

**E 78 GROSSETO - FANO  
TRATTO SELCI - LAMA (E 45) - S.STEFANO DI GAIFA  
Adeguamento a 2 corsie del tratto Mercatello sul Metauro Ovest -  
Mercatello sul Metauro Est (Lotto 4°)**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**AN 245**

ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

<p>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</p> <p><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111</p> <p><i>Ing. Moreno Panfilì</i> Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657</p> <p><i>Ing. David Crenca</i> Ordine Ingegneri Provincia di Frosinone n. A1762</p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria)</p> <p><b>GPI INGEGNERIA</b> <i>GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</i></p> <p>(Mandante)</p> <p> cooprogetti</p> <p>(Mandante)</p> <p> engeko</p> <p>(Mandante)</p> <p> Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p>
<p>IL GEOLOGO</p> <p><i>Dott. Geol. Salvatore Marino</i> Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 1069</p>	<p>IL PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12):</p> <p><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14035</p>	
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</p> <p><i>Ing. Vincenzo Catone</i></p>	<p></p>	
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO</p> <p><i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i></p>	<p></p>	

**PROGETTO STRADALE  
PARTE GENERALE**

Relazione tecnica stradale

CODICE PROGETTO		NOME FILE			REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV.PROG	ANNO	T00PS00STDRE01A.			
<b>D</b>	<b>D</b>	<b>22</b>	CODICE ELAB. <b>T00PS00STDRE01</b>			<b>A</b>
<b>D</b>						
<b>C</b>						
<b>B</b>						
<b>A</b>	Emissione a seguito istruttoria U.0030221 del 16.01.2023		Febbraio'23	Guidobaldi	Resta	Guiducci
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

## INDICE

<b><u>1.</u></b>	<b><u>PREMESSA.....</u></b>	<b><u>3</u></b>
<b><u>2.</u></b>	<b><u>DESCRIZIONE GENERALE DELL' INTERVENTO .....</u></b>	<b><u>3</u></b>
<b><u>3.</u></b>	<b><u>RIFERIMENTI NORMATIVI .....</u></b>	<b><u>4</u></b>
<b><u>4.</u></b>	<b><u>DESCRIZIONE PROGETTO STRADALE.....</u></b>	<b><u>5</u></b>
<b><u>5.</u></b>	<b><u>DATI DI TRAFFICO .....</u></b>	<b><u>5</u></b>
5.1.	LIVELLO DI SERVIZIO (LOS).....	8
5.1.1.	Asse Principale .....	8
5.1.1.	Rotatoria .....	9
<b><u>6.</u></b>	<b><u>DESCRIZIONE TRACCIATO.....</u></b>	<b><u>10</u></b>
<b><u>7.</u></b>	<b><u>SEZIONI TIPO .....</u></b>	<b><u>10</u></b>
7.1.	ASSE PRINCIPALE.....	10
7.2.	RAMI SECONDARI DELLA ROTATORIA .....	11
7.3.	VIABILITÀ LOCALE.....	12
7.4.	LE STRADE INTERPODERALI .....	13
7.5.	ROTATORIA .....	13
7.6.	OPERE D'ARTE MAGGIORI.....	14
7.7.	OPERE D'ARTE MINORI .....	15
<b><u>8.</u></b>	<b><u>DIAGRAMMA DI VELOCITÀ DI PROGETTO.....</u></b>	<b><u>16</u></b>
8.1.1.	Asse Principale .....	16
<b><u>9.</u></b>	<b><u>CARATTERISTICHE PROGETTUALI E VERIFICHE ASSI.....</u></b>	<b><u>16</u></b>
9.1.	VERIFICA DELLE CARATTERISTICHE PLANIMETRICHE .....	17
9.2.	VERIFICA DELLE CARATTERISTICHE ALTIMETRICHE .....	20
9.3.	VERIFICA DELLE DISTANZE DI VISUALE LIBERA.....	22
9.3.1.	Allargamenti per garantire la distanza di visibilità previsti .....	25
9.1.	PENDENZE TRASVERSALI.....	25
9.1.	ALLARGAMENTI DELLA CARREGGIATA IN CURVA .....	26
9.1.	PIAZZOLE DI SOSTA.....	27
<b><u>10.</u></b>	<b><u>CARATTERISTICHE PROGETTUALI E VERIFICHE ROTATORIA .....</u></b>	<b><u>28</u></b>
10.1.	VERIFICHE ROTATORIA DI PROGETTO .....	28
10.1.1.	Verifica angolo di deviazione.....	28
10.1.1.	Verifiche visibilità'.....	28
<b><u>11.</u></b>	<b><u>VERIFICHE DI VISIBILITÀ PER L'ARRESTO.....</u></b>	<b><u>29</u></b>
<b><u>12.</u></b>	<b><u>VERIFICHE INGOMBRO MEZZI PESANTI .....</u></b>	<b><u>31</u></b>

PROGETTAZIONE ATI:

<b>13.</b>	<b>CALCOLO PAVIMENTAZIONE ASSE PRINCIPALE.....</b>	<b>34</b>
13.1.	METODO DI CALCOLO DI RIFERIMENTO.....	34
13.1.1.	<i>Traffico di progetto</i> .....	35
13.1.2.	<i>Condizioni climatiche</i> .....	36
13.2.	PARAMETRI DI CALCOLO ASSUNTI.....	37
13.3.	CALCOLO ESAL .....	37
13.4.	SOTTOFONDO.....	38
13.5.	FONDAZIONE IN MISTO GRANULARE.....	38
13.6.	STRATI IN CONCLOMERATO BITUMINOSO.....	38
13.6.1.	<i>Deformazione su singola ruota</i> .....	41
13.6.2.	<i>Deformazione tra due ruote</i> .....	42
13.7.	ANALISI DEI RISULTATI.....	43
13.7.1.	<i>Verifica a fatica</i> .....	43
13.7.2.	<i>Verifica Ormaie</i> .....	44
13.8.	ALLEGATI DI CALCOLO.....	46
13.8.1.	<i>carichi su singola ruota</i> .....	46
13.8.2.	<i>carichi tra ruote</i> .....	48
<b>14.</b>	<b>SEGNALETICA VERTICALE E ORIZZONTALE .....</b>	<b>49</b>
<b>15.</b>	<b>BARRIERE DI SICUREZZA.....</b>	<b>50</b>
<b>16.</b>	<b>VERIFICHE PLANIMETRICHE ED ALTIMETRICHE TRACCIATI DI PROGETTO TIPO C....</b>	<b>52</b>
<b>17.</b>	<b>COMPATIBILITÀ CON LA PREDISPOSIZIONE ALLA CATEGORIA STRADALE “TIPO B”</b>	<b>57</b>
17.1.	RIAMMAGLIO CON IL LOTTO PRECEDENTE .....	57
17.2.	IPOTESI DI CONFIGURAZIONE SVINCOLO.....	59
<b>18.</b>	<b>RISCONTRO RELAZIONE FINALE DI CONTROLLO.....</b>	<b>64</b>

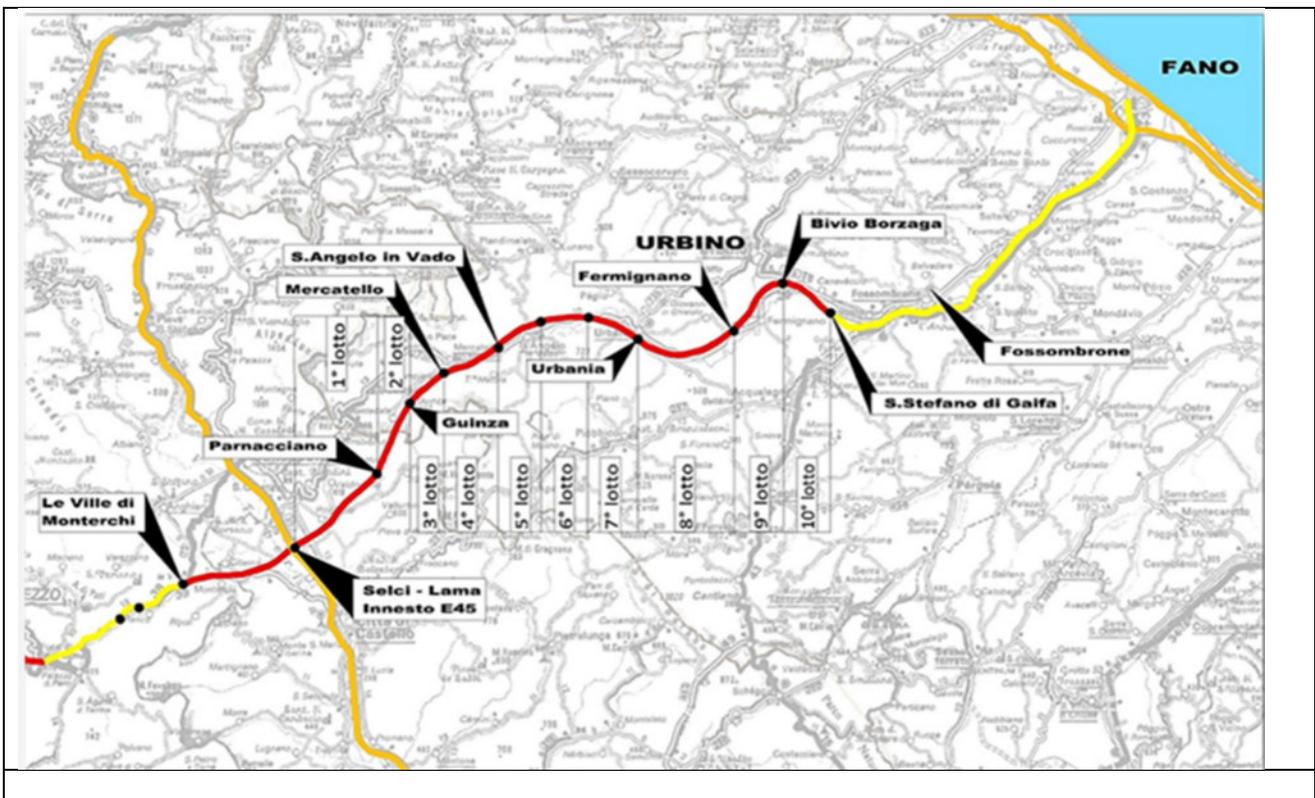
## 1. PREMESSA

La presente relazione riguarda gli aspetti stradali della Variante di Mercatello sul Metauro, che parte ad ovest dell'abitato, in corrispondenza della fine dei lavori del progetto "Itinerario Internazionale E78 Grosseto – Fano - Tratto Selci lama (E45) – Santo Stefano di Gaifa - Adeguamento a 2 corsie della Galleria della Guinza (lotto 2) e del tratto Guinza – Mercatello Ovest (lotto 3) 1° stralcio" prevista ad ovest dell'abitato di Mercatello in corrispondenza di via Cà Lillina

La variante oggetto di intervento permette di bypassare l'abitato di Mercatello sul Metauro, in modo da fluidificare il traffico sulla E78 e riconnettere la tratta di prossima apertura che proviene dalla galleria della Guinza alla parte esistente della E78.

