 – Particolare pacchetto stradale – Dorsale Consortile e la Strada di Accesso dorsale consortile

PROGETTAZIONE ATI:

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE

Per le miscele costituenti gli strati di usura, binder e base si prevede l'utilizzo di bitume modificato hard (HD):

- *Strato di Base con bitume modificato hard:* in questo caso il bitume, nella percentuale (in peso sulla miscela) compreso tra 3,8% e 5,2%, dovrà essere modificato Hard con polimeri elastomerici tipo SBSr e/o SBSI in appositi impianti, avente valore di Palla e Anello compreso tra 70 e 90°C e Penetrazione compresa tra 50 e 70 dmm e comunque con caratteristiche rispondenti al CSA;
- *Strato di Collegamento (binder) con bitume modificato hard:* in questo caso il bitume, nella percentuale (in peso sulla miscela) compreso tra 4,1% e 5,5%, dovrà essere modificato Hard con polimeri elastomerici tipo SBSr e/o SBSI in appositi impianti, avente valore di Palla e Anello compreso tra 70 e 90°C e Penetrazione compresa tra 50 e 70 dmm e comunque con caratteristiche rispondenti al CSA;
- *Strato di Usura con bitume modificato hard:* in questo caso il bitume, nella percentuale (in peso sulla miscela) compreso tra 4,5% e 6,1% dovrà essere modificato Hard con polimeri elastomerici tipo SBSr e/o SBSI in appositi impianti, avente valore di Palla e Anello compreso tra 70 e 90°C e Penetrazione compresa tra 50 e 70 dmm e comunque con caratteristiche rispondenti al CSA;
- *Strato di Usura drenate con bitume modificato hard:* in questo caso la miscela dovrà essere impastata a caldo in idonei impianti, con bitume modificato Hard con polimeri elastomerici tipo SBSr e/o SBSI in appositi impianti, avente valore di Palla e Anello compreso tra 70 e 90°C e Penetrazione compresa tra 50 e 70 dmm e comunque con caratteristiche rispondenti al CSA, in percentuale (in peso sulla miscela) compresa tra 4,8% e 5,7%.

La posa in opera degli strati costituenti la sovrastruttura verrà eseguita previa stesa di mano di ancoraggio o di attacco fra gli strati della sovrastruttura stradale in ragione di 0,8-1,5 kg/m<sup>2</sup> secondo le tipologie e modalità prescritte dal CSA, al fine di garantirne un migliore ancoraggio; in linea generale si prevede l'impiego di mano d'attacco con bitume modificato hard all'interfaccia tra strato di usura-strato di binder e tra strato di binder-strato di base e mano d'attacco con emulsione bituminosa non modificata da impiegarci al di sopra degli strati in misto granulare.

Il pacchetto di pavimentazione individuato, come riportato nei paragrafi successivi, è stato verificato in funzione delle differenti esigenze di traffico da soddisfare, ovvero sia quelle relative alle *Dorsale Consortile* catalogata come di tipo C2 (% di mezzi pesanti = 15,5% e TGM = 10345 veic/giorno) che quelle relative alla *Strada di Accesso alla dorsale consortile* catalogata come di tipo F2 extraurbana (% di mezzi pesanti = 15% e TGM = 7806 veic/giorno).

### 11.3. CALCOLO DEL TRAFFICO SOPPORTABILE EQUIVALENTE

#### 11.3.1. CALCOLO DELL'INDICE STRUTTURALE E STIMA DELLA PORTANZA DEL SOTTOFONDO

L'indice strutturale SN (*Structural Number*) è un parametro che tiene conto della "resistenza strutturale" della pavimentazione ed è espresso dalla seguente formula:

$$SN = \sum_{i=1}^n m_i a_i h_i$$

PROGETTAZIONE ATI:

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE

dove:

- $n$  è il numero degli strati della pavimentazione;
- $h_i$  è lo spessore dello strato  $i$ -esimo;
- $a_i$  è il coefficiente strutturale dello strato  $i$ -esimo che dipende dal materiale ed è funzione della stabilità Marshall a 50 colpi per gli strati legati e del CBR<sup>3</sup> per gli strati non legati;
- $m_i$  è un coefficiente che tiene conto delle condizioni di drenaggio assunto pari ad 1 per gli strati legati e dedotto dalla seguente *Tabella 1*<sup>4</sup> per i materiali non legati.

Qualità del drenaggio	Tempo necessario per il drenaggio dell'acqua	Percentuale del tempo di servizio in cui la pavimentazione si trova in condizioni prossime alla saturazione			
		<1%	1÷5%	5÷25%	>25%
Eccellente	2 ore	1,40 -1,35	1,35-1,30	1,30-1,20	1,20
Buona	1 giorno	1,35-1,25	1,25-1,15	1,15-1,00	1,00
Discreta	1 settimana	1,25-1,15	1,15-1,05	1,00-0,80	0,80
Scadente	1 mese	1,15-1,05	1,05-0,80	0,80-0,60	0,60
Molto scadente	Nessun drenaggio	1,05-0,95	0,95-0,75	0,75-0,40	0,40

Tabella 7 - Valori del coefficiente di drenaggio per le pavimentazioni flessibili

Nel caso in esame, per quanto riguarda i coefficienti  $a_i$ , si sono scelti dei valori di riferimento mentre, per ciò che concerne il fattore  $m_i$  dello strato di fondazione, si sono considerate condizioni intermedie, ovvero qualità del drenaggio discreta e percentuale del tempo di servizio in cui la pavimentazione si trova in condizioni prossime alla saturazione compresa fra l'1 e il 5% considerando che il clima della località di ubicazione dell'opera è tendenzialmente poco piovoso.

### Asse Principale e Rampe

La *Tabella 2* mostra il calcolo svolto nel caso della pavimentazione prevista per l'Asse Principale e le Rampe:

Strato $i$ -esimo	$h_i$ (cm)	$a_i$	$m_i$	$SN_i$ (cm)
Misto cementato	20	0.25	0.98	4.90
Misto granulare	30	0.11	1.1	3.63
Base C.B.	10	0.28	1	2.80
Binder C.B.	6	0.40	1	2.40
Usura C.B.	5	0.43	1	2.15

<b>SN</b>	<b>15.88</b>
-----------	--------------

Tabella 8 - Calcolo Structural Number - Asse Principale e le Rampe

<sup>3</sup> Il CBR (California Bearing Ratio) è un indice di portanza delle terre utilizzato per valutarne l'attitudine a sopportare le azioni trasmesse dalle pavimentazioni al sottofondo nelle diverse condizioni di addensamento e umidità in cui potrebbero venirsi a trovare in opera

<sup>4</sup> Tratta dalla Table 2.4 – Chapter 2 della AASHTO Guide for Design of Pavement Structures

PROGETTAZIONE ATI:

L'indice strutturale risulta pari a 15.88cm (6.25 in).

### **Dorsale Consortile e Strada di Accesso alla dorsale consortile**

La *Tabella 3* mostra il calcolo svolto nel caso della pavimentazione prevista per la Dorsale Consortile e Strada di Accesso dorsale consortile:

Strato i-esimo	$h_i$ (cm)	$a_i$	$m_i$	$SN_i$ (cm)
Misto granulare	30	0.11	1.1	3.63
Base C.B.	10	0.28	1	2.80
Binder C.B.	6	0.40	1	2.40
Usura C.B.	5	0.43	1	2.15

<b>SN</b>	<b>10.98</b>
-----------	--------------

*Tabella 9 - Calcolo Structural Number - Dorsale Consortile e Strada di Accesso dorsale consortile*

L'indice strutturale risulta pari a 10.98cm (4.32 in).

Riguardo alla portanza del sottofondo, non essendo in possesso di precisi dati necessari alla determinazione analitica di tale fattore secondo il *metodo AASHTO*, si è scelto di considerare un modulo resiliente<sup>5</sup>  $M_r$  pari a 90 N/mm<sup>2</sup> (corrispondente alla categoria intermedia di terreni proposta nel *Catalogo delle Pavimentazioni Stradali*).

### **11.3.2. INDICE SI SERVIZIO**

L'indice di servizio PSI (Present Serviceability Index) rappresenta una misura del grado di ammaloramento della sovrastruttura in termini di sicurezza e comfort percepiti dall'utente ed è un parametro che varia tra 0 e 5. Per tenere conto delle inevitabili imperfezioni costruttive, il PSI iniziale di una pavimentazione flessibile si assume pari a 4,2, mentre per la definizione del PSI finale, ovvero quello ammesso al termine della vita utile della sovrastruttura stradale, si è fatto riferimento a quanto contenuto nella *Tabella 9* del *Catalogo CNR*:

*Tabella 9 - Affidabilità e PSI*

Tipo di strada	Affidabilità (%)	PSI
1) Autostrade extraurbane	90	3
2) " urbane	95	3
3) Strade extr. principali e secondarie a forte traffico	90	2.5
4) Strade extraurbane secondarie - ordinarie	85	2.5
5) " " " -turistiche	80	2.5
6) Strade urbane di scorrimento	95	2.5
7) " " di quartiere e locali	90	2
8) Corsie preferenziali	95	2.5

Nello specifico, si assume come PSI finale il valore 2,5 per tutte e tre le viabilità, in quanto l'Asse *Principale* (strada di tipo B) rientra nella categoria di "Strada extraurbana principale e secondaria a Forte Traffico", la *Dorsale Consortile* (Strada di tipo C2) è assimilabile ad una "Strada extraurbana

<sup>5</sup> Il modulo resiliente è un parametro caratterizzante i materiali non legati definito come una stima del modulo elastico per applicazioni rapide del carico e viene calcolato tramite la procedura di prova AASHTO T274, oppure con una prova triassiale secondo la procedura AASHTO T292.

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE

secondaria - ordinaria” e la *Strada di Accesso alla dorsale consortile* (strada di tipo F2) ad una “Strada extraurbana secondaria - turistica”.

Ne deriva il calcolo del  $\Delta PSI$  che esprime il margine di funzionalità disponibile della sovrastruttura:

$$\Delta PSI = PSI_{finale} - PSI_{iniziale} = 1.7$$

### 11.3.3. AFFIDABILITÀ

L'affidabilità R rappresenta la probabilità che il numero di passaggi di assi singoli equivalenti che la pavimentazione può sopportare prima di raggiungere il suddetto PSI finale sia maggiore o uguale al numero di passaggi che realmente si verifica sulla corsia più carica durante la vita utile della pavimentazione.

Questa probabilità interviene nella formulazione AASHTO come prodotto dei due fattori  $Z_R$  e  $S_0$ .

Si tratta di valori statistici che rappresentano rispettivamente la normale standard (media nulla e varianza unitaria) e varianza dello scarto fra la durata prevista e quella effettiva della sovrastruttura.

Il valore di  $Z_R$  si è scelto dalla Tabella 4 mentre per  $S_0$  si è scelto il valore medio dell'intervallo 0,40 ÷ 0,50 proposto dalla norma.

R [%]	50	60	70	75	80	85	90	92	95	98	99	99,99
$Z_R$	0,000	-0,253	-0,524	-0,674	-0,841	-1,037	-1,282	-1,405	-1,645	-2,054	-2,327	-3,090

Tabella 10 - Parametro  $Z_R$  in funzione del grado di affidabilità

La Tabella 9 del Catalogo CNR riportata al paragrafo precedente suggerisce di considerare un'affidabilità del:

- 90% per *Strade extraurbane principali e secondarie a FT* (tipo B) a cui corrisponde un valore di  $Z_R$  pari a -1,282;
- 85% per *Strade extraurbane secondarie – ordinarie* (tipo C2) a cui corrisponde un valore di  $Z_R$  pari a -1,037;
- 80% per *Strade extraurbane secondarie – turistiche* (tipo F2 locale extraurbana) a cui corrisponde un valore di  $Z_R$  pari a -0,841.