## 2. DESCRIZIONE GENERALE DELL' INTERVENTO

Il tratto di strada in progetto fa parte della Strada di Grande Comunicazione Grosseto–Fano. L'Unione Europea ha classificato la SGC Grosseto – Fano con la sigla E78 inserendola tra gli itinerari internazionali est – ovest. La SGC Grosseto - Fano è collegata ad importanti arterie longitudinali, quali la SS 1 Aurelia, la SGC Firenze - Siena, l'autostrada A1 Milano-Napoli, la E45 Orte - Ravenna, l'autostrada A14 Bologna-Taranto e la SS 16 Adriatica. La lunghezza complessiva del collegamento è di circa 270 km, e lungo il suo tracciato, la E78 collega le città di Grosseto, Siena e Arezzo in Toscana, Urbino e Fano nelle Marche ed interseca la E45 (tra Toscana e Umbria) e il fondovalle del Metauro in provincia di Pesaro e Urbino. Inoltre, l'itinerario ha la funzione di consentire adeguate connessioni tra quattro porti di prima categoria: Livorno e La Spezia sulla costa tirrenica, Ancona e Ravenna su quella adriatica.



PROGETTAZIONE ATI:

L'intervento è inserito nell'aggiornamento del Contratto di Programma 2016-2020, approvato dal CIPE con delibera 336/2019 del 24.07.2019 (G.U. del 25.01.2020), con il codice intervento AN245. L'intervento rientra nell'elenco delle opere infrastrutturali per la cui realizzazione, ai sensi dell'art. 4 del D.L. 32/2019 convertito dalla Legge n.55 del 14.06.2019, è stata prevista la nomina di un Commissario Straordinario, disposta con DPCM del 16.04.2021

Il progetto si sviluppa per una lunghezza complessiva di 4,0 Km circa, con una sezione stradale di tipo C1, secondo D.M. 2001. Il tracciato prosegue dal lotto precedente, rotatoria del Lotto 3, tratto Guinza – Mercatello Ovest, intersecando via 'Ca Lillina, per piegare verso Sud, allontanandosi dal centro abitato di Mercatello sul Metauro, inserendosi in un'area valliva, con una successione di due ponti e due gallerie, per poi innestarsi con una intersezione a rotatoria sulla SS73bis.

L'iter progettuale e approvativo è partito nel 2018 con il PTFE e viene riassunto per punti nell'elenco seguente:

- 2018: Progetto di Fattibilità Tecnico – Economica per l'adeguamento a due corsie del tratto Mercatello sul Metauro Ovest – Mercatello sul Metauro Est (Lotto 4°) del Tratto 5 Selci Lama (E45) – Santo Stefano di Gaifa dell'Itinerario Internazionale E78 S.G.C. Grosseto - Fano. L'intervento costituisce la Variante all'abitato di Mercatello sul Metauro, in provincia di Pesaro – Urbino, e si colloca nell'ambito degli interventi di completamento del tratto marchigiano dalla E78 Grosseto – Fano.
- 2019: Avvio del Controllo della Sicurezza ai sensi dell'Art. 12, comma 4 del D. lgs n. 35/2011.
- 2022: Avvio della procedura di Verifica Preventiva dell'Interesse Archeologico presso la competente Soprintendenza ai sensi del Art. 25, comma 1 del D. lgs n. 50/2016. Conclusa con esito positivo in data 07.09.2022.
- 2022: Redazione della VISS e del presente Progetto Definitivo

### 3. RIFERIMENTI NORMATIVI

- ✓ D.Lgs. 30-04-92, n.285 e s.m.i.: “Nuovo Codice della Strada”;
- ✓ D.P.R. 16-12-1992 n.495 e s.m.i.: “Regolamento di esecuzione e di attuazione del Codice della Strada”;
- ✓ DM 05-11-01, n.6792 e s.m.i.: “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”;
- ✓ DM 19-04-2006, “Norme funzionali e Geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”;
- ✓ D.M. 3 giugno 1998, n.3256 (G.U. n° 253 del 29.10.1998) e successivi aggiornamenti (D.M. 21. Giugno 2004, n.2367). “Istruzioni tecniche sulla progettazione, omologazione ed impiego delle barriere di sicurezza stradali”;
- ✓ D.M. 01.04.2019 , Dispositivi stradali di sicurezza per i motociclisti (DSM)
- ✓ Norme UNI 11248, UNI EN 13201: “Norme sugli impianti di illuminazione pubblica”;
- ✓ L.R.n.15/2007 e s.m.i. “Norme sugli impianti di illuminazione pubblica”;
- ✓ D.lgs. n. 81/2008 e s.m.i. “Testo unico in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro”;

PROGETTAZIONE ATI:

- ✓ D.M. 10-07-2002 e s.m.i. “Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziati per categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo”;
- ✓ D. Lgs. 15/03/2011 n. 35: “Attuazione della direttiva 2008/96/CE sulla gestione della sicurezza delle infrastrutture”;
- ✓ D.M. 02/05/2012: “Linee guida per la gestione della sicurezza delle infrastrutture stradali ai sensi dell’art. 8 del D.Lgs. 35/11”;
- ✓ D.M. 28 febbraio 2018: “Modalità attuative e strumenti operativi della sperimentazione su strada delle soluzioni di Smart Road e di guida connessa e automatica.”;
- ✓ D.lgs. 05/10/2006 n. 264: “Attuazione della direttiva 2004/54/CE in materia di sicurezza per le gallerie della rete stradale transeuropea”.
- ✓ Highway Capacity Manual (HCM) 2000, dell’American Association of State Highway Officials (AASHO).

E tutte le altre normative vigenti e cogenti di settore.

#### **4. DESCRIZIONE PROGETTO STRADALE**

Il tracciato plano-altimetrico eredita le scelte progettuali dello SFTE, in particolare l’alternativa prescelta è quella che si allontana maggiormente dall’abitato di Mercatello e si conclude a ridosso dell’abitato di Sant’Angelo in Vado; lo sviluppo del percorso incontra un’orografia piuttosto frastagliata che ha richiesto l’inserimento di diverse opere d’arte.

La progettazione degli elementi geometrici dell’asse è stata eseguita nel rispetto delle vigenti “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” di cui al DM 5/11/2001.

Rispetto al Progetto Preliminare, il tracciato stradale del presente Progetto Definitivo è stato leggermente modificato in modo da renderlo adeguato in termini plano-altimetrici alla predisposizione futura di una categoria B, così come da indicazioni del Committente e gestore dell’infrastruttura (ANAS).

#### **5. DATI DI TRAFFICO**

Lo studio di riferimento scelto, ***coinvolge un ampio arco territoriale che partendo dalla E45 (Selci – Lama), dove insiste l’intervento di Piano PG365, raggiunge Fano e l’Autostrada A14, prendendo in considerazione gli interventi già programmati, tra i quali c’è il lotto oggetto del presente studio (AN245).***

Tutti gli interventi citati sono funzionali all’apertura della galleria della Guinza situata lungo l’itinerario della E78 a cavallo tra le Regioni Umbria e Marche (lunga circa 6 km) ed al completamento dell’itinerario E78, unitamente a tutti gli altri lotti in progettazione, al fine di creare un nuovo corridoio di mobilità Est-Ovest.

Per tale motivo lo studio di traffico è stato redatto definendo scenari di riferimento che prevedono il completamento dell’intero collegamento (interventi programmati e/o finanziati), ovvero verificando e dimensionando i tratti di viabilità in base ai traffici sul progetto in presenza del corridoio di mobilità Est – Ovest complessivo.

PROGETTAZIONE ATI:

Considerata la validità delle premesse, i risultati dello studio riportano, per la tratta di interesse, i seguenti risultati:

Figura - Indicatori relativi alle performance trasportistica dell'itinerario nella configurazione R41 (interventi di progetto - 2041). Valori giornalieri

Scenario	Lunghezza Itinerario (mono direzionale) (km)	Flusso medio di Sezione. Leggeri (veic/gg)	Flusso medio di Sezione. Pesanti (veic/gg)	Flusso medio di Sezione. Totali (veic/gg)	Incidenza dei Veicoli Pesanti (%)	Flusso medio di Sezione. Equivalenti (veic/gg)	Tempo di Viaggio (media tra le direzioni) (minuti)	Velocità media (km/h)
R41	35,211	6.398	839	7.238	11,60%	8.497	42,25	50,01
P41_1	33,274	9.110	863	9.973	8,65%	11.267	23,40	85,31
Delta	-1,937	2.712	24	2.735	2,94%	2.771	-18,85	35,31
Delta %	-5,50%	42,38%	2,81%	37,79%	-25,39%	32,61%	-44,61%	70,60%

Evidenziati in rosso i dati di interesse.