### 11.3.4. CALCOLO DEL TRAFFICO EQUIVALENTE SOPPORTABILE

Ricavati tutti i parametri in gioco, è possibile procedere con il calcolo del numero di passaggi standard sopportabili attraverso la formulazione riportata di seguito:

$$\log W_{8,2} = Z_R \cdot S_0 + 9,36 \log(SN + 1) - 0,20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5}\right)}{0,4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,32 \log(M_r) - 8,07$$

PROGETTAZIONE ATI:

assumendo:

- per l'Asse *principale e le rampe*:

$$Z_R = -1,282$$

$$S_0 = 0,45$$

$$SN = 15.88\text{cm} = 6.25 \text{ in.}$$

$$\Delta PSI = 1,7$$

$$M_r = 90 \text{ N/mm}^2 = 13053 \text{ psi}$$

- per la *Dorsale Consortile*:

$$Z_R = -1,037$$

$$S_0 = 0,45$$

$$SN = 10.98\text{cm} = 4.32 \text{ in}$$

$$\Delta PSI = 1,7$$

$$M_r = 90 \text{ N/mm}^2 = 13053 \text{ psi}$$

- per la *Strada di Accesso alla dorsale consortile*:

$$Z_R = -0,841$$

$$S_0 = 0,45$$

$$SN = 10.98\text{cm} = 4.32 \text{ in}$$

$$\Delta PSI = 1,7$$

$$M_r = 90 \text{ N/mm}^2 = 13053 \text{ psi}$$

Tale calcolo ha restituito un **numero di passaggi di assi equivalenti sopportabili** dalla pavimentazione pari a:

- **$W_{8,2} = 197.762.950$**  passaggi di assi singoli equivalenti da 8,2 ton, per l'**Asse principale e le Rampe**;
- **$W_{8,2} = 18.444.981$**  passaggi di assi singoli equivalenti da 8,2 ton, per la **Dorsale Consortile**;
- **$W_{8,2} = 28.855.965$**  passaggi di assi singoli equivalenti da 8,2 ton, per la **Strada di Accesso alla dorsale consortile**.

#### 11.3.5. CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI EQUIVALENZA

Il  $C_{SN}$  è un coefficiente di equivalenza tra il generico asse reale, caratterizzato da un peso  $P_i$  e tipologia  $T_i$ , e l'asse singolo standard da 8,2 ton. Per il suo calcolo si è fatto riferimento alle due tabelle riportate di seguito contenute nel Catalogo CNR.

PROGETTAZIONE ATI:

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE

Tipo di strada	Tipo di veicolo															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1) autostrade extraurbane	12.2	----	24.4	14.6	2.4	12.2	2.4	4.9	2.4	4.9	2.4	4.9	0.10	----	----	12.2
2) " urbane	18.2	18.2	16.5	----	----	----	----	----	----	----	----	----	1.6	18.2	27.3	----
3) strade extr. principali e secondarie a forte traffico	----	13.1	39.5	10.5	7.9	2.6	2.6	2.5	2.6	2.5	2.6	2.6	0.5	----	----	10.5
4) strade extraurb. second. ordin.	----	----	58.8	29.4	----	5.9	----	2.8	----	----	----	----	0.2	----	----	2.9
5) " extr. second.-turistiche	24.5	----	40.8	16.3	----	4.15	----	2	----	----	----	----	0.05	----	----	12.2
6) " urbane di scorrimento	18.2	18.2	16.5	----	----	----	----	----	----	----	----	----	1.6	18.2	27.3	----
7) " " di quartiere e locali	80	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	20	----	----
8) corsie preferenziali	----	----	---	----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	47	53	----

Tabella 11 - Tipici spettri di veicoli commerciali per ciascun tipo di strada <sup>6</sup>

Tipo di veicolo	N° Assi	Distribuzione dei carichi per asse in KN			
1) autocarri leggeri	2	↓10	↓20		
2) " "	"	↓15	↓30		
3) autocarri medi e pesanti	"	↓40	↓80		
4) " " "	"	↓50	↓110		
5) autocarri pesanti	3	↓40	↓80	↓80	
6) " "	"	↓60	↓100 ↓100		
7) autotreni e autoarticolati	4	↓40	↓90	↓80	↓80
8) " "	"	↓60	↓100	↓100	↓100
9) " "	5	↓40	↓80	↓80	↓80
10) " "	"	↓60	↓90	↓90	↓100
11) " "	"	↓40	↓100		↓80 ↓80 ↓80
12) " "	"	↓60	↓110		↓90 ↓90 ↓90
13) mezzi d'opera	"	↓50	↓120		↓130 ↓130 ↓130
14) autobus	2	↓40	↓80		
15) "	2	↓60	↓100		
16) "	2	↓50	↓80		

Tabella 12 - Tipi di veicoli commerciali, numero d'assi e distribuzione dei carichi per asse <sup>7</sup>

In *Tabella 5* è indicata la frequenza percentuale delle diverse tipologie dei veicoli sul totale dei mezzi commerciali, mentre in *Tabella 6* sono indicati i loro carichi per asse.

Nel caso in oggetto si è considerato lo spettro corrispondente ad una *Strada extraurbana principale e secondaria a FT* per l'Asse principale e le rampe (catalogate come di tipo B), ad una *Strada extraurbana secondaria – ordinaria* per la Dorsale Consortile (catalogata come strada di tipo C2) e ad una *Strada extraurbana secondaria – turistica* per la Strada di Accesso alla dorsale consortile (catalogata come strada di tipo F2).

Il coefficiente di equivalenza ( $C_{SN}$ ) tra l'asse  $i$ -esimo e l'asse singolo standard da 8,2 t = 80 kN utilizzato, è definito dalla seguente relazione:

$$C_{SNi} = C_{SN}(P_i, T_i, \Delta PSI) = 10^{-A}$$

<sup>6</sup> Tab.3 del Catalogo delle pavimentazioni stradali

<sup>7</sup> Tab.2 del Catalogo delle pavimentazioni stradali

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE

dove:

$$A = \left\{ 4,79 \cdot [\log(18 + 1) - \log(0,225 \cdot P_i + T_i)] + 4,33 \cdot \log T_i + \frac{G}{B_i} - \frac{G}{B^*} \right\}$$

$$G = \log \frac{\Delta PSI}{2,7}$$

$$B_i = 0,40 + \frac{0,081 \cdot (0,225 \cdot P_i + T_i)^{3,23}}{\left(\frac{SN}{2,54} + 1\right)^{5,19} \cdot T_i^{3,23}}$$

$B^*$  è il valore che  $B_i$  assume per gli assi da 8,2 ton che nel caso in questione è risultato essere:

- $B^* = 0,437$  per l'Asse principale e le rampe;
- $B^* = 0,586$  per la Dorsale Consortile e la Strada di Accesso alla dorsale consortile.

Tale calcolo ha restituito un coefficiente di equivalenza pari a:

- $C_{SN} = 2,05$  per l'Asse principale e le rampe;
- $C_{SN} = 2,10$  per la Dorsale Consortile;
- $C_{SN} = 1,43$  per la Strada di Accesso alla dorsale consortile.

Si riportano di seguito gli spettri di traffico utilizzati per il calcolo del coefficiente di equivalenza ( $C_{SN}$ ) nei tre casi in esame:

- Strada extraurbana principale e secondaria a FT (Asse principale e Rampe)

Tipo di veicolo	Spettro Veicoli %	P <sub>i</sub> (KN)	T <sub>i</sub>	B <sub>i</sub>	G	A <sub>i</sub>	C <sub>sn,i</sub>	n*C <sub>sn,i</sub>
1) Autocarri leggeri	0.0	10	1	0.400	-0.201	3.630	0.000	0.000
1) Autocarri leggeri	0.0	20	1	0.401	-0.201	2.537	0.003	0.000
2) Autocarri leggeri	13.1	15	1	0.400	-0.201	3.012	0.001	0.000
2) Autocarri leggeri	13.1	30	1	0.402	-0.201	1.825	0.015	0.002
3) Autocarri medi e pesanti	39.5	40	1	0.405	-0.201	1.298	0.050	0.020
3) Autocarri medi e pesanti	39.5	80	1	0.437	-0.201	0.000	1.000	0.395
4) Autocarri medi e pesanti	10.5	50	1	0.409	-0.201	0.881	0.131	0.014
4) Autocarri medi e pesanti	10.5	110	1	0.500	-0.201	-0.575	3.758	0.395
5) Autocarri pesanti	7.9	40	1	0.405	-0.201	1.298	0.050	0.004
5) Autocarri pesanti	7.9	160	2	0.437	-0.201	-0.138	1.376	0.109
6) Autocarri pesanti	2.6	60	1	0.416	-0.201	0.538	0.290	0.008
6) Autocarri pesanti	2.6	200	2	0.474	-0.201	-0.545	3.507	0.091
7) Autotreni e autoarticolati	2.6	40	1	0.405	-0.201	1.298	0.050	0.001
7) Autotreni e autoarticolati	2.6	90	1	0.454	-0.201	-0.216	1.646	0.043
7) Autotreni e autoarticolati	2.6	80	1	0.437	-0.201	0.000	1.000	0.026
7) Autotreni e autoarticolati	2.6	80	1	0.437	-0.201	0.000	1.000	0.026
8) Autotreni e autoarticolati	2.5	60	1	0.416	-0.201	0.538	0.290	0.007

PROGETTAZIONE ATI:

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE

8) Autotreni e autoarticolati	2.5	100	1	0.474	-0.201	-0.406	2.549	0.064
8) Autotreni e autoarticolati	2.5	100	1	0.474	-0.201	-0.406	2.549	0.064
8) Autotreni e autoarticolati	2.5	100	1	0.474	-0.201	-0.406	2.549	0.064
9) Autotreni e autoarticolati	2.6	40	1	0.405	-0.201	1.298	0.050	0.001
9) Autotreni e autoarticolati	2.6	160	2	0.437	-0.201	-0.138	1.376	0.036
9) Autotreni e autoarticolati	2.6	160	2	0.437	-0.201	-0.138	1.376	0.036
10) Autotreni e autoarticolati	2.5	60	1	0.416	-0.201	0.538	0.290	0.007
10) Autotreni e autoarticolati	2.5	180	2	0.454	-0.201	-0.355	2.264	0.057
10) Autotreni e autoarticolati	2.5	200	2	0.474	-0.201	-0.545	3.507	0.088
11) Autotreni e autoarticolati	2.6	40	1	0.405	-0.201	1.298	0.050	0.001
11) Autotreni e autoarticolati	2.6	100	1	0.474	-0.201	-0.406	2.549	0.066
11) Autotreni e autoarticolati	2.6	240	3	0.437	-0.201	-0.219	1.658	0.043
12) Autotreni e autoarticolati	2.6	60	1	0.416	-0.201	0.538	0.290	0.008
12) Autotreni e autoarticolati	2.6	110	1	0.500	-0.201	-0.575	3.758	0.098
12) Autotreni e autoarticolati	2.6	270	3	0.454	-0.201	-0.436	2.728	0.071
13) Mezzi d'opera	0.5	50	1	0.409	-0.201	0.881	0.131	0.001
13) Mezzi d'opera	0.5	120	1	0.531	-0.201	-0.726	5.318	0.027
13) Mezzi d'opera	0.5	390	3	0.568	-0.201	-1.081	12.058	0.060
14) Autobus	0.0	40	1	0.405	-0.201	1.298	0.050	0.000
14) Autobus	0.0	80	1	0.437	-0.201	0.000	1.000	0.000
15) Autobus	0.0	60	1	0.416	-0.201	0.538	0.290	0.000
15) Autobus	0.0	100	1	0.474	-0.201	-0.406	2.549	0.000
16) Autobus	10.5	50	1	0.409	-0.201	0.881	0.131	0.014
16) Autobus	10.5	80	1	0.437	-0.201	0.000	1.000	0.105
							<b>C<sub>SN</sub></b>	<b>2.05</b>

Tabella 13 - Tabella di calcolo coefficiente di conversione: Strada extraurbana principale e secondaria a FT

- Strada extraurbana secondaria – ordinaria (Dorsale Consortile)

Tipo di veicolo	Spettro Veicoli %	P <sub>i</sub> (KN)	T <sub>i</sub>	B <sub>i</sub>	G	A <sub>i</sub>	C <sub>sn,i</sub>	n*C <sub>sn,i</sub>
1) Autocarri leggeri	0.0	10	1	0.401	-0.201	3.514	0.000	0.000
1) Autocarri leggeri	0.0	20	1	0.403	-0.201	2.424	0.004	0.000
2) Autocarri leggeri	0.0	15	1	0.402	-0.201	2.897	0.001	0.000
2) Autocarri leggeri	0.0	30	1	0.410	-0.201	1.718	0.019	0.000
3) Autocarri medi e pesanti	58.8	40	1	0.423	-0.201	1.203	0.063	0.037
3) Autocarri medi e pesanti	58.8	80	1	0.586	-0.201	0.000	1.000	0.588
4) Autocarri medi e pesanti	29.4	50	1	0.445	-0.201	0.804	0.157	0.046
4) Autocarri medi e pesanti	29.4	110	1	0.897	-0.201	-0.514	3.263	0.959
5) Autocarri pesanti	0.0	40	1	0.423	-0.201	1.203	0.063	0.000
5) Autocarri pesanti	0.0	160	2	0.586	-0.201	-0.138	1.376	0.000
6) Autocarri pesanti	5.9	60	1	0.478	-0.201	0.484	0.328	0.019
6) Autocarri pesanti	5.9	200	2	0.770	-0.201	-0.499	3.154	0.186
7) Autotreni e autoarticolati	0.0	40	1	0.423	-0.201	1.203	0.063	0.000
7) Autotreni e autoarticolati	0.0	90	1	0.667	-0.201	-0.191	1.553	0.000
7) Autotreni e autoarticolati	0.0	80	1	0.586	-0.201	0.000	1.000	0.000
7) Autotreni e autoarticolati	0.0	80	1	0.586	-0.201	0.000	1.000	0.000
8) Autotreni e autoarticolati	2.8	60	1	0.478	-0.201	0.484	0.328	0.009
8) Autotreni e autoarticolati	2.8	100	1	0.770	-0.201	-0.360	2.293	0.064
8) Autotreni e autoarticolati	2.8	100	1	0.770	-0.201	-0.360	2.293	0.064
8) Autotreni e autoarticolati	2.8	100	1	0.770	-0.201	-0.360	2.293	0.064

PROGETTAZIONE ATI:

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE

9) Autotreni e autoarticolati	0.0	40	1	0.423	-0.201	1.203	0.063	0.000
9) Autotreni e autoarticolati	0.0	160	2	0.586	-0.201	-0.138	1.376	0.000
9) Autotreni e autoarticolati	0.0	160	2	0.586	-0.201	-0.138	1.376	0.000
10) Autotreni e autoarticolati	0.0	60	1	0.478	-0.201	0.484	0.328	0.000
10) Autotreni e autoarticolati	0.0	180	2	0.667	-0.201	-0.330	2.136	0.000
10) Autotreni e autoarticolati	0.0	200	2	0.770	-0.201	-0.499	3.154	0.000
11) Autotreni e autoarticolati	0.0	40	1	0.423	-0.201	1.203	0.063	0.000
11) Autotreni e autoarticolati	0.0	100	1	0.770	-0.201	-0.360	2.293	0.000
11) Autotreni e autoarticolati	0.0	240	3	0.586	-0.201	-0.219	1.658	0.000
12) Autotreni e autoarticolati	0.0	60	1	0.478	-0.201	0.484	0.328	0.000
12) Autotreni e autoarticolati	0.0	110	1	0.897	-0.201	-0.514	3.263	0.000
12) Autotreni e autoarticolati	0.0	270	3	0.667	-0.201	-0.411	2.574	0.000
13) Mezzi d'opera	0.2	50	1	0.445	-0.201	0.804	0.157	0.000
13) Mezzi d'opera	0.2	120	1	1.052	-0.201	-0.655	4.518	0.009
13) Mezzi d'opera	0.2	390	3	1.237	-0.201	-1.007	10.155	0.020
14) Autobus	0.0	40	1	0.423	-0.201	1.203	0.063	0.000
14) Autobus	0.0	80	1	0.586	-0.201	0.000	1.000	0.000
15) Autobus	0.0	60	1	0.478	-0.201	0.484	0.328	0.000
15) Autobus	0.0	100	1	0.770	-0.201	-0.360	2.293	0.000
16) Autobus	2.9	50	1	0.445	-0.201	0.804	0.157	0.005
16) Autobus	2.9	80	1	0.586	-0.201	0.000	1.000	0.029
							<b>C<sub>SN</sub></b>	<b>2.10</b>

Tabella 14 - Tabella di calcolo coefficiente di conversione: Strada extraurbana secondaria – ordinaria

- Strada extraurbana secondaria – turistica (Strada di accesso alla dorsale consortile)

Tipo di veicolo	Spettro Veicoli %	P <sub>i</sub> (KN)	T <sub>i</sub>	B <sub>i</sub>	G	A <sub>i</sub>	C <sub>sn,i</sub>	n*C <sub>sn,i</sub>
1) Autocarri leggeri	24.5	10	1	0.401	-0.201	3.514	0.000	0.000
1) Autocarri leggeri	24.5	20	1	0.403	-0.201	2.424	0.004	0.001
2) Autocarri leggeri	0.0	15	1	0.402	-0.201	2.897	0.001	0.000
2) Autocarri leggeri	0.0	30	1	0.410	-0.201	1.718	0.019	0.000
3) Autocarri medi e pesanti	40.8	40	1	0.423	-0.201	1.203	0.063	0.026
3) Autocarri medi e pesanti	40.8	80	1	0.586	-0.201	0.000	1.000	0.408
4) Autocarri medi e pesanti	16.3	50	1	0.445	-0.201	0.804	0.157	0.026
4) Autocarri medi e pesanti	16.3	110	1	0.897	-0.201	-0.514	3.263	0.532
5) Autocarri pesanti	0.0	40	1	0.423	-0.201	1.203	0.063	0.000
5) Autocarri pesanti	0.0	160	2	0.586	-0.201	-0.138	1.376	0.000
6) Autocarri pesanti	4.15	60	1	0.478	-0.201	0.484	0.328	0.014
6) Autocarri pesanti	4.15	200	2	0.770	-0.201	-0.499	3.154	0.131
7) Autotreni e autoarticolati	0.0	40	1	0.423	-0.201	1.203	0.063	0.000
7) Autotreni e autoarticolati	0.0	90	1	0.667	-0.201	-0.191	1.553	0.000
7) Autotreni e autoarticolati	0.0	80	1	0.586	-0.201	0.000	1.000	0.000
7) Autotreni e autoarticolati	0.0	80	1	0.586	-0.201	0.000	1.000	0.000
8) Autotreni e autoarticolati	2.0	60	1	0.478	-0.201	0.484	0.328	0.007
8) Autotreni e autoarticolati	2.0	100	1	0.770	-0.201	-0.360	2.293	0.046
8) Autotreni e autoarticolati	2.0	100	1	0.770	-0.201	-0.360	2.293	0.046
8) Autotreni e autoarticolati	2.0	100	1	0.770	-0.201	-0.360	2.293	0.046
9) Autotreni e autoarticolati	0.0	40	1	0.423	-0.201	1.203	0.063	0.000
9) Autotreni e autoarticolati	0.0	160	2	0.586	-0.201	-0.138	1.376	0.000
9) Autotreni e autoarticolati	0.0	160	2	0.586	-0.201	-0.138	1.376	0.000
10) Autotreni e autoarticolati	0.0	60	1	0.478	-0.201	0.484	0.328	0.000

PROGETTAZIONE ATI:

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE

10) Autotreni e autoarticolati	0.0	180	2	0.667	-0.201	-0.330	2.136	0.000	
10) Autotreni e autoarticolati	0.0	200	2	0.770	-0.201	-0.499	3.154	0.000	
11) Autotreni e autoarticolati	0.0	40	1	0.423	-0.201	1.203	0.063	0.000	
11) Autotreni e autoarticolati	0.0	100	1	0.770	-0.201	-0.360	2.293	0.000	
11) Autotreni e autoarticolati	0.0	240	3	0.586	-0.201	-0.219	1.658	0.000	
12) Autotreni e autoarticolati	0.0	60	1	0.478	-0.201	0.484	0.328	0.000	
12) Autotreni e autoarticolati	0.0	110	1	0.897	-0.201	-0.514	3.263	0.000	
12) Autotreni e autoarticolati	0.0	270	3	0.667	-0.201	-0.411	2.574	0.000	
13) Mezzi d'opera	0.05	50	1	0.445	-0.201	0.804	0.157	0.000	
13) Mezzi d'opera	0.05	120	1	1.052	-0.201	-0.655	4.518	0.002	
13) Mezzi d'opera	0.05	390	3	1.237	-0.201	-1.007	10.155	0.005	
14) Autobus	0.0	40	1	0.423	-0.201	1.203	0.063	0.000	
14) Autobus	0.0	80	1	0.586	-0.201	0.000	1.000	0.000	
15) Autobus	0.0	60	1	0.478	-0.201	0.484	0.328	0.000	
15) Autobus	0.0	100	1	0.770	-0.201	-0.360	2.293	0.000	
16) Autobus	12.2	50	1	0.445	-0.201	0.804	0.157	0.019	
16) Autobus	12.2	80	1	0.586	-0.201	0.000	1.000	0.122	
								<b>C<sub>SN</sub></b>	<b>1.43</b>

Tabella 15 - Tabella di calcolo coefficiente di conversione: Strada extraurbana secondaria – turistica

#### 11.4. CALCOLO DEL NUMERO DI VEICOLI TRANSITANTI DURANTE LA VITA UTILE

Il numero di passaggi di assi equivalenti  $N_{8,2}$  previsti nella vita utile è stato calcolato come:

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

dove:

$C_{SN}$  = coefficiente di equivalenza tra l'asse i-esimo e l'asse singolo standard da 8,2t= 80 kN;

$T^N$  =  $n^\circ$  di veicoli commerciali transitanti, nell'arco della vita utile di N anni, sulla pavimentazione (o meglio sulla corsia più caricata), valutato con la seguente relazione:

$$T^N = n_{vca} \cdot [(1+r)^N - 1] / r \cdot 365 \quad (\text{veic/N})$$

essendo:

r = tasso di incremento annuo del traffico commerciale;

N = vita utile della pavimentazione;

$$n_{vca} = TGM_{TOT} \cdot p_{sm} \cdot p_c \cdot p_{corsia}$$

Si riporta di seguito la sintesi tabellare dei dati di progetto nei due casi analizzati e i valori del numero di passaggi di assi equivalenti  $N_{8,2}$  ottenuti:

- Asse principale e Rampe

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE

TGM <sub>tot</sub> veicoli/gg	<b>9,965</b>
N (Vita utile)	20
R % (tasso incremento annuo traffico commerciale)	2
p <sub>sm</sub> % (traffico per senso di marcia)	50
p <sub>c</sub> % (veicoli commerciali)	8.90
p <sub>corsia</sub> % (veicoli commerciali sulla corsia di calcolo)	100
numero giorni di riferimento TGM	365
n <sub>vca</sub> Numero veicoli/anno sulla corsia più carica	443.33
T <sup>20</sup>	<b>3,931,711</b>

Numero di passaggi di assi equivalenti previsti nella vita utile	
N <sub>8,2</sub> =T <sub>20</sub> *C <sub>SN</sub>	<b>8,055,327</b>

- *Dorsale Consortile*

DATI DI TRAFFICO	
TGM <sub>tot</sub> veicoli/gg	<b>10,345</b>
N (Vita utile)	20
R % (tasso incremento annuo traffico commerciale)	3
p <sub>sm</sub> % (traffico per senso di marcia)	50
p <sub>c</sub> % (veicoli commerciali)	15.50
p <sub>corsia</sub> % (veicoli commerciali sulla corsia di calcolo)	100
numero giorni di riferimento TGM	365
n <sub>vca</sub> Numero veicoli/anno sulla corsia più carica	801.72
T <sup>20</sup>	<b>7,863,059</b>

Numero di passaggi di assi equivalenti previsti nella vita utile	
N <sub>8,2</sub> =T <sub>20</sub> *C <sub>SN</sub>	<b>16,517,589</b>

- *Strada di accesso alla dorsale consortile*

DATI DI TRAFFICO	
TGM <sub>tot</sub> veicoli/gg	<b>7,806</b>
N (Vita utile)	20
R % (tasso incremento annuo traffico commerciale)	3
p <sub>sm</sub> % (traffico per senso di marcia)	50
p <sub>c</sub> % (veicoli commerciali)	15.00
p <sub>corsia</sub> % (veicoli commerciali sulla corsia di calcolo)	100
numero giorni di riferimento TGM	365
n <sub>vca</sub> Numero veicoli/anno sulla corsia più carica	585.46
T <sup>20</sup>	<b>5,742,000</b>

Numero di passaggi di assi equivalenti previsti nella vita utile	
N <sub>8,2</sub> =T <sub>20</sub> *C <sub>SN</sub>	<b>8,206,183</b>

PROGETTAZIONE ATI:

### 11.5. CALCOLO DEL TRAFFICO COMMERCIALE SOPPORTABILE

Si è inoltre calcolato il numero di passaggi dei veicoli commerciali che la sovrastruttura proposta garantisce nell'arco della sua vita utile (20 anni), dividendo il valore di traffico equivalente sopportabile calcolato precedentemente per il coefficiente di equivalenza, ottenendo:

- *Asse principale e Rampe*

Numero di passaggi veicoli commerciali sopportabili	
$T^{20}=N_{8,2}/C_{SN}$	<b>96,525,790</b>

- *Dorsale Consortile*

Numero di passaggi veicoli commerciali sopportabili	
$T^{20}=N_{8,2}/C_{SN}$	<b>8,780,578</b>

- *Strada di accesso alla dorsale consortile*

Numero di passaggi veicoli commerciali sopportabili	
$T^{20}=N_{8,2}/C_{SN}$	<b>20,190,991</b>

### 11.6. VERIFICA DELLA PAVIMENTAZIONE

In conclusione le pavimentazioni proposte sono in grado di sopportare con il decadimento ammesso un numero di assi equivalenti pari a:

- **$W_{8,2} = 197.762.950 > N_{8,2} = 8.055.327$**  (= numero effettivo di passaggi di assi equivalenti previsti durante la vita utile) nel caso dell'*Asse principale* e delle *Rampe*. Dunque **la verifica risulta soddisfatta con un fattore di sicurezza pari a 24,55.**

Numero di passaggi di assi equivalenti previsti nella vita utile	
$N_{8,2}=T_{20} \cdot C_{SN}$	<b>8,055,327</b>

Numero di passaggi di assi equivalenti sopportabili	
$W_{8,2}$	<b>197,762,950</b>

Coefficiente di sicurezza FS =  $W_{8,2}/N_{8,2} = 24.55$

VERIFICATO

- **$W_{8,2} = 18.444.981 > N_{8,2} = 16.517.589$**  (= numero effettivo di passaggi di assi equivalenti previsti durante la vita utile) nel caso della *Dorsale Consortile*. Dunque **la verifica risulta soddisfatta con un fattore di sicurezza pari a 1,1.**

Numero di passaggi di assi equivalenti previsti nella vita utile	
$N_{8,2}=T_{20} \cdot C_{SN}$	<b>16,517,589</b>

Numero di passaggi di assi equivalenti sopportabili	
$W_{8,2}$	<b>18,444,981</b>

Coefficiente di sicurezza FS =  $W_{8,2}/N_{8,2} = 1.12$

VERIFICATO

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE

- $W_{8.2} = 28.855.965 > N_{8.2} = 8.206.183$  (= numero effettivo di passaggi di assi equivalenti previsti durante la vita utile) nel caso della Strada di Accesso alla *dorsale consortile*. Dunque la **verifica risulta soddisfatta con un fattore di sicurezza pari a 3,52**.

Numero di passaggi di assi equivalenti previsti nella vita utile	
$N_{8.2} = T_{20} \cdot C_{SN}$	8,206,183
Numero di passaggi di assi equivalenti sopportabili	
$W_{8.2}$	28,855,965

Coefficiente di sicurezza FS =  $W_{8.2}/N_{8.2} = 3.52$

VERIFICATO

## 12. BARRIERE DI SICUREZZA

Le barriere di sicurezza stradali da introdurre lungo la viabilità in progetto sono state individuate sulla base di quanto previsto dal DM 18 feb 1992, n.223 e s.m.i. e, in particolare, con quanto contenuto nell'ultimo aggiornamento del 21 giugno 2004.

Il posizionamento dei dispositivi di ritenuta tiene conto delle caratteristiche geometriche della sede stradale, della loro compatibilità con gli spazi disponibili e dei vincoli esistenti.

In particolare, le barriere sono state previste nei seguenti casi:

- Sui margini di tutte le opere d'arte all'aperto, indipendentemente dalla loro estensione longitudinale;
- Sul margine laterale stradale nelle sezioni in rilevato dove il dislivello tra colmo dell'arginello ed il piano di campagna è maggiore o uguale a 1.00 m;
- In corrispondenza di ostacoli fissi frontali o laterali.

Si evidenzia che la scelta delle barriere di sicurezza deve essere comunque eseguita considerando soltanto i dispositivi che risultano essere stati sottoposti a prove di crash-test secondo le norme UNI EN 1317.

Le tipologie di barriere di sicurezza sono state definite in conformità ai parametri indicati nella normativa nazionale, ovvero il *Tipo di traffico* (funzione del TGM e della % di veicoli di massa > 3.5 ton), *Tipo di strada* e *Destinazione della barriera*:

Tipo traffico	TGM	% Veicoli con massa > 3,5t
I	≤1000	Qualsiasi
I	>1000	≤5
II	>1000	5 < n ≤ 15
III	>1000	>15

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE

Tipo di strade	Traffico	Destinazione barriere			
		barriere spartitraffico a <sup>(1)</sup>	barriere bordo laterale b	barriere bordo ponte c <sup>(2)</sup>	attenuatori d
Autostrade (A) e strade extraurbane principali (B)	I	H2	H1	H2	TC1 o TC2 secondo velocità ≤ oppure > di 80 Km/h (art. 6)
	II	H3	H2	H3	
	III	H3-H4 (3)	H2-H3(3)	H4	
Strade extraurbane secondarie (C) e Strade urbane di scorrimento (D)	I	H1	N2	H2	
	II	H2	H1	H2	
	III	H2	H2	H3	
Strade urbane di quartiere (E) e Strade locali (F)	I	N2	N1	H2	
	II	H1	N2	H2	
	III	H1	H1	H2	

Lungo l'**asse principale** in progetto (strada di categoria B) il traffico di riferimento (TGM), come precedentemente indicato, è maggiore di 1000 con una percentuale di veicoli pesanti pari al 8.90%, pertanto, ai sensi dell'art.6 del citato DM, il traffico di progetto rientra nella categoria "tipo II".

Per le **strade secondarie interferite** il traffico di riferimento (TGM) è, anche in questo caso, maggiore di 1000 mentre, per quanto concerne la percentuale di veicoli pesanti, si è assunto un valore maggiore del 15,5% per la *Dorsale Consortile* (strada di categoria C2) e un valore minore del 15% per la *Strada di Accesso alla dorsale consortile* (strada di categoria F2), a cui si associa rispettivamente un traffico di "tipo III" e un traffico di "tipo II".

Secondo quanto sopra esposto si ritiene corretto e ammissibile prevedere l'installazione dei dispositivi di ritenuta di seguito descritti.

Asse principale e Rampe:

- Barriera di sicurezza metallica bordo laterale Tipo ANAS con livello di contenimento H2 e larghezza operativa W5 (WN≤1.7);
- Barriera di sicurezza metallica spartitraffico Tipo ANAS con livello di contenimento H3 e larghezza operativa W5 (WN≤1.7);
- Barriera di sicurezza metallica bordo ponte Tipo ANAS con livello di contenimento H3 e larghezza operativa W5 (WN≤1.7) a protezione delle opere d'arte presenti;
- Barriera di sicurezza metallica bordo ponte Tipo ANAS con livello di contenimento H3 e larghezza operativa W5 (WN≤1.7) con rete antilancio integrata da installare lungo il viadotto che scavalca l'asse principale all'interno dello svincolo Casic-Capoterra, lungo il viadotto e l'opera a farfalla che scavalcano il fascio tubiero dell'oleodotto e, infine a protezione della Strada di Accesso alla dorsale consortile che sottopassano l'asse principale.

Lungo la carreggiata in direzione Sud nel tratto in approccio allo svincolo Inceneritore – Casic della Dorsale Consortile, al fine di garantire adeguate condizioni di visibilità per il cambio corsia dei veicoli in uscita dall'asse principale, si prevede la realizzazione di un allargamento del ciglio destro della corsia di diversione tramite la realizzazione di un rilevato con scarpata di pendenza ridotta 1/4, tale da costituire una "clear zone" per l'eventuale fuoriuscita dei veicoli in cui è possibile

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE

omettere l'installazione di barriera di sicurezza garantendo, in tal modo, uno spazio libero da ostacoli alla visibilità pari ad almeno 15m.