Figura - Flussi veicolari giornalieri registrati presso le sezioni stradali di ingresso-uscita (porte) nei principali centri abitati interessati dall'intervento nella configurazione R41.-dati espressi in Veicoli equivalenti / giorno somma delle due direzioni (totale di sezione)

Ambito	Posizione	A20	R41	Delta	Delta %
Sant'Angelo in Vado	Porta Ovest	3.519	6.637	3.118	88,59%
	Porta Est	6.786	10.861	4.075	60,05%
Urbania	Porta Ovest	6.379	5.367	-1.012	-15,87%
	Porta Est	6.388	3.832	-2.556	-40,02%
Fermignano	Porta Ovest	5.810	9.084	3.274	56,35%
	Porta Est	4.729	7.744	3.015	63,74%
Canavaccio	Porta Ovest	6.486	10.018	3.533	54,47%
	Porta Est	6.645	10.224	3.579	53,86%
Totale		46.741	63.765	17.025	36,42%

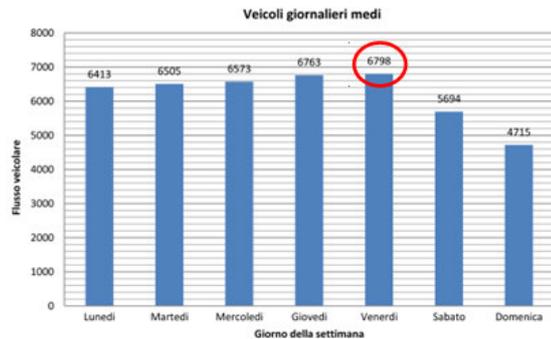
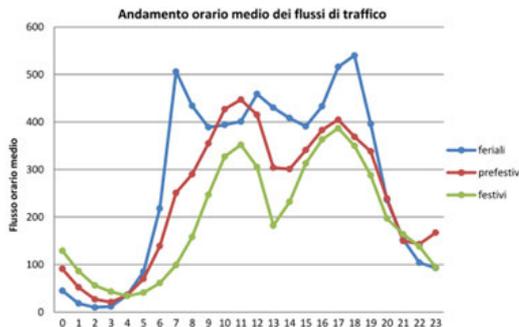
**Pertanto secondo, nei pressi dell'infrastruttura si potrebbe considerare un TGM di 7k veicoli circa.**

I dati sopra riportati vengono confermati da quelli misurati dalle stazioni Anas al km 43 della S.S. 73 bis nel 2018 e nel 2019; il portale è nei pressi (6 km circa) ad Est della rotatoria di fine lotto (S.S. 73 bis). Di seguito si riportano i dati citati:

Figura – Dati del 2018

Tratta n. 10058: SS73bis, Km 43.000, Sant'Angelo in Vado(PU)

Direzione del Flusso	Consistenza Dati Pervenuti/Attesi	Veicoli Leggeri Volumi medi negli intervalli			Veicoli Pesanti Volumi medi negli intervalli			Velocità medie nei periodi tutte le classi		
		06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00
flusso ascendente	70,00%	2535	167	218	149	2	7	74	77	78
flusso discendente	70,00%	2504	210	239	164	4	6	73	78	79



Giorno di punta del periodo: **domenica 21 ottobre 2018**  
Volume giornaliero di punta: **11043 [veicoli/giorno]**

Ora di punta: **domenica 21 ottobre 2018 ore 11:00-12:00**  
Flusso dell'ora di punta: **1433 [veicoli/ora]**

Giornate con rilevamenti completi: **271**

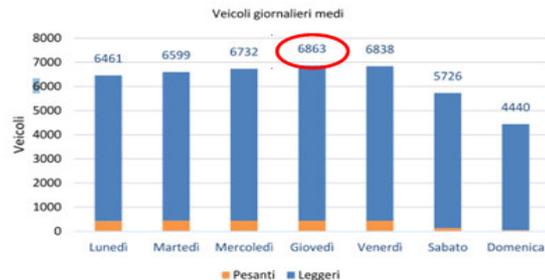
Anas S.p.A. – società a socio unico

Direzione Operation e Coordinamento Territoriale

Figura – Dati del 2019

Sezione 10058 (SS73bis, Km 43+006) Lat: 43,672423 Lon: 12,437718

Direzione del flusso	Consistenza Dati Pervenuti/Attesi	Veicoli Leggeri Volumi medi negli intervalli			Veicoli Pesanti Volumi medi negli intervalli			Velocità Medie Veicoli Leggeri			Velocità medie Veicoli pesanti		
		06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00
Flusso Ascendente	62,73%	2555	169	212	150	2	6	74	77	79	66	72	71
Flusso Discendente	62,73%	2509	214	240	165	4	6	73	78	79	66	71	70



Periodo: dal 01/01/2019 al 31/12/2019  
Esclusi giorni con dati mancanti e con dati  
Giorno di punta del periodo: **Venerdì 31 maggio 2019**  
Volume giornaliero di punta: **7593 [veicoli/giorno]**  
Ora di punta: **Mercoledì 24 aprile ore 18 - 19**  
Flusso dell'ora di punta: **623 [veicoli/ora]**  
Tgm Leggeri: **2935 (flusso Asc.) , 2962 (flusso Dis.)**  
Tgm Pesanti: **159 (flusso Asc.) , 174 (flusso Dis.)**  
GG con rilevamenti completi: **229**

Anas S.p.A. - Gruppo FS Italiane

Direzione Operation e Coordinamento Territoriale

**Pertanto nella valutazione del LOS dell'infrastruttura si è considerato, ponendosi a favore di sicurezza, un TGM di 8k veicoli circa (con una percentuale di veicoli pesanti pari al 12%), confermando la scelta di impiegare una sezione (strada extraurbana principale), ai sensi del DM 05/11/2001 categoria C1 appare adeguata, confermando quanto riportato nella fase preliminare**

PROGETTAZIONE ATI:

## 5.1. LIVELLO DI SERVIZIO (LOS)

### 5.1.1. ASSE PRINCIPALE

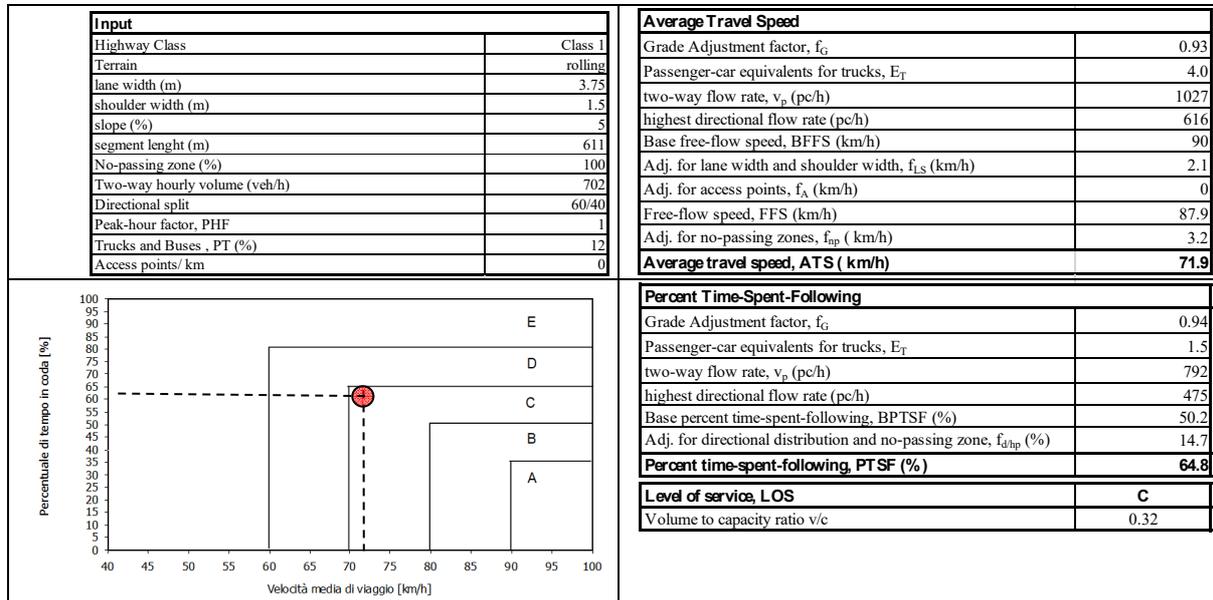
Il Livello di servizio dell'asse di progetto misura qualitativamente le condizioni di circolazione e della loro percezione da parte degli utenti. La verifica del Livello di Servizio della tratta di progetto è stata effettuata utilizzando la procedura proposta dall'HCM (Highway Capacity Manual) che, per la sezione tipo di progetto può adottarsi quella proposta per le "two-lane highways" di classe I. I flussi di traffico considerati sono riportati nel paragrafo precedente.

I livelli prestazionali previsti sono sei (A,B,C,D,E,F)

Tipo di strada	Livello di servizio minimo
Autostrada extraurbana	B
Autostrada urbana	C
Extraurbana principale	B
Extraurbana secondaria	C
Urbana di scorrimento	E
Urbana di quartiere	E
Extraurbana locale	C
Urbana locale	E

Per le strade di tipo C, il livello di servizio è definito in termini di velocità media di viaggio (ATS) e percentuale di tempo in coda (PTFS).

L'andamento altimetrico dell'asse prevede un andamento "monotono" con pendenze che arrivano per brevi tratti al 5%; quindi per la verifica del LOS dell'asse, si è scelto di analizzare quindi il tronco più svantaggiato.



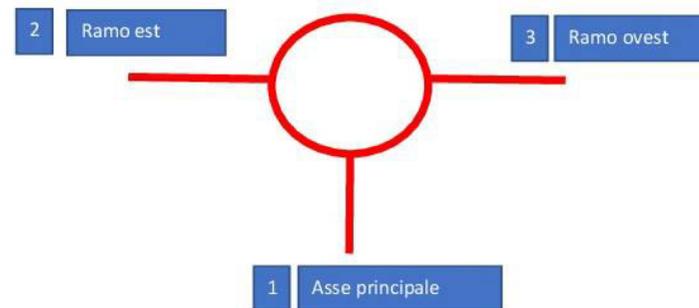
Dall'analisi dei risultati ottenuti si evince come all'apertura all'esercizio sulla base del traffico previsto, della sua composizione e delle caratteristiche geometrico funzionali della strada, si prevede un Livello di Servizio "C", come conseguenza di una velocità media di viaggio stimata di 71.9 Km/h ed una percentuale del tempo speso in coda pari al 64.8%.

In conclusione, i risultati ottenuti evidenziano come il Livello di Servizio atteso rispetti la normativa vigente, con l'ottenimento del corretto dimensionamento dell'infrastruttura rispetto ai traffici attesi.

### 5.1.1. ROTATORIA

Si riportano di seguito le verifiche funzionali (capacità della rotatoria e il livello di servizio – LoS) della rotatoria di progetto. La stima è stata effettuata tramite la procedura SETRA, che tiene conto delle dimensioni dei principali elementi dell'intersezione e restituisce gli indici prestazionali del sistema (tempo medio di attesa in coda ai bracci, lunghezze di coda) e, di conseguenza, i livelli di servizio utilizzando la classificazione L'Highway Capacity Manual.

Matrice O/D transiti					
		Rami di entrata			Q <sub>e,i</sub>
		1	2	3	
Rami di uscita	1	302	21		323
	2	289	187		476
	3	11	123		134
	Q <sub>u,i</sub>	300	425	208	933



	Dati di traffico			Dimensioni			Calcoli			Qe'	δ	δQ	ΔK	Cap residua
	Qe	Qc	Qu	SEP	ENT	ANN	Qd	Qe	Q'u					
Ramo 1	323	123	300	8,90	3,50	6	239	323	122	323	2,71	662,15	662	47%
Ramo 2	476	21	425	5,00	3,50	6	246	476	283	476	2,05	975,8	976	42%
Ramo 3	134	289	208	5,00	3,50	6	446	134	139	134	2,98	274,7	275	83%

#### SOLUZIONE SISTEMA

	Qe	Tempo attesa	Veicoli coda	Liv.Serv. HCM 2000
Ramo 1	613	14	3	B
Ramo 2	826	12	4	B
Ramo 3	787	2	1	A
Qtot	2226			

PROGETTAZIONE ATI:

## 6. DESCRIZIONE TRACCIATO

Il tracciato ha inizio in corrispondenza del Lotto 3 tratto Guinza – Mercatello Ovest, nella rotatoria che riammaglia il tracciato con la strada locale via 'Ca Lillina e si sviluppa verso Ovest con un rettilineo di L=157,00 m in un corridoio pressoché obbligato, in un piccolo abitato locale alla periferia del paese, piega verso destra con una curva di R= 900,00 e prosegue con una sequenza di altre due curve da R=1050,00 m e R= 1280,00 m per poi proseguire con un rettilineo da 640,00 m ed piega verso sinistra che si innesta nella rotatoria di progetto prevista sulla SS73bis.

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 4.94% mentre i raggi minimi sono pari a R=1450m (concavo in approccio alla rotatoria); R=15500m (concavo) R=15000m (convesso).

Come sopra indicato, il tracciato prevede uno svincolo in rotatoria per il collegamento dell'asse di progetto alla SS73bis posta a progressiva 4+108,55 ed è caratterizzata dalla presenza di 3 rami di convergenza e diametro esterno di 50,00 m.

Lungo il tracciato le opere d'arte maggiori presenti sono.

- VI01 - Ponte S. Antonio, L=135 m circa;
- VI02 - Ponte Romito, L=56 m circa;
- GN01 - Galleria Mercatello 1, L= 271 m circa;
- GN02 – Galleria Mercatello 2, L= 750 m circa;

Tutti gli elementi di tracciato sono stati previsti in modo che lo stesso possa essere adeguato alla predisposizione plano-altimetrica futura ad una categoria tipo B.

## 7. SEZIONI TIPO

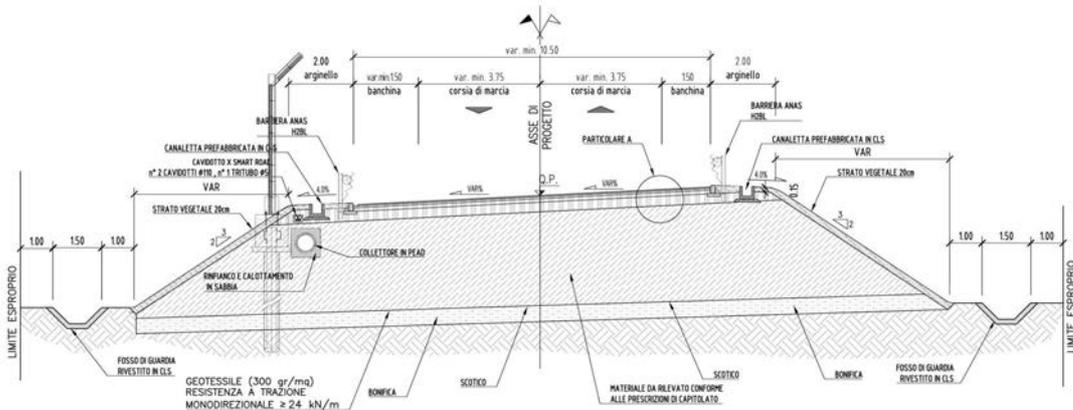
L'infrastruttura è stata progettata in conformità alle vigenti "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", D.M. 5 Novembre 2001, con riferimento alla sezione tipo C1 "strade extraurbane secondarie" per quanto riguarda l'asse principale e con riferimento alla sezione tipo F2 "strade extraurbane locali" per quanto riguarda i rami di innesto sulla rotatoria.

La sezione stradale prevista, sezione tipo C1, è prevista a falda singola in previsione di un futuro adeguamento del tracciato ad una categoria B

### 7.1. ASSE PRINCIPALE

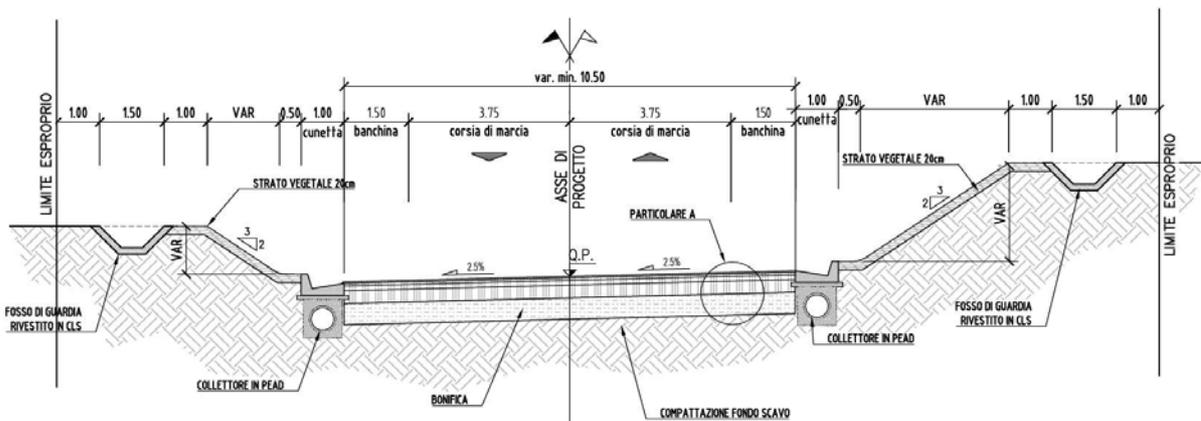
La sezione stradale dell'asse principale è composta da due corsie da 3.75 m con banchine laterali da 1.50 m, per una larghezza complessiva di carreggiata pari a 10.50 m. Nei tratti in sede naturale gli elementi marginali sono costituiti, in rilevato, da un arginello da 2.00 m e in trincea da una cunetta alla francese da 1 m.

ASSE PRINCIPALE IN RILEVATO – CATEGORIA C1  
SCALA 1:100



In rettilineo la sezione stradale è sagomata a falda singola (come descritto in precedenza), 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.

ASSE PRINCIPALE IN SCAVO – CATEGORIA C1  
SCALA 1:100



Per le scarpate dei rilevati è prevista una pendenza 2/3, con eventuale banca intermedia dopo 5 m di altezza dall'argine, in caso di altezze superiori a 6 m. Per le scarpate in scavo è prevista una pendenza di 2/3

## 7.2. RAMI SECONDARI DELLA ROTATORIA

Per i rami secondari e le deviazioni delle provinciali si prevede una sezione stradale ad unica carreggiata da 6,5 m, composta da due corsie di larghezza che va da 2.75 dell'infrastruttura esistente fino alle larghezze da DM per quanto riguarda le corsie di ingresso uscita della rotatoria; allo stesso modo le banchine vanno 1,50 m a 0.50 m, con elementi marginali costituiti da argine da 2.00 m in rilevato o da cunetta alla francese da 1,00 m in scavo.

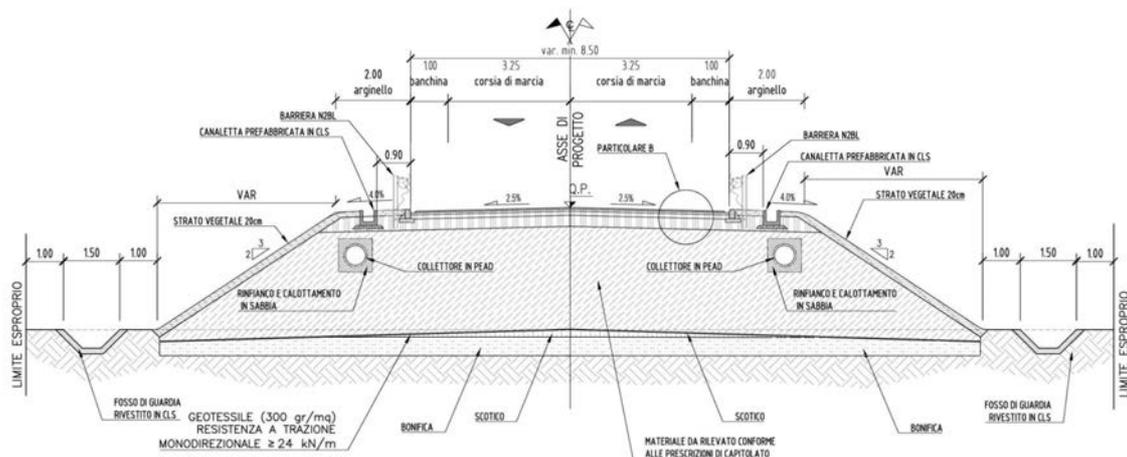
PROGETTAZIONE ATI:

Per le scarpate dei rilevati è prevista una pendenza 2/3, con eventuale banca intermedia dopo 5 m di altezza dall'arginello, in caso di altezze superiori a 5 m. Per le scarpate in scavo è prevista una pendenza di 2/3.