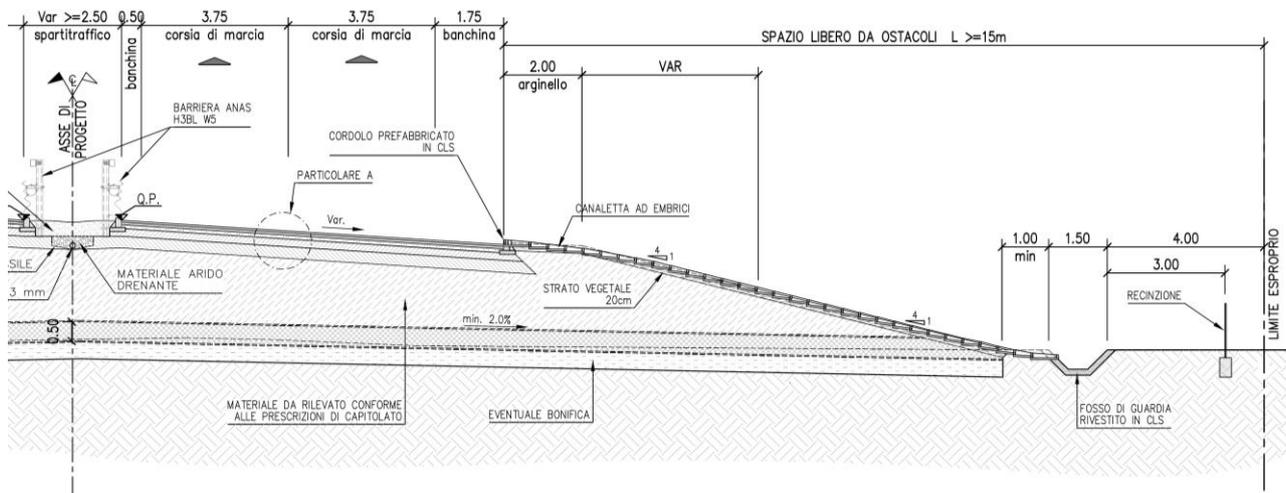


Figura 29 – “Clear zone” per l’eventuale fuoriuscita dei veicoli in approccio alla corsia di diversione dall’asse principale

Viabilità secondarie interferite:

*Dorsale Consortile:*

- Barriera di sicurezza metallica bordo laterale di tipo “commerciale” con livello di contenimento H2 e larghezza operativa W5 ( $WN \leq 1.7$ ).

*Strada di Accesso alla dorsale consortile:*

- Barriera di sicurezza metallica bordo laterale di tipo “commerciale” con livello di contenimento N2 e larghezza operativa W4 ( $WN \leq 1.3$ ).

Nei punti di inizio e fine barriera è stato previsto l'utilizzo di idonei dispositivi terminali semplici; nel passaggio tra barriere bordo ponte e bordo rilevato si prevede di garantirne la continuità strutturale tramite una transizione appositamente progettata di sviluppo almeno pari a 12.5 volte la differenza tra le deformazioni dinamiche delle due barriere accoppiate tenendo debitamente in conto dei moduli minimi di costruzione.

In ottemperanza a quanto previsto dalla normativa vigente, nel caso in cui la lunghezza della barriera bordo ponte installata è inferiore a quella effettivamente testata occorrerà raggiungere l'estensione minima attraverso l'installazione di un tratto di dispositivo diverso, ma di pari classe.

Infine, si prevede l'installazione di appositi **attenuatori d'urto** nei punti di cambio di direzione o di uscita, ovvero in presenza di “cuspidi” intese come divergenza tra due rami percorsi nello stesso verso.

Gli attenuatori d'urto da installare sono stati individuati in conformità a quanto contenuto nell'art. 6 del D.M. 21.6.2004, che definisce la classe minima di attenuatore da adottare in funzione della sola velocità imposta nella strada da cui diverge la rampa.

In particolare si prevede l'installazione di:

PROGETTAZIONE ATI:

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE

- Attenuatore di Classe 80 (per Velocità  $90 \leq V \leq 130$  km/h) nei punti di uscita dall'asse principale;
- Attenuatore di Classe 50 (per Velocità  $V < 90$  km/h) nei punti di uscita dalle rampe.

L'ubicazione, la tipologia e l'estensione dei dispositivi installati sono riportati negli specifici elaborati riguardanti le planimetrie delle barriere di sicurezza.

### **13. SEGNALETICA VERTICALE E ORIZZONTALE**

Il progetto della segnaletica stradale ha per oggetto la definizione e il posizionamento di tutti gli elementi orizzontali (strisce di delimitazione della carreggiata, delle corsie, ecc.) o verticali (cartelli di pericolo e prescrizione, pannelli laterali o a portale di indicazione) di ausilio agli utenti stradali per una corretta e sicura fruizione del tratto autostradale.

La progettazione della segnaletica è stata redatta in conformità alle normative vigenti di seguito elencate:

- Nuovo Codice della Strada di cui al D.lgs. n. 285 del 30 aprile 1992 e successivi aggiornamenti ed integrazioni;
- Regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada di cui al D.P.R. n. 495 del 16 dicembre 1992;
- Direttiva n. 1156 del 28 febbraio 1997 "Caratteristiche della segnaletica da utilizzare per la numerazione dei cavalcavia sulle autostrade e sulle strade statali di rilevanza internazionale".

La **segnaletica orizzontale** costituita da strisce rifrangenti longitudinali o trasversali rette o curve, semplici o affiancate, continue o discontinue, così come riportato nelle tavole di progetto, sarà eseguita con termospruzzato plastico premiscelato con perline di vetro e avranno caratteristiche fotometriche, colorimetriche e di resistenza al derapaggio conformi alle prescrizioni generali previste dalla norma UNI EN 1436/98 e a quanto riportato nelle norme tecniche del capitolato speciale d'appalto.

La **segnaletica verticale** prevede segnali di precedenza, pericolo, divieto e obbligo conformi alla Normativa di riferimento e comunque con criteri che, in relazione alla condizione locale, garantiscano la chiarezza di percettibilità e inducano l'utenza ad un comportamento consono all'ambiente stradale.

È previsto l'impiego di segnali in alluminio, conforme alla Direttiva Ministeriale 4867/RU del 05/08/2013, con pellicola di classe RA2 di diametro/lato pari a 60 cm per la viabilità secondaria e 90 cm per la viabilità principale la cui tipologia, numero e ubicazione è indicata nelle tavole di progetto.

La pellicola dovrà inoltre essere marcata CE: i) se con tecnologia a microsferi, ai sensi della UNI EN 12899-1; ii) se con tecnologia a microprismi, ai sensi della UNI 11480 da parte degli Organismi europei preposti, di opportuni Benestare Tecnici Europei o Valutazioni Tecniche Europee (ETA) di pertinenza, che ne definiscono le prestazioni.

PROGETTAZIONE ATI:

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – RELAZIONE TECNICA STRADALE

Il segnale dovrà avere classe prestazionale minima per la spinta del vento pari a WL7 e il pannello dovrà essere marcato CE ai sensi della UNI EN 12899-1.

L'ubicazione e la tipologia della segnaletica orizzontale e verticale è riportata negli specifici elaborati riguardanti le planimetrie della segnaletica.

PROGETTAZIONE ATI:

**ALLEGATI**

**REPORT VERIFICHE PLANIMETRICHE ED ALTIMETRICHE TRACCIATI DI PROGETTO**

PROGETTAZIONE ATI:

## VERIFICHE PLANO-ALTIMETRICHE

Per l'infrastruttura in progetto gli esiti delle verifiche planimetriche ed altimetriche dei tracciati vanno analizzati tenendo conto dell'influenza esercitata dalla presenza del fascio tubiero dell'oleodotto esistente e dalla necessità di raccordo alle viabilità esistenti riducendo quanto più possibile l'occupazione di aree private.

In linea generale, le verifiche altimetriche e planimetriche di carattere dinamico eseguite sui tracciati di progetto risultano sempre soddisfatte, ad eccezione del criterio del contraccollo relativo alla clotoide in entrata (prog. 0+01.915) costituente il flesso planimetrico interposto tra le due curve circolari discordi (di raggio 67.54m e 100m) componenti il tracciato della Rampa D; in questo caso, infatti, il parametro adottato per la clotoide  $A=67,53m$  risulta, seppur di poco, inferiore al valore minimo  $A_{min}=67,80m$  richiesto dalla norma, tuttavia la geometria proposta risulta l'unica compatibile con i vincoli imposti in termini di quote altimetriche per i punti di inizio e fine tracciato rappresentate dalle quote di innesto sull'asse principale e di raccordo con la Rampa C e la Rampa Bidirezionale.

Inoltre, in alcuni casi non risultano soddisfatte le verifiche planimetriche di carattere geometrico/percettivo degli elementi del tracciato quali il raggio minimo delle curve circolari basato sulla lunghezza del rettilo (D.M. 05.11.2001:  $R > L_r$  per  $L_r < 300m$ ;  $R > 400m$  per  $L_r > 300m$ ), nonché lo sviluppo minimo dei rettili e delle curve circolari di inizio e/o fine tracciato, tuttavia in quest'ultimo caso le verifiche non sono significative, in quanto si tratta di rettili e curve circolari di sviluppo ridotto perché troncate in approccio alla viabilità esistente.

Nei tratti di tracciato ove le verifiche planimetriche degli elementi non risultano soddisfatte si prevede un rafforzamento della segnaletica stradale quale misura integrativa di sicurezza.

Si riportano di seguito i report delle verifiche plano-altimetriche effettuate.

PROGETTAZIONE ATI:

## VERIFICHE PLANIMETRICHE

### Asse Principale

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	Vp Max [km/h]	Verifica	A <= R	A >= R/3 Ottico	A>=A Sovrap longitudinale	A>=A contraccollo	A/Au <= 3/2	A/Au >= 2/3	Ae/A <= 3/2	Ae/A >= 2/3	L <= Lmax	
RETTIFILO	5216.416	5219.814	3.398					-2.500	-2.500	120.000	NO									3.398 <= 2640.000	
ARCO	5219.814	5507.171	287.356		7500.000	7500.000	Sx	-2.500	-2.500	120.000	OK										
RETTIFILO	5507.171	5822.083	314.912					-2.500	-2.500	120.000	OK										314.912 <= 2640.000
CLOTOIDE	5822.083	5963.203	141.120	420.000		1250.000	Dx			120.000	OK	420.0 <= 1250.0	420.0 >= 416.7	420.0 >= 244.7	420.0 >= 258.7	1.00 <= 1.50	1.00 >= 0.67				
ARCO	5963.203	6327.649	364.447		1250.000	1250.000	Dx	-4.684	4.684	120.000	OK										
CLOTOIDE	6327.649	6468.769	141.120	420.000	1250.000		Dx			120.000	OK	420.0 <= 1250.0	420.0 >= 416.7	420.0 >= 244.7	420.0 >= 258.7			1.00 <= 1.50	1.00 >= 0.67		
RETTIFILO	6468.769	6735.625	266.855					-2.500	-2.500	120.000	OK										266.855 <= 2640.000
ARCO	6735.625	6830.276	94.651		7500.000	7500.000	Sx	-2.500	-2.500	120.000	OK										
RETTIFILO	6830.276	7226.823	396.547					-2.500	-2.500	120.000	OK										396.547 <= 2640.000
ARCO	7226.823	7453.551	226.728		7500.000	7500.000	Dx	-2.500	-2.500	120.000	OK										
RETTIFILO	7453.551	7604.118	150.567					-2.500	-2.500	120.000	NO										150.567 <= 2640.000
CLOTOIDE	7604.118	7804.118	200.000	600.000		1800.000	Dx			120.000	OK	600.0 <= 1800.0	600.0 >= 600.0	600.0 >= 273.0	600.0 >= 266.9	1.00 <= 1.50	1.00 >= 0.67				
ARCO	7804.118	7981.660	177.541		1800.000	1800.000	Dx	-3.709	3.709	120.000	OK										
CLOTOIDE	7981.660	8181.660	200.000	600.000	1800.000		Dx			120.000	OK	600.0 <= 1800.0	600.0 >= 600.0	600.0 >= 273.0	600.0 >= 266.9			1.00 <= 1.50	1.00 >= 0.67		
RETTIFILO	8181.660	8190.500	8.840					-2.500	-2.500	120.000	OK										8.840 <= 2640.000
CLOTOIDE	8190.500	8335.955	145.455	400.000		1100.000	Sx			120.000	OK	400.0 <= 1100.0	400.0 >= 366.7	400.0 >= 235.8	400.0 >= 257.0	0.89 <= 1.50	0.89 >= 0.67				
ARCO	8335.955	8977.671	641.716		1100.000	1100.000	Sx	5.083	-5.083	120.000	OK										
CLOTOIDE	8977.671	9161.762	184.091	450.000	1100.000		Sx			120.000	OK	450.0 <= 1100.0	450.0 >= 366.7	450.0 >= 235.8	450.0 >= 257.0			0.89 <= 1.50	0.89 >= 0.67		
RETTIFILO	9161.762	9418.692	256.930					-2.500	-2.500	120.000	OK										256.930 <= 2640.000
CLOTOIDE	9418.692	9541.136	122.445	367.000		1100.000	Dx			120.000	OK	367.0 <= 1100.0	367.0 >= 366.7	367.0 >= 235.8	367.0 >= 257.0	1.00 <= 1.50	1.00 >= 0.67				
ARCO	9541.136	10162.114	620.978		1100.000	1100.000	Dx	-5.083	5.083	120.000	OK										
CLOTOIDE	10162.114	10284.559	122.445	367.000	1100.000		Dx			120.000	OK	367.0 <= 1100.0	367.0 >= 366.7	367.0 >= 235.8	367.0 >= 257.0			1.00 <= 1.50	1.00 >= 0.67		
RETTIFILO	10284.559	10302.535	17.977					-2.500	-2.500	120.000	NO										17.977 <= 2640.000

PROGETTAZIONE ATI:

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA- PARTE GENERALE- RELAZIONE TECNICA STRADALE

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	Vp Max [km/h]	Verifica	L >= Lmin	R >= Rmin	R > RminRet	R >= RminRet	Rprec > Rmin	Rprec >= Rmin	Rsucc > Rmin	Rsucc >= Rmin	Sv >= Smin	
RETTIFILO	5216.416	5219.814	3.398					-2.500	-2.500	120.000	NO	3.398 > 250.000						7500.00 > 3.40			
ARCO	5219.814	5507.171	287.356		7500.000	7500.000	Sx	-2.500	-2.500	120.000	OK		7500.000 >= 175.376								287.36 >= 83.33
RETTIFILO	5507.171	5822.083	314.912					-2.500	-2.500	120.000	OK	314.912 > 250.000					7500.00 >= 400.00			1250.00 >= 400.00	
CLOTOIDE	5822.083	5963.203	141.120	420.000		1250.000	Dx			120.000	OK										
ARCO	5963.203	6327.649	364.447		1250.000	1250.000	Dx	-4.684	4.684	120.000	OK		1250.000 >= 175.376								364.45 >= 83.33
CLOTOIDE	6327.649	6468.769	141.120	420.000	1250.000					120.000	OK										
RETTIFILO	6468.769	6735.625	266.855					-2.500	-2.500	120.000	OK	266.855 > 250.000				1250.00 > 266.86			7500.00 > 266.86		
ARCO	6735.625	6830.276	94.651		7500.000	7500.000	Sx	-2.500	-2.500	120.000	OK		7500.000 >= 175.376				7500.00 >= 400.00				94.65 >= 83.33
RETTIFILO	6830.276	7226.823	396.547					-2.500	-2.500	120.000	OK	396.547 > 250.000					7500.00 >= 400.00			7500.00 >= 400.00	
ARCO	7226.823	7453.551	226.728		7500.000	7500.000	Dx	-2.500	-2.500	120.000	OK		7500.000 >= 175.376								226.73 >= 83.33
RETTIFILO	7453.551	7604.118	150.567					-2.500	-2.500	120.000	NO	150.567 > 250.000				7500.00 > 150.57			1800.00 > 150.57		
CLOTOIDE	7604.118	7804.118	200.000	600.000		1800.000	Dx			120.000	OK										
ARCO	7804.118	7981.660	177.541		1800.000	1800.000	Dx	-3.709	3.709	120.000	OK		1800.000 >= 175.376	1800.00 > 150.57							177.54 >= 83.33
CLOTOIDE	7981.660	8181.660	200.000	600.000	1800.000					120.000	OK										
RETTIFILO	8181.660	8190.500	8.840					-2.500	-2.500	120.000	OK					1800.00 > 8.84			1100.00 > 8.84		
CLOTOIDE	8190.500	8335.955	145.455	400.000		1100.000	Sx			120.000	OK										
ARCO	8335.955	8977.671	641.716		1100.000	1100.000	Sx	5.083	-5.083	120.000	OK		1100.000 >= 175.376	1100.00 > 256.93							641.72 >= 83.33
CLOTOIDE	8977.671	9161.762	184.091	450.000	1100.000					120.000	OK										
RETTIFILO	9161.762	9418.692	256.930					-2.500	-2.500	120.000	OK	256.930 > 250.000				1100.00 > 256.93			1100.00 > 256.93		
CLOTOIDE	9418.692	9541.136	122.445	367.000		1100.000	Dx			120.000	OK										
ARCO	9541.136	10162.114	620.978		1100.000	1100.000	Dx	-5.083	5.083	120.000	OK		1100.000 >= 175.376	1100.00 > 256.93							620.98 >= 83.33
CLOTOIDE	10162.114	10284.559	122.445	367.000	1100.000					120.000	OK										
RETTIFILO	10284.559	10302.535	17.977					-2.500	-2.500	120.000	NO	17.977 > 250.000				1100.00 > 17.98					

Sv. Casic-Capoterra – Rampa A

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	Vp Max [km/h]	Verifica	A <= R	A >= R/3 Ottico	A>=A Sovrap longitudinale	A>=A contraccollo	A/Au <= 3/2	A/Au >= 2/3	L <= Lmax	L >= Lmin	R > RminRet	
RETTIFILO	0.000	32.674	32.674					-2.500	-2.500	60.000	NO							32.674 <= 1320.000	32.674 > 50.000		
CLOTOIDE	32.674	113.674	81.000	90.000		100.000	Dx			60.000	OK	90.0 <= 100.0	90.0 >= 33.3	90.0 >= 56.3	90.0 >= 60.5	1.20 <= 1.50	1.20 >= 0.67				
ARCO	113.674	147.138	33.465		100.000	100.000	Dx	-7.000	7.000	56.100	NO									100.00 > 32.67	
CLOT. FLESSO E	147.138	203.388	56.250	75.000	100.000		Dx			60.000	OK	75.0 <= 100.0	75.0 >= 33.3	75.0 >= 48.3	75.0 >= 64.4						
CLOT. FLESSO U	203.388	271.708	68.320	68.330		68.340	Sx			60.000	OK	68.3 <= 68.3	68.3 >= 22.8	68.3 >= 39.9	68.3 >= 67.7						
ARCO	271.708	271.711	0.003		68.340	68.340	Sx	7.000	-7.000	47.890	NO										

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	Vp Max [km/h]	Verifica	A1/A2 <= 3/2	A1/A2 >= 2/3	Ae/A <= 3/2	Ae/A >= 2/3	R >= Rmin	R <= Rmaxp	R <= Rmaxs	R >= Rminp	R >= Rmins	Sv >= Smin	
RETTIFILO	0.000	32.674	32.674					-2.500	-2.500	60.000	NO											
CLOTOIDE	32.674	113.674	81.000	90.000		100.000	Dx			60.000	OK											
ARCO	113.674	147.138	33.465		100.000	100.000	Dx	-7.000	7.000	56.100	NO					100.000 >= 44.994		100.00 <= 120.00		100.00 >= 40.00	33.46 >= 38.96	
CLOT. FLESSO E	147.138	203.388	56.250	75.000	100.000		Dx			60.000	OK	1.10 <= 1.50	1.10 >= 0.67	1.20 <= 1.50	1.20 >= 0.67							
CLOT. FLESSO U	203.388	271.708	68.320	68.330		68.340	Sx			60.000	OK	1.10 <= 1.50	1.10 >= 0.67									
ARCO	271.708	271.711	0.003		68.340	68.340	Sx	7.000	-7.000	47.890	NO					68.340 >= 44.994	68.34 <= 150.00		68.34 >= 50.00		0.00 >= 33.26	

PROGETTAZIONE ATI:

**Sv. Casic-Capoterra – Rampa B**

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	Vp Max [km/h]	Verifica	A <= R	A >= R/3 Ottico	A>=A Sovrap longitudinale	A>=A contraccollo	L <= Lmax	L >= Lmin	R >= Rmin	R > RminRet	Sv >= Smin
ARCO	0.000	126.301	126.301		59.800	59.800	Dx	-7.000	7.000	45.250	NO							59.800 >= 44.994	59.80 > 73.68	126.30 >= 31.42
CLOTOIDE	126.301	182.349	56.048	57.894	59.800		Dx			56.292	OK	57.9 <= 59.8	57.9 >= 19.9	57.9 >= 42.2	57.9 >= 57.4					
RETTIFILO	182.349	256.025	73.676					-2.500	-2.500	60.000	OK					73.676 <= 1320.000	73.676 > 50.000			

**Sv. Casic-Capoterra – Rampa C**

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	Vp Max [km/h]	Verifica	A <= R	A >= R/3 Ottico	A>=A Sovrap longitudinale	A>=A contraccollo	L <= Lmax	L >= Lmin	R >= Rmin	R > RminRet	Sv >= Smin
RETTIFILO	0.000	69.213	69.213					-2.500	-2.500	60.000	OK					69.213 <= 1320.000	69.213 > 50.000			
CLOTOIDE	69.213	128.213	59.000	59.000	59.000		Dx			56.643	OK	59.0 <= 59.0	59.0 >= 19.7	59.0 >= 42.0	59.0 >= 58.4					
ARCO	128.213	249.572	121.359		59.000	59.000	Dx	-7.000	7.000	44.990	NO							59.000 >= 44.994	59.00 > 69.21	121.36 >= 31.24

**Sv. Casic-Capoterra – Rampa D**

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	Vp Max [km/h]	Verifica	A <= R	A >= R/3 Ottico	A>=A Sovrap longitudinale	A>=A contraccollo	A/Au <= 3/2	A/Au >= 2/3	A1/A2 <= 3/2	A1/A2 >= 2/3	Ae/A <= 3/2	Ae/A >= 2/3	
ARCO	0.000	1.915	1.915		67.540	67.540	Sx	7.000	-7.000	47.650	NO											
CLOT. FLESSO E	1.915	69.435	67.520	67.530	67.540		Sx			60.000	NO	67.5 <= 67.5	67.5 >= 22.5	67.5 >= 39.7	67.5 >= 67.8			0.90 <= 1.50	0.90 >= 0.67			
CLOT. FLESSO U	69.435	125.685	56.250	75.000		100.000	Dx			60.000	OK	75.0 <= 100.0	75.0 >= 33.3	75.0 >= 48.3	75.0 >= 64.4	0.83 <= 1.50	0.83 >= 0.67	0.90 <= 1.50	0.90 >= 0.67			
ARCO	125.685	155.183	29.497		100.000	100.000	Dx	-7.000	7.000	56.100	NO											
CLOTOIDE	155.183	236.183	81.000	90.000	100.000		Dx			60.000	OK	90.0 <= 100.0	90.0 >= 33.3	90.0 >= 56.3	90.0 >= 60.5					0.83 <= 1.50	0.83 >= 0.67	
RETTIFILO	236.183	251.572	15.389					-2.500	-2.500	60.000	NO											