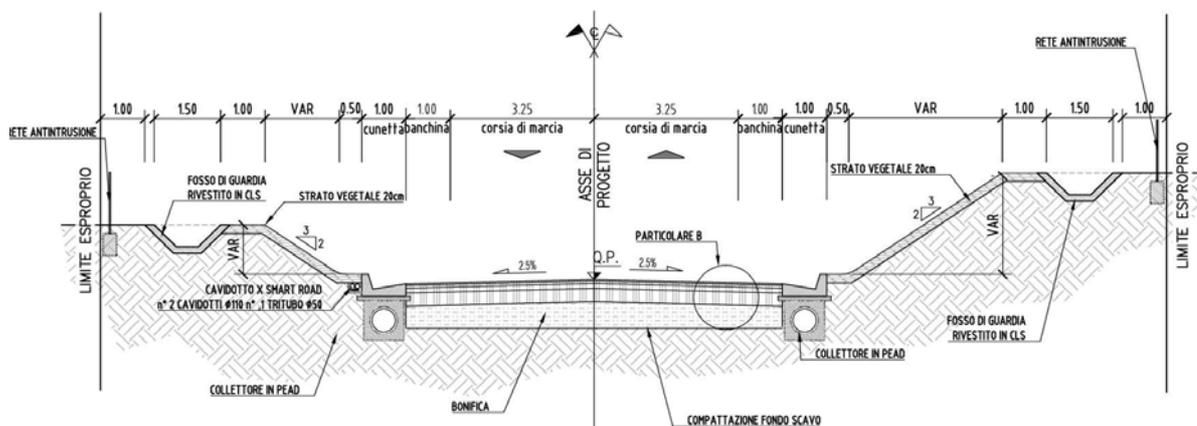
### 7.3. VIABILITÀ LOCALE

Il tracciato di progetto interferisce con il tracciato di via 'Ca Lillina, che rappresenta l'unico collegamento dell'abitato periferico con l'agglomerato di Mercatello. La sezione prevista è una categoria F2 solamente nel breve tratto in variante all'attuale asse viario, con una carreggiata di 6,5 m composta da due corsie da 3,25 m ed una banchina da 1,0 m.

VS02-VS04-VS08 IN RILEVATO  
 CATEGORIA F2  
 SCALA 1:100



VS02-VS04-VS08 IN SCAVO  
 CATEGORIA F2  
 SCALA 1:100



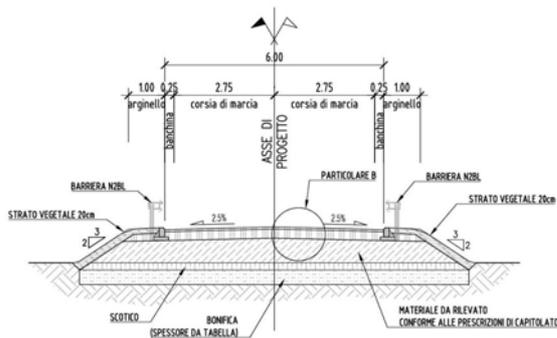
PROGETTAZIONE ATI:

## 7.4. LE STRADE INTERPODERALI

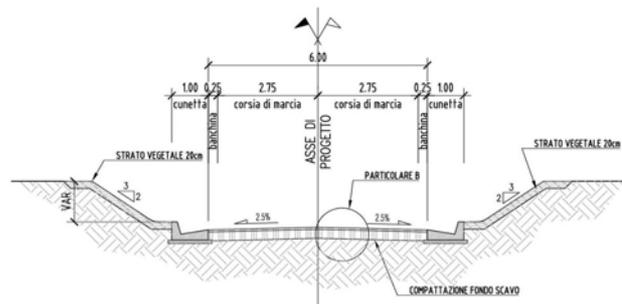
Le strade interpoderali sono previste ad unica carreggiata da 6,0 m, composta da due corsie da 2,75 affiancate da banchine da 0,25 m, con elementi marginali costituiti da arginello da 1 m in rilevato o da cunetta alla francese da 1,0 m in scavo.

Altre strade minori sono previste di larghezza 4,0 m, con arginello da 0,50 m in rilevato o cunetta triangolare in scavo.

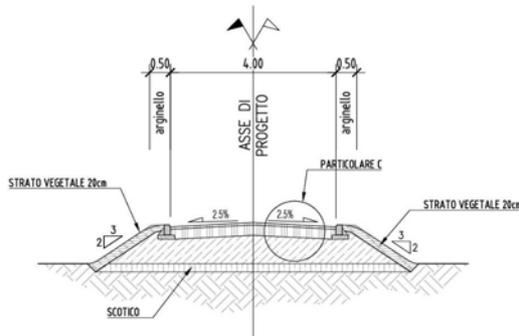
STRADE INTERPODERALI  
VS05A/B-VS07-VS09  
SCALA 1:100



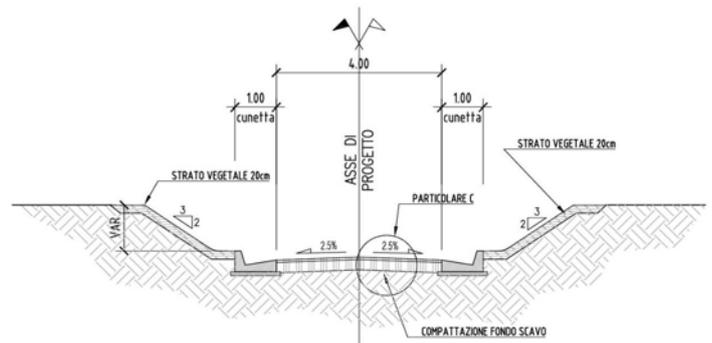
STRADE INTERPODERALI  
VS05A/B-VS07-VS09 IN SCAVO  
SCALA 1:100



STRADE PODERALI  
VS01A/B-VS06 IN RILEVATO  
SCALA 1:100



STRADE INTERPODERALI  
VS01A/B-VS06 IN SCAVO  
SCALA 1:100



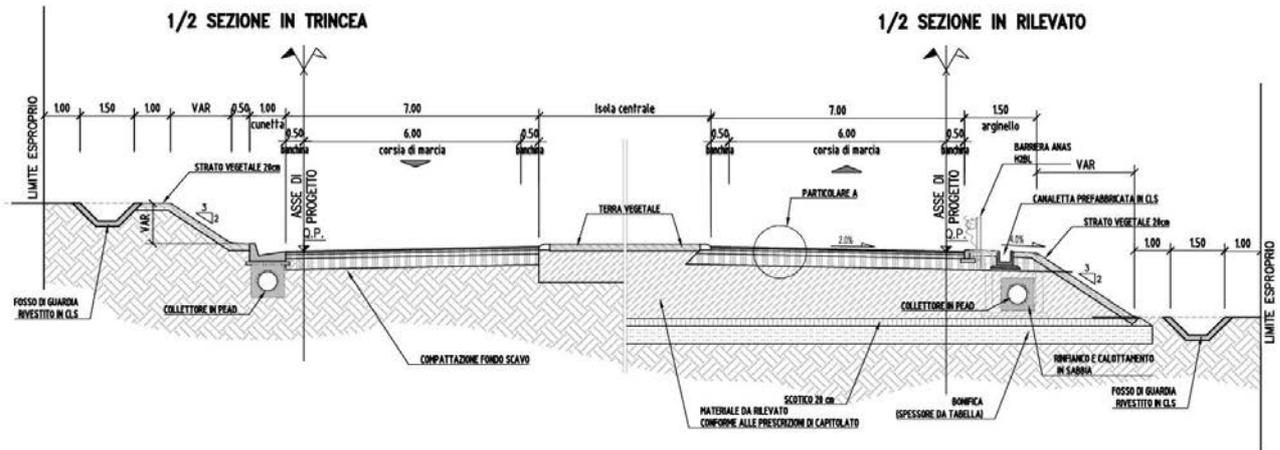
## 7.5. ROTATORIA

Per la nuova rotatoria si prevede un anello giratorio di larghezza pari a 6,00 m, banchina interna ed esterna da 0,65m per una larghezza totale pari a 9,00m. Si prevedono inoltre all'esterno della rotatoria gli stessi elementi marginali e scarpata previste nei rami in ingresso.

PROGETTAZIONE ATI:

**ROTATORIA CONVENZIONALE**

SCALA 1:100

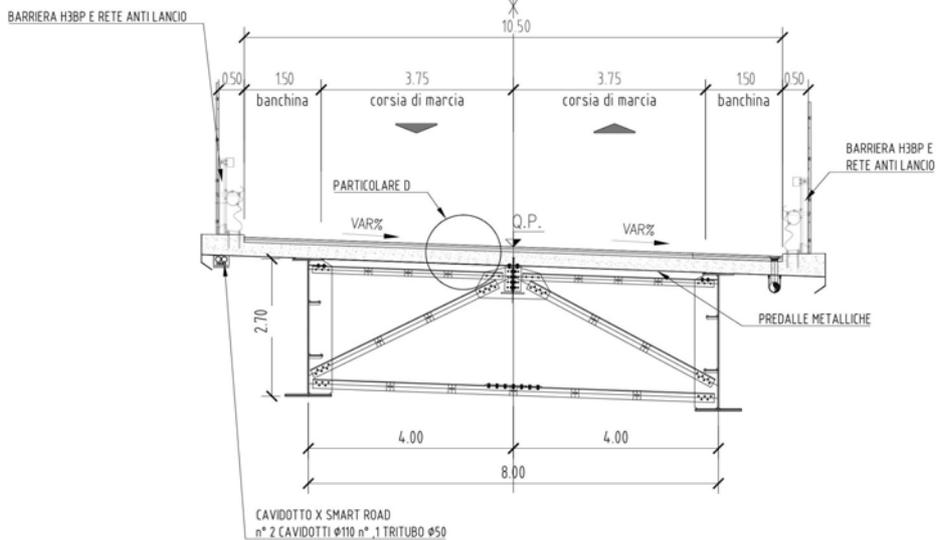


**7.6. OPERE D'ARTE MAGGIORI**

I viadotti sono realizzati in struttura mista Acciaio-calcestruzzo e conservano le larghezze delle corsie e delle banchine caratteristiche del tipo di strada in progetto. A margine della banchina è inserito almeno un cordolo di larghezza pari a 75 cm sul quale è installata la barriera di sicurezza metallica.

**ASSE PRINCIPALE SU VIADOTTO**

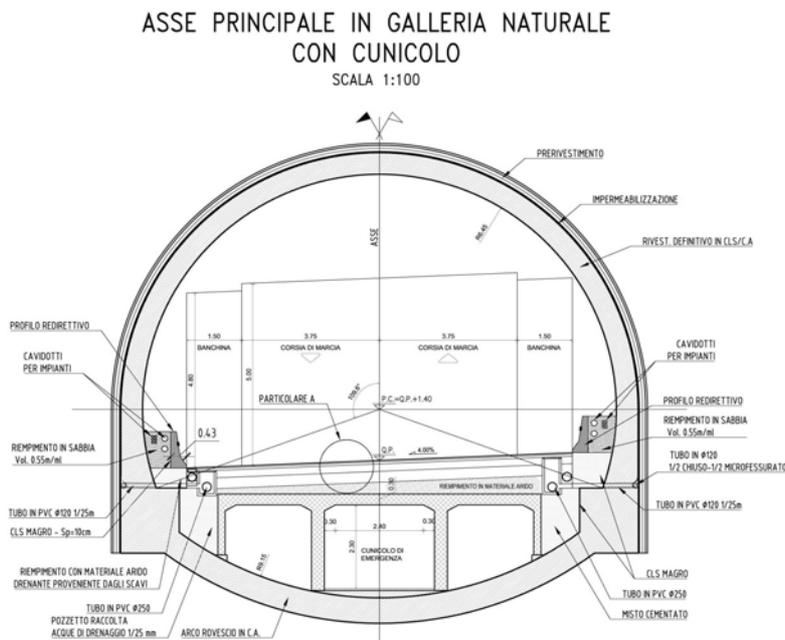
SCALA 1:100



PROGETTAZIONE ATI:

La sezione prevista per le gallerie naturali presenta una geometria d'intradosso del rivestimento della galleria atta a contenere integralmente un cunicolo di evacuazione rispondente a quanto previsto dalle "Linee guida per la progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali secondo la normativa vigente" (L.G. ANAS 2009).

Il cunicolo di emergenza è stato previsto sotto la carreggiata stradale.



## 7.7. OPERE D'ARTE MINORI

Per limitare il consumo di suolo derivante dallo sviluppo delle scarpate nelle sezioni in scavo del tracciato sono state previste palificate tirantate

- OS01 prog. 2+577,7 in dx
- OS02 prog. 3+820 in dx

Lungo il tracciato sono previsti quattro muri di sottoscarpa per il contenimento del rilevato stradale.

- OS03 prog. 0+279,38 in dx
- OS04 prog. 1+193,4 in sx
- OS05 prog. 2+675 in sx
- OS06 prog. 3+515 in sx

Per il riammaglio della viabilità locali, dove interferente con il tracciato sono stati previsti sottopassi scatolari in ca.

- ST01 prog. 0+164,7
- ST02 prog. 0+655
- ST03 prog. 3+055,6

PROGETTAZIONE ATI:

## 8. DIAGRAMMA 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 rettilo.

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.

Per quanto riguarda il diagramma di velocità e le relative verifiche è stata imposta una velocità di percorrenza della rotonda stesse pari a  $30 \text{ km/h}$  mentre è stata lasciata libera la velocità al di fuori delle stesse considerando come da norma una accelerazione ed una decelerazione pari a  $0.8 \text{ m/s}^2$ . Queste ipotesi comportano la necessità di segnalare in modo appropriato la presenza della rotonda finali in quanto comportano una forte riduzione delle velocità, ma non prevedono nessun segnale di limite di velocità lungo il tracciato

### 8.1.1. ASSE PRINCIPALE

Lungo il tracciato è prevista un'unica rotonda nel tratto finale prima della quale si raggiunge la velocità massima di  $100 \text{ km/h}$  prevista per le strade tipo C1.

Nel suo complesso il tracciato in esame, per entrambi i sensi di circolazione, può ritenersi omogeneo in termini di verifica dei gradienti di velocità tra tratti adiacenti ( $V_{p_i} - V_{p_{i+1}} < \Delta V_p$ ), in quanto risultano rispettati i gradienti di velocità di cui al par. 5.4.4 del D.M. 05.11.2001.

Il tratto in approccio alla rotonda la velocità si riduce raggiungendo quella di percorrenza della rotonda stesse pari a  $30 \text{ km/h}$ ; tale scenario risulta compatibile con il comportamento dell'utente stradale in approccio alla rotonda in quanto, a seguito della segnalazione della presenza dell'intersezione stessa, quest'ultimo tenderà a decelerare progressivamente per poter compiere la manovre di ingresso sull'anello, mentre assumerà la velocità di percorrenza della rotonda per compiere la manovre di uscita dall'anello.

Per ulteriori dettagli relativi all'andamento del diagramma di velocità in relazione all'andamento planimetrico dell'asse principale e dei rami d'innesto alla rotonda si rimanda agli elaborati di progetto denominati *Diagrammi di velocità e visuale libera diretta*.

## 9. 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 seguenti caratteristiche del progetto:

PROGETTAZIONE ATI:

## 9.1. VERIFICA DELLE CARATTERISTICHE PLANIMETRICHE

### **Lunghezza massima dei rettifili.**

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 essere 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.**

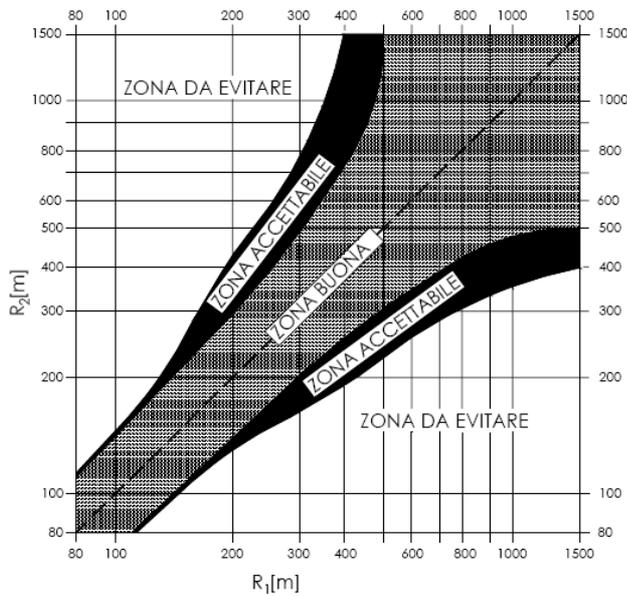
Per una strada tipo C il raggio planimetrico minimo risulta pari a 118m per  $V_p=90$  Km/h.

### **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 rettilo (L).**

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

$$R > L_r \quad \text{per} \quad L_r < 300 \text{ m}$$

$$R \geq 400 \text{ m} \quad \text{per} \quad L_r \geq 300 \text{ m}$$

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

(h1) Criterio limitazione del contraccollo.

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

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

Ponendo il valore limite per il contraccollo pari a:

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

si ottiene:

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

PROGETTAZIONE ATI:

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.

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

PROGETTAZIONE ATI:

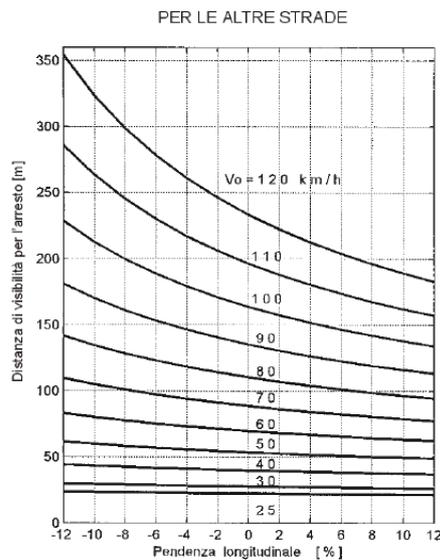
## 9.2. VERIFICA DELLE CARATTERISTICHE ALTIMETRICHE

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

La pendenza longitudinale è limitata al 4,94% nei tratti all'aperto.