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	Vp Max [km/h]	Verifica	L <= Lmax	L >= Lmin	R >= Rmin	R <= Rmaxp	R <= Rmaxs	R > RminRet	R >= Rminp	R >= Rmins	Sv >= Smin
ARCO	0.000	1.915	1.915		67.540	67.540	Sx	7.000	-7.000	47.650	NO			67.540 >= 44.994		67.54 <= 150.00			67.54 >= 50.00	1.92 >= 33.09
CLOT. FLESSO E	1.915	69.435	67.520	67.530	67.540		Sx			60.000	NO									
CLOT. FLESSO U	69.435	125.685	56.250	75.000		100.000	Dx			60.000	OK									
ARCO	125.685	155.183	29.497		100.000	100.000	Dx	-7.000	7.000	56.100	NO			100.000 >= 44.994	100.00 <= 120.00		100.00 > 15.39	100.00 >= 40.00		29.50 >= 38.96
CLOTOIDE	155.183	236.183	81.000	90.000	100.000		Dx			60.000	OK									
RETTIFILO	236.183	251.572	15.389					-2.500	-2.500	60.000	NO	15.389 <= 1320.000	15.389 > 50.000							

**Sv. Casic-Capoterra – Rampa E**

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	Vp Max [km/h]	Verifica	L <= Lmax	L >= Lmin
RETTIFILO	0.000	119.794	119.794					-2.50	-2.50	50.000	OK	119.794 <= 1100.000	119.794 > 40.000

PROGETTAZIONE ATI:

**Sv. Casic-Capoterra – Ramo Bidirezionale 1**

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	Vp Max [km/h]	Verifica	A <= R	A >= R/3 Ottico	A>=A Sovrap longitudinale	A>=A contraccolpo	L <= Lmax	L >= Lmin	R >= Rmin	R > RminRet	Rprec > Rmin	Sv >= Smin	
ARCO	0.000	17.009	17.009		64.070	64.070	Sx	2.859	-2.859	46.600	NO							64.070 >= 44.994	64.07 > 28.73		17.01 >= 32.36	
CLOTOIDE	17.009	73.198	56.189	60.000	64.070		Sx			44.742	OK	60.0 <= 64.1	60.0 >= 21.4	60.0 >= 30.2	60.0 >= 40.7							
RETTIFILO	73.198	101.928	28.730					-2.500	-2.500	27.340	NO					28.730 <= 601.469	28.730 > 30.000			64.07 > 28.73		

**Sv. Casic-Capoterra – Ramo Bidirezionale 2**

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	Vp Max [km/h]	Verifica	A <= R	A >= R/3 Ottico	A>=A Sovrap longitudinale	A>=A contraccolpo	L <= Lmax	L >= Lmin	R >= Rmin	R > RminRet	Rprec > Rmin	Sv >= Smin	
ARCO	0.000	24.345	24.345		63.270	63.270	Dx	-7.000	7.000	46.350	NO							63.270 >= 44.994	63.27 > 23.00		24.34 >= 32.19	
CLOTOIDE	24.345	72.156	47.811	55.000	63.270		Dx			40.691	OK	55.0 <= 63.3	55.0 >= 21.1	55.0 >= 36.9	55.0 >= 30.2							
RETTIFILO	72.156	95.154	22.998					-2.500	-2.500	25.659	NO					22.998 <= 564.49	22.998 > 30.000			63.27 > 23.00		

**Sv. Casic-Capoterra – Asse Cavalcavia**

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	Vp Max [km/h]	Verifica	L <= Lmax	L >= Lmin
RETTIFILO	0.000	244.174	244.174					-2.50	-2.50	53.180	OK	244.174 <= 1169.960	244.174 > 43.180

**Complanare Casic “Dorsale Consortile”**

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	Vp Max [km/h]	Verifica	A <= R	A >= R/3 Ottico	A>=A Sovrap longitudinale	A>=A contraccolpo	A/Au <= 3/2	A/Au >= 2/3	A1/A2 <= 3/2	A1/A2 >= 2/3	Ae/A <= 3/2	Ae/A >= 2/3	
RETTIFILO	0.000	8.076	8.076					-2.500	-2.500	20.000	NO											
CLOTOIDE	8.076	40.743	32.667	70.000		150.000	Dx			25.645	OK	70.0 <= 150.0	70.0 >= 50.0	70.0 >= 45.1	70.0 >= 0.0	0.88 <= 1.50	0.88 >= 0.67					
ARCO	40.743	106.931	66.188		150.000	150.000	Dx	-7.000	7.000	65.920	NO											
CLOT. FLESSO E	106.931	149.598	42.667	80.000	150.000		Dx			44.455	OK	80.0 <= 150.0	80.0 >= 50.0	80.0 >= 50.9	80.0 >= 23.2			0.80 <= 1.50	0.80 >= 0.67	0.88 <= 1.50	0.88 >= 0.67	
CLOT. FLESSO U	149.598	185.312	35.714	100.000		280.000	Sx			50.626	OK	100.0 <= 280.0	100.0 >= 93.3	100.0 >= 74.2	100.0 >= 8.8	0.77 <= 1.50	0.77 >= 0.67	0.80 <= 1.50	0.80 >= 0.67			
ARCO	185.312	288.140	102.828		280.000	280.000	Sx	7.000	-7.000	83.570	OK											
CLOTOIDE	288.140	348.497	60.357	130.000	280.000		Sx			78.825	OK	130.0 <= 280.0	130.0 >= 93.3	130.0 >= 107.9	130.0 >= 110.4					0.77 <= 1.50	0.77 >= 0.67	
RETTIFILO	348.497	514.585	166.088					-2.500	-2.500	100.000	OK											
CLOTOIDE	514.585	597.474	82.889	248.000		742.000	Sx			100.000	OK	248.0 <= 742.0	248.0 >= 247.3	248.0 >= 175.7	248.0 >= 180.4	0.95 <= 1.50	0.95 >= 0.67					
ARCO	597.474	712.669	115.195		742.000	742.000	Sx	4.992	-4.992	100.000	OK											
CLOTOIDE	712.669	803.774	91.105	260.000	742.000		Sx			100.000	OK	260.0 <= 742.0	260.0 >= 247.3	260.0 >= 175.7	260.0 >= 180.4					0.95 <= 1.50	0.95 >= 0.67	
RETTIFILO	803.774	826.454	22.680					-2.500	-2.500	100.000	NO											

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA- PARTE GENERALE- RELAZIONE TECNICA STRADALE

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	Vp Max [km/h]	Verifica	L <= Lmax	L >= Lmin	R >= Rmin	R <= Rmaxp	R <= Rmaxs	R > RminRet	R >= Rminp	R >= Rmins	Sv >= Smin
RETTIFILO	0.000	8.076	8.076					-2.500	-2.500	20.000	NO	8.076 <= 440.000	8.076 > 30.000							
CLOTOIDE	8.076	40.743	32.667	70.000		150.000	Dx			25.645	OK									
ARCO	40.743	106.931	66.188		150.000	150.000	Dx	-7.000	7.000	65.920	NO			150.000 >= 11.249		150.00 <= 730.00	150.00 > 8.08		150.00 >= 168.00	66.19 >= 25.75
CLOT. FLESSO E	106.931	149.598	42.667	80.000	150.000		Dx			44.455	OK									
CLOT. FLESSO U	149.598	185.312	35.714	100.000		280.000	Sx			50.626	OK									
ARCO	185.312	288.140	102.828		280.000	280.000	Sx	7.000	-7.000	83.570	OK			280.000 >= 11.249	280.00 <= 300.00		280.00 > 166.09	280.00 >= 95.00		102.83 >= 47.50
CLOTOIDE	288.140	348.497	60.357	130.000	280.000		Sx			78.825	OK									
RETTIFILO	348.497	514.585	166.088					-2.500	-2.500	100.000	OK	166.088 <= 2200.000	166.088 > 150.000							
CLOTOIDE	514.585	597.474	82.889	248.000		742.000	Sx			100.000	OK									
ARCO	597.474	712.669	115.195		742.000	742.000	Sx	4.992	-4.992	100.000	OK			742.000 >= 11.249			742.00 > 166.09			115.19 >= 69.44
CLOTOIDE	712.669	803.774	91.105	260.000	742.000		Sx			100.000	OK									
RETTIFILO	803.774	826.454	22.680					-2.500	-2.500	100.000	NO	22.680 <= 2200.000	22.680 > 150.000							

PROGETTAZIONE ATI:

VERIFICHE ALTIMETRICHE

Asse Principale

N. Vert.	Prog.	Quota	Parz.	Parz. R	i [%]	Dislivello	Lung.	Lung. R	Verifica	Pendenza < Pendenza massima	N. Racc.	Raggio V.	Δi	Sviluppo	Vel.	Raggio Min.	Verifica	Raggio >= Rmin Da (arresto)	Raggio >= Rmin av (comfort)	Raggio >= Rmin geometrico	Dr >= Drmin >>>	Dr >= Drmin >>>
0	5216.416	14.372	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5247.584	14.344	31.168	9.311	-0.087	-0.027	31.168	9.311	OK	-0.087% <= 6.000%	1	10000.000	0.437	43.713	120.000	1851.852	OK	10000.000 >= 0.000	10000.000 >= 1851.852	10000.000 >= 40.000	-	-
2	6100.853	17.331	853.269	775.162	0.350	2.986	853.274	775.167	OK	0.350% <= 6.000%	2	25000.000	0.450	112.502	120.000	1851.852	OK	25000.000 >= 0.000	25000.000 >= 1851.852	25000.000 >= 40.000	-	-
3	6589.665	21.241	488.813	325.926	0.800	3.911	488.828	325.936	OK	0.800% <= 6.000%	3	12000.000	-1.777	213.276	120.000	8007.394	OK	12000.000 >= 8007.394	12000.000 >= 1851.852	12000.000 >= 20.000	1000.000 >= 720.000	1000.000 >= 720.000
4	7530.456	12.047	940.790	763.188	-0.977	-9.194	940.835	763.224	OK	-0.977% <= 6.000%	4	7000.000	2.028	141.934	120.000	1851.852	OK	7000.000 >= 0.000	7000.000 >= 1851.852	7000.000 >= 40.000	-	-
5	7880.355	15.722	349.900	203.303	1.050	3.675	349.919	203.314	OK	1.050% <= 6.000%	5	25000.000	-0.605	151.266	120.000	1851.852	OK	25000.000 >= 0.000	25000.000 >= 1851.852	25000.000 >= 20.000	-	-
6	8518.387	18.563	638.032	381.713	0.445	2.841	638.038	381.717	OK	0.445% <= 6.000%	6	35000.000	-1.033	361.379	120.000	1851.852	OK	35000.000 >= 0.000	35000.000 >= 1851.852	35000.000 >= 20.000	1000.000 >= 720.000	1000.000 >= 720.000
7	9297.754	13.987	779.367	501.680	-0.587	-4.577	779.381	501.689	OK	-0.587% <= 6.000%	7	25000.000	-0.776	194.007	120.000	1851.852	OK	25000.000 >= 0.000	25000.000 >= 1851.852	25000.000 >= 20.000	-	-
8	9849.192	6.469	551.438	309.037	-1.363	-7.517	551.489	309.065	OK	-1.363% <= 6.000%	8	25000.000	1.163	290.815	120.000	1851.852	OK	25000.000 >= 0.000	25000.000 >= 1851.852	25000.000 >= 40.000	-	-
9	10302.538	5.563	453.346	307.944	-0.200	-0.907	453.347	307.944	OK	-0.200% <= 6.000%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sv. Casic-Capoterra – Rampa A