### ***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

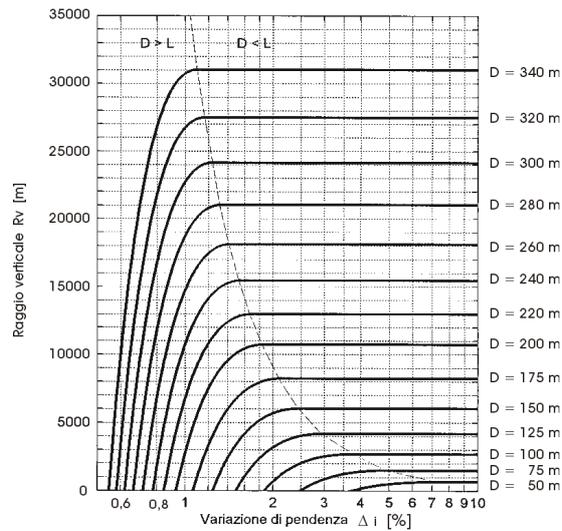


Il calcolo delle distanze è stato eseguito facendo sempre riferimento al D.M. n° 6792 del 5/11/01 adottando le formule valide per i raccordi sia concavi sia convessi verificando i casi sia di  $D_v > L$  sia di  $D_v < L$  con  $L$  = sviluppo del raccordo verticale :

### ***raccordi convessi (dossi)***

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

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



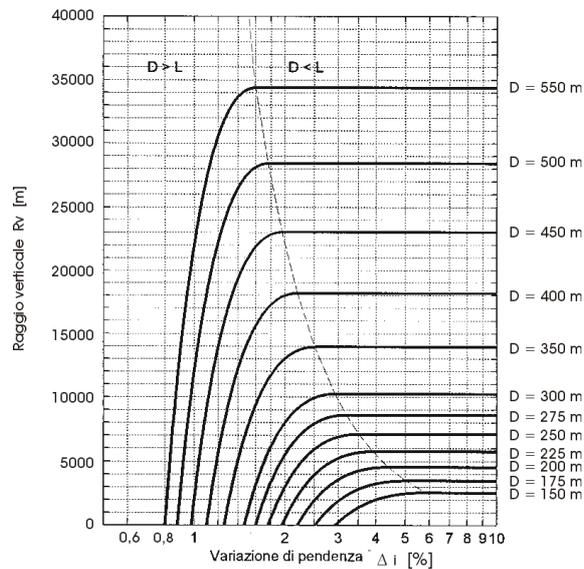
**raccordi concavi (sacche)**

$D_v < L$

$R_v = D^2 / 2 * ( h + D * \sin \vartheta )$

$D_v > L$

$R_v = ( 2 * 100 / \Delta i \vartheta * [ D - 100 * ( h + D * \sin \vartheta ) / \Delta i ]$



considerando:

l'altezza dal piano stradale dell'occhio del conducente  $h_1=1.10m$

l'altezza dal piano stradale dell'ostacolo  $h_2=0.10m$

l'altezza del centro dei fari dal piano stradale  $h=0.50m$

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

PROGETTAZIONE ATI:

### 9.3. VERIFICA DELLE DISTANZE DI VISUALE LIBERA

Lungo il tracciato è stato eseguito sia il calcolo della distanza di visuale libera per l'arresto che per il sorpasso le quali sono state poi confrontate rispettivamente con la distanza di visibilità per l'arresto e la distanza di visibilità per il sorpasso. 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 il sorpasso (nel seguito  $D_s$ ) si intende la lunghezza del tratto di strada occorrente per compiere una manovra di completo sorpasso in sicurezza, quando non si possa escludere l'arrivo di un veicolo in senso opposto.

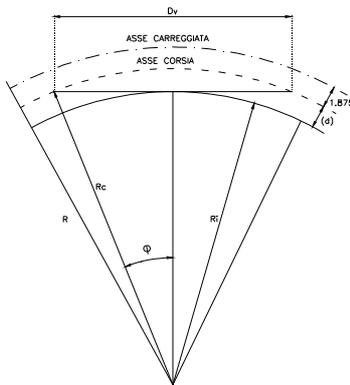
Le verifiche di visibilità sono state eseguite in due fasi successive, la prima in fase di redazione del progetto, atta a definire gli interventi da adottare, mentre la seconda a progettazione ultimata di controllo del rispetto della distanza di visibilità richiesta.

Nella **prima fase** è stata effettuata una verifica tridimensionale, confrontando le distanze di visuale libera con le distanze di arresto, mettendo in evidenza le criticità e determinando gli allargamenti necessari. In base a queste considerazioni 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 contiguo.

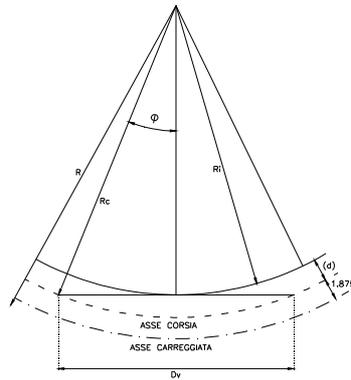
Nella **seconda fase**, dopo aver realizzato il progetto completo di allargamenti su modello digitale, è stata effettuata una verifica tridimensionale, in cui si confrontano le distanze di visuale libera riportate dal programma di calcolo con le distanze di arresto calcolate nelle due condizioni anzidette come si riporta negli elaborati relativi ai diagrammi di visibilità di progetto. Si sottolinea che laddove il passaggio da rilevato-opera a scavo garantisce la visibilità tramite l'implicito arretramento degli elementi margine (assenza in scavo della barriera di sicurezza), è stato possibile ottimizzare l'allargamento.

Le verifiche di cui sopra sono state condotte anche per i rami di raccordo tra le viabilità esistenti e la nuova intersezioni a rotatoria (Rami Est e Ovest delle Rotatoria) e per la deviazione delle strade locali introducendo, in quest'ultimo caso, gli opportuni allargamenti per visibilità.

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 suo occhio sia posto a 1,10 m dal piano viabile. Nella valutazione della *distanza di visibilità per l'arresto* si assume che l'ostacolo sia collocata a un'altezza di 0,10 m dal piano viabile e sempre lungo l'asse della corsia occupata dal conducente; invece, nel caso di *distanza di visibilità per il sorpasso*, si assume che l'ostacolo sia collocata ad un'altezza di 1,10 m dal piano viabile e nella corsia opposta. La distanza di visuale libera è stata desunta con la seguente relazione:

$$D_{VL} = 2 R_c \operatorname{sen} \varphi$$

Con:

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

$$\varphi = \operatorname{arc} \cos (R_i/R_c)$$

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

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

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

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

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 il sorpasso, da garantire lungo tutto il tracciato 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 da attribuire sia al veicolo sorpassante che a veicolo proveniente dal senso di marcia opposto.

Come si può vedere dai diagrammi di velocità e visibilità di seguito riportati, tutte le curve planimetriche hanno superato la verifica, avendo però adottato i seguenti provvedimenti:

- Allargare secondo quanto richiesto dalle verifiche di visibilità in sinistra e destra la sagoma stradale (viadotti compresi), mediante l'arretramento degli elementi di margine e prevedendo una zona pavimentata non carrabile caratterizzata da un'opportuna segnaletica orizzontale ("zebratura" e "banda sonora" di margine)

- Allontanando gli elementi di margine;

Di seguito si riportano i diagrammi con le verifiche di visibilità:

Diagramma asse principale diretto
Diagramma asse principale inverso

Inoltre secondo quanto richiesto dall'ente gestore sono state condotte le necessarie verifiche sopra descritte, anche in relazione al futuro raddoppio dell'infrastruttura, considerando l'attuale sede stradale di progetto, come la futura semicarreggiata di una sezione tipo B in direzione Grosseto.

Diagramma asse principale diretto
-----------------------------------

### 9.3.1. ALLARGAMENTI PER GARANTIRE LA DISTANZA DI VISIBILITA' PREVISTI

Asse principale

Curva	Lato	Allargamento
R=900 m	SX	1,47 m

Viabilità secondaria

Viabilità	Raggio	Lato	Allargamento
VS02	R=120.00 m	DX	0.600 m
VS07	R=95.00 m	DX	1.840 m

### 9.1. 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:

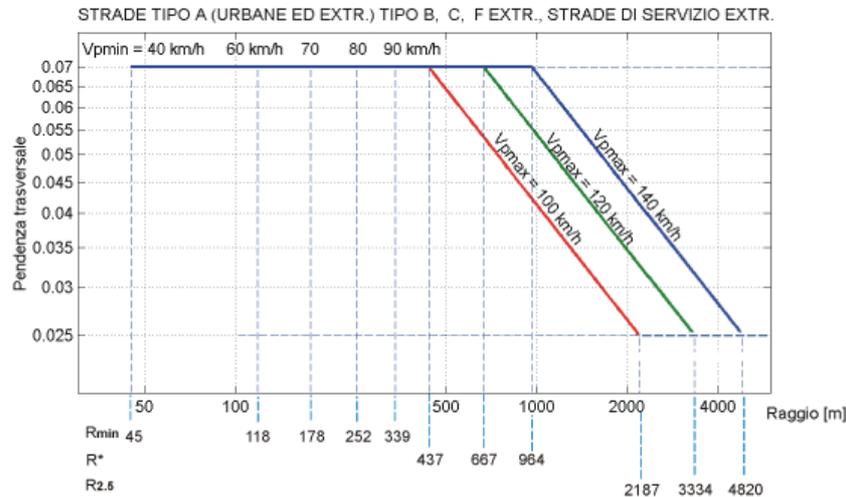
$V_p$  è la velocità di progetto in curva;

R è il raggio della stessa;

q è la pendenza trasversale in valore assoluto;

PROGETTAZIONE ATI:

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



### 9.1. ALLARGAMENTI DELLA CARREGGIATA IN CURVA

Allo scopo di consentire la sicura iscrizione dei veicoli nei tratti curvilinei del tracciato, conservando i necessari franchi fra la sagoma limite dei veicoli e i margini delle corsie, è necessario che nelle curve circolari ciascuna corsia sia allargata di una quantità E, data dalla relazione:

$$E = \frac{K}{R} \quad [m]$$

dove:

K = 45;

R = raggio esterno (in m) della corsia (per R > 40 m si può assumere, nel caso di strade ad unica carreggiata a due corsie, il valore del raggio uguale a quello dell'asse della carreggiata).

Se il valore dell'allargamento è inferiore a 20 cm, le corsie conservano le larghezze che hanno in rettilineo, avendo un allargamento effettivo pari a zero. Se invece il valore  $E=45/R$  è maggiore o uguale a 20 cm, l'allargamento effettivo è pari ad E.

Il valore così determinato potrà essere opportunamente ridotto, al massimo fino alla metà, qualora si ritenga poco probabile l'incrocio in curva di due veicoli appartenenti ai seguenti tipi: autobus ed autocarri di grosse dimensioni, autotreni ed autoarticolati.

Nel caso di raccordo clotoidico (rettilineo/curva), l'allargamento parte 7,50 m prima dell'inizio della curva di raccordo e termina 7,50 m dopo il punto finale del raccordo. La lunghezza complessiva  $L_z$  del tratto di strada lungo il quale si effettua l'allargamento è valutata tramite la seguente relazione:

PROGETTAZIONE ATI:

$$L_z = 2 \times 7,50 + L \quad [m]$$

dove: L = lunghezza della curva di raccordo (m);

Nello specifico, lungo l'asse principale è stato necessario prevedere un solo allargamento le cui caratteristiche geometriche di seguito riportate sono state ricavate secondo quanto sopra esposto:

Asse principale

Curva	Direzione	Allargamento
R=135m	SX	0.30 m

Sono stati previsti degli allargamenti per favorire l'iscrizione dei veicoli in curva sulle viabilità secondarie che presentano raggi ridotti

### 9.1. PIAZZOLE DI SOSTA

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

Le piazzole di sosta 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).

Si riporta di seguito la tabella contenente il riepilogo delle piazzole di sosta previste lungo l'asse principale, con indicazione della loro ubicazione e interdistanza:

1	PIAZZOLA DI SOSTA dx	pk 0+229.39
2	PIAZZOLA DI SOSTA sx	pk 0+294.47
3	PIAZZOLA DI SOSTA sx	pk 1+205.70
4	PIAZZOLA DI SOSTA dx	pk 1+275.90
5	PIAZZOLA DI SOSTA sx	pk 2+621.00
6	PIAZZOLA DI SOSTA dx	pk 2+719.89

La posizione delle piazzole risulta fortemente vincolata dalla presenza delle gallerie e dalle geometrie stradali. Le piazzole inserite sono state ubicate in punti del tracciato tali da garantire le migliori condizioni di visibilità possibile.

## 10. CARATTERISTICHE PROGETTUALI E VERIFICHE ROTATORIA

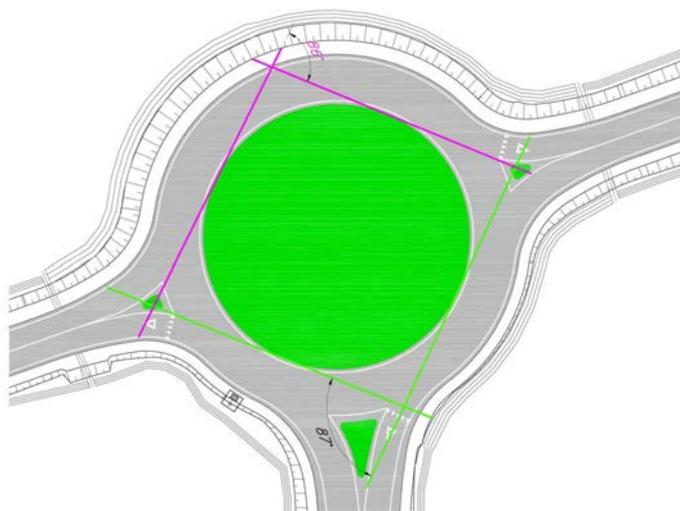
Per la progettazione geometrica delle rampe di svincolo è stato seguito il DM 19-04-2006, “Norme funzionali e Geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”.

### 10.1. VERIFICHE ROTATORIA DI PROGETTO

#### 10.1.1. VERIFICA ANGOLO DI DEVIAZIONE

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

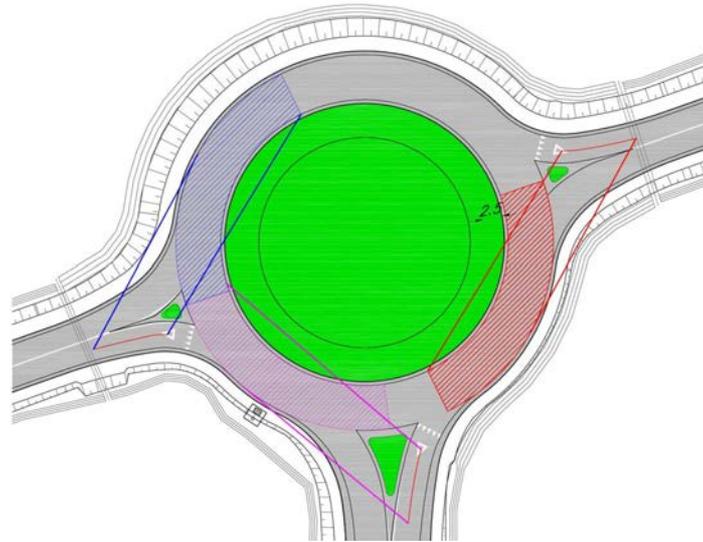
Come si rileva dalle figure di seguito riportate per entrambe la rotatoria l'angolo di deviazione risulta sempre superiore a 45°, in linea con quanto suggerito dalla su citata norma.



#### 10.1.1. VERIFICHE VISIBILITA'

Di seguito le verifiche di visibilità previste al paragrafo 4.6 del D.M. 19.04.2006 relativo alle intersezioni.

Come si rileva dalla figura di seguito riportata per la rotatoria 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 avvicinano alla rotatoria la possibilità di vedere i veicoli che percorrono l'anello giratorio, al fine di cedere ad essi la precedenza o eventualmente arrestarsi.



## 11. VERIFICHE DI VISIBILITÀ PER L'ARRESTO

Al fine di garantire il regolare funzionamento delle intersezioni a raso, come principio di carattere generale occorre procedere con la “gerarchizzazione delle manovre”, in modo da articolare le correnti veicolari coinvolte in principali e secondarie; ne consegue la necessita di introdurre della segnaletica specifica (segnali di precedenza o di stop) per ogni punto di conflitto, evitando in tal modo di porre in essere situazioni regolate dalla semplice regola di “precedenza a destra”.

Per le traiettorie prioritarie devono essere mantenute all'interno dell'intera area di intersezione le medesime condizioni di visibilità previste dalla specifica normativa lungo l'intero tracciato; la presenza dell'intersezione non può difatti costituire deroga agli standard usuali in rapporto alla visibilità del tracciato.

Come prescritto dal DM 19.04.2006, infatti, nel caso delle intersezioni a raso occorre garantire un'adeguata visibilità ai fini della sicurezza. Le verifiche sono state sviluppate secondo il criterio dei triangoli di visibilità, all'interno dei quali non devono esistere ostacoli alla continua e diretta visione reciproca dei veicoli in approccio al punto di intersezione considerato (si considerano ostacoli per la visibilità oggetti isolati aventi la massima dimensione planimetrica superiore a 0.8 m).



PROGETTAZIONE ATI:

In particolare, il lato maggiore del triangolo di visibilità viene rappresentato dalla distanza di visibilità principale D, data dall'espressione:

$$D = v \times t$$

dove:

v = velocità di riferimento [m/s], pari al valore della velocità di progetto caratteristica del tratto considerato o, in caso di limiti impositivi di velocità, dal valore prescritto dalla segnaletica;

t= tempo di manovra, pari a 12 s nel caso di manovre regolate da precedenza, o pari a 6 s in caso di manovre regolate da Stop.

Tali valori vanno inoltre incrementati di un secondo per ogni punto percentuale di pendenza longitudinale del ramo secondario superiore a 2%.

Il lato minore del triangolo di visibilità sarà commisurato ad una distanza di 20 m dal ciglio della strada principale, per le intersezioni regolate da precedenza, e di 3 m dalla linea di arresto, per quelle regolate da Stop.

Si riportano nella seguente tabella i valori da verificare come distanza di visibilità principale in base alla tipologia di intersezioni a raso presenti nel progetto e alla loro velocità di riferimento.

	Vp1 (km/h)							
	30	40	50	60	70	80	90	100
Dp (m)	100.00	133.33	166.67	200.00	233.33	266.67	300.00	333.33
Ds (m)	50.00	66.67	83.33	100.00	116.67	133.33	150.00	166.67

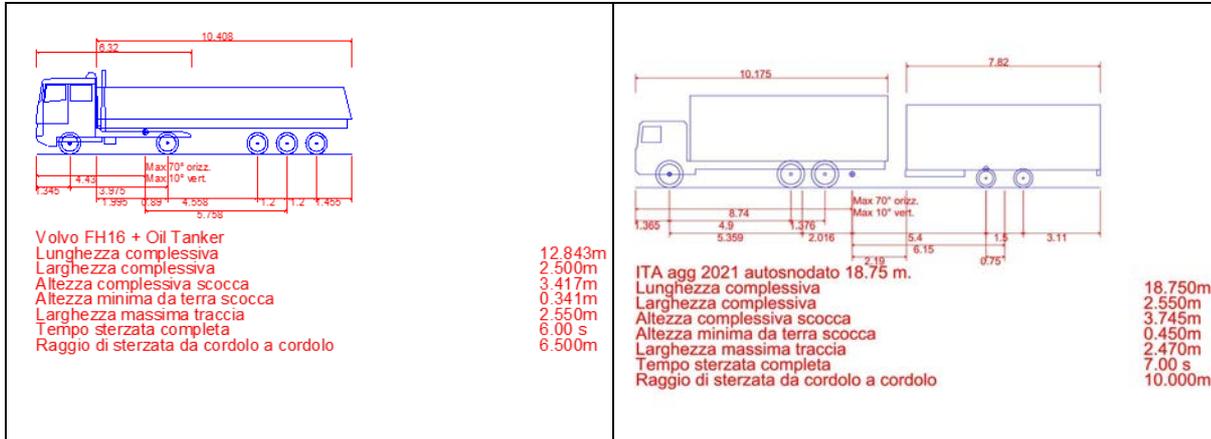
Lunghezza del lato maggiore del triangolo di visibilità.

Si riportano di seguito la tabella con i parametri utilizzati per il calcolo dei triangoli di visibilità per le strade interferite e gli accessi presenti sui rami delle due nuove rotonde in progetto con indicazione del tipo di manovra prevista.