N. Vert.	Prog.	Quota	Parz.	Parz. R	i [%]	Dislivello	Lung.	Lung. R	Verifica	Pendenza < Pendenza massima	N. Racc.	Raggio V.	Δi	Sviluppo	Vel.	Raggio Min.	Verifica	Raggio >= Rmin Da (arresto)	Raggio >= Rmin av (comfort)	Raggio >= Rmin geometrico		
0	0.000	14.432	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1	74.644	13.701	74.644	53.745	-0.979	-0.731	74.648	53.748	OK	-0.979% <= 6.000%	1	7510.663	-0.557	41.801	60.000	462.963	OK	7510.663 >= 0.000	7510.663 >= 462.963	7510.663 >= 20.000	-	-
2	152.565	12.504	77.921	0.000	-1.536	-1.197	77.930	0.000	OK	-1.536% <= 6.000%	2	1500.000	7.603	114.101	60.000	1238.013	OK	1500.000 >= 1238.013	1500.000 >= 462.963	1500.000 >= 40.000	-	-
3	224.023	16.840	71.458	0.000	6.000	4.336	71.589	0.000	OK	6.000% <= 6.000%	3	1000.000	-2.887	28.903	59.829	460.334	OK	1000.000 >= 0.000	1000.000 >= 460.334	1000.000 >= 20.000	-	-
4	246.619	17.558	22.596	0.000	3.180	0.719	22.608	0.000	OK	3.180% <= 6.000%	4	1726.524	0.945	16.333	54.281	378.907	OK	1726.524 >= 0.000	1726.524 >= 378.907	1726.524 >= 40.000	-	-
5	271.690	18.593	25.070	16.909	4.126	1.034	25.092	16.924	OK	4.126% <= 6.000%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Sv. Casic-Capoterra – Rampa B

N. Vert.	Prog.	Quota	Parz.	Parz. R	i [%]	Dislivello	Lung.	Lung. R	Verifica	Pendenza < Pendenza massima	N. Racc.	Raggio V.	Δi	Sviluppo	Vel.	Raggio Min.	Verifica	Raggio >= Rmin Da (arresto)	Raggio >= Rmin av (comfort)	Raggio >= Rmin geometrico		
0	0.000	17.816	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1	120.355	12.079	120.355	95.106	-4.767	-5.737	120.492	95.214	OK	-4.767% <= 6.000%	1	1050.000	4.809	50.519	49.053	849.834	OK	1050.000 >= 849.834	1050.000 >= 309.442	1050.000 >= 40.000	-	-
2	215.646	12.119	95.290	29.697	0.043	0.041	95.290	29.697	OK	0.043% <= 6.000%	2	7253.148	1.112	80.690	60.000	462.963	OK	7253.148 >= 0.000	7253.148 >= 462.963	7253.148 >= 40.000	-	-
3	255.990	12.585	40.344	0.000	1.155	0.466	40.347	0.000	OK	1.155% <= 6.000%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Sv. Casic-Capoterra – Rampa C

N. Vert.	Prog.	Quota	Parz.	Parz. R	i [%]	Dislivello	Lung.	Lung. R	Verifica	Pendenza < Pendenza massima	N. Racc.	Raggio V.	Δi	Sviluppo	Vel.	Raggio Min.	Verifica	Raggio >= Rmin Da (arresto)	Raggio >= Rmin av (comfort)	Raggio >= Rmin geometrico		
0	0.000	12.605	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1	38.071	12.127	38.071	0.000	-1.254	-0.477	38.074	0.000	OK	-1.254% <= 6.000%	1	6407.107	1.188	76.144	60.000	462.963	OK	6407.107 >= 0.000	6407.107 >= 462.963	6407.107 >= 40.000	-	-
2	110.892	12.079	72.820	26.871	-0.066	-0.048	72.820	26.871	OK	-0.066% <= 6.000%	2	1000.000	1.576	15.758	49.967	321.079	OK	1000.000 >= 0.000	1000.000 >= 321.079	1000.000 >= 40.000	-	-
3	206.572	13.524	95.680	72.767	1.510	1.445	95.691	72.775	OK	1.510% <= 6.000%	3	2000.000	1.504	30.078	44.990	260.301	OK	2000.000 >= 0.000	2000.000 >= 260.301	2000.000 >= 40.000	-	-
4	249.572	14.820	43.000	27.965	3.013	1.296	43.019	27.977	OK	3.013% <= 6.000%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

PROGETTAZIONE ATI:

### Sv. Casic-Capoterra – Rampa D

N. Vert.	Prog.	Quota	Parz.	Parz. R	i [%]	Dislivello	Lung.	Lung. R	Verifica	Pendenza < Pendenza massima	N. Racc.	Raggio V.	Δi	Sviluppo	Vel.	Raggio Min.	Verifica	Raggio >= Rmin Da (arresto)	Raggio >= Rmin av (comfort)	Raggio >= Rmin geometrico
0	0.018	15.605	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	122.183	12.503	122.165	71.246	-2.539	-3.101	122.204	71.269	OK	-2.539% <= 6.000%	1	2500.000	4.074	101.846	60.000	1138.911	OK	2500.000 >= 1138.911	2500.000 >= 462.963	2500.000 >= 40.000
2	194.352	13.611	72.169	0.000	1.535	1.108	72.178	0.000	OK	1.535% <= 6.000%	2	7897.769	-0.538	42.504	60.000	462.963	OK	7897.769 >= 0.000	7897.769 >= 462.963	7897.769 >= 20.000
3	251.572	14.181	57.220	35.970	0.997	0.570	57.223	35.971	OK	0.997% <= 6.000%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### Sv. Casic-Capoterra – Rampa E

N. Vert.	Prog.	Quota	Parz.	Parz. R	i [%]	Dislivello	Lung.	Lung. R	Verifica	Pendenza < Pendenza massima	N. Racc.	Raggio V.	Δi	Sviluppo	Vel.	Raggio Min.	Verifica	Raggio >= Rmin Da (arresto)	Raggio >= Rmin av (comfort)	Raggio >= Rmin geometrico
0	0.000	16.507	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	31.616	16.607	31.616	14.884	0.317	0.100	31.616	14.884	OK	0.317% <= 6.000%	1	800.000	4.183	33.475	46.134	677.151	OK	800.000 >= 677.151	800.000 >= 273.706	800.000 >= 40.000
2	101.414	19.748	69.798	40.567	4.500	3.141	69.869	40.608	OK	4.500% <= 6.000%	2	1000.000	-2.500	25.014	25.036	80.605	OK	1000.000 >= 0.000	1000.000 >= 80.605	1000.000 >= 20.000
3	119.787	20.115	18.372	5.872	2.000	0.367	18.376	5.873	OK	2.000% <= 6.000%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### Sv. Casic-Capoterra – Ramo Bidirezionale 1

N. Vert.	Prog.	Quota	Parz.	Parz. R	i [%]	Dislivello	Lung.	Lung. R	Verifica	Pendenza < Pendenza massima	N. Racc.	Raggio V.	Δi	Sviluppo	Vel.	Raggio Min.	Verifica	Raggio >= Rmin Da (arresto)	Raggio >= Rmin av (comfort)	Raggio >= Rmin geometrico
0	0.000	17.537	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	45.942	19.591	45.942	26.170	4.471	2.054	45.988	26.197	OK	4.471% <= 6.000%	1	1600.000	-2.471	39.564	41.904	225.820	OK	1600.000 >= 0.000	1600.000 >= 225.820	1600.000 >= 20.000
2	101.920	20.711	55.978	36.207	2.000	1.120	55.990	36.214	OK	2.000% <= 6.000%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### Sv. Casic-Capoterra – Ramo Bidirezionale 2

N. Vert.	Prog.	Quota	Parz.	Parz. R	i [%]	Dislivello	Lung.	Lung. R	Verifica	Pendenza < Pendenza massima	N. Racc.	Raggio V.	Δi	Sviluppo	Vel.	Raggio Min.	Verifica	Raggio >= Rmin Da (arresto)	Raggio >= Rmin av (comfort)	Raggio >= Rmin geometrico
0	0.000	14.935	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	15.450	15.368	15.450	7.450	2.800	0.433	15.457	7.453	OK	2.800% <= 6.000%	1	2000.000	-0.800	16.005	46.002	272.148	OK	2000.000 >= 0.000	2000.000 >= 272.148	2000.000 >= 20.000
2	95.135	16.962	79.685	71.685	2.000	1.594	79.701	71.699	OK	2.000% <= 6.000%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### Sv. Casic-Capoterra – Asse Cavalcavia

PROGETTAZIONE ATI:

PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA- PARTE GENERALE- RELAZIONE TECNICA STRADALE

N. Vert.	Prog.	Quota	Parz.	Parz. R	i [%]	Dislivello	Lung.	Lung. R	Verifica	Pendenza < Pendenza massima	N. Racc.	Raggio V.	Δi	Sviluppo	Vel.	Raggio Min.	Verifica	Raggio >= Rmin Da (arresto)	Raggio >= Rmin av (comfort)	Raggio >= Rmin geometrico	Dr >= Drmin >>>	Dr >= Drmin <<<
0	0.000	20.361	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	23.990	19.881	23.990	1.490	-2.000	-0.480	23.995	1.490	OK	-2.000% <= 6.000%	1	1000.000	4.500	45.004	31.757	343.948	OK	1000.000 >= 343.948	1000.000 >= 129.698	1000.000 >= 40.000	-	-
2	120.031	22.282	96.041	29.541	2.500	2.401	96.071	29.550	OK	2.500% <= 6.000%	2	1100.000	-8.000	88.033	53.180	980.320	OK	1100.000 >= 980.320	1100.000 >= 363.698	1100.000 >= 20.000	1000.000 >= 163.107	1000.000 >= 197.992
3	217.422	16.926	97.391	29.016	-5.500	-5.356	97.538	29.060	OK	-5.500% <= 6.000%	3	650.000	7.500	48.769	33.071	498.618	OK	650.000 >= 498.618	650.000 >= 140.654	650.000 >= 40.000	-	-
4	244.557	17.469	27.135	2.760	2.000	0.543	27.140	2.761	OK	2.000% <= 6.000%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Complanare Casic "Dorsale Consortile"

N. Vert.	Prog.	Quota	Parz.	Parz. R	i [%]	Dislivello	Lung.	Lung. R	Verifica	Pendenza < Pendenza massima	N. Racc.	Raggio V.	Δi	Sviluppo	Vel.	Raggio Min.	Verifica	Raggio >= Rmin Da (arresto)	Raggio >= Rmin av (comfort)	Raggio >= Rmin geometrico	
0	0.000	16.842	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	19.869	16.424	19.869	11.469	-2.100	-0.417	19.873	11.471	OK	-2.100% <= 7.000%	1	1200.000	-1.400	16.807	23.489	70.955	OK	1200.000 >= 0.000	1200.000 >= 70.955	1200.000 >= 20.000	
2	158.207	11.583	138.339	92.439	-3.500	-4.842	138.423	92.495	OK	-3.500% <= 7.000%	2	2500.000	3.000	75.018	52.423	550.720	OK	2500.000 >= 550.720	2500.000 >= 353.412	2500.000 >= 40.000	
3	438.625	10.181	280.418	214.555	-0.500	-1.402	280.422	214.558	OK	-0.500% <= 7.000%	3	5000.000	1.135	56.726	99.300	1268.067	OK	5000.000 >= 0.000	5000.000 >= 1268.067	5000.000 >= 40.000	
4	672.231	11.663	233.605	142.482	0.635	1.482	233.610	142.485	OK	0.635% <= 7.000%	4	10000.000	-1.255	125.522	100.000	2649.022	OK	10000.000 >= 2649.022	10000.000 >= 1286.008	10000.000 >= 20.000	
5	826.455	10.706	154.225	91.464	-0.621	-0.957	154.228	91.466	OK	-0.621% <= 7.000%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PROGETTAZIONE ATI: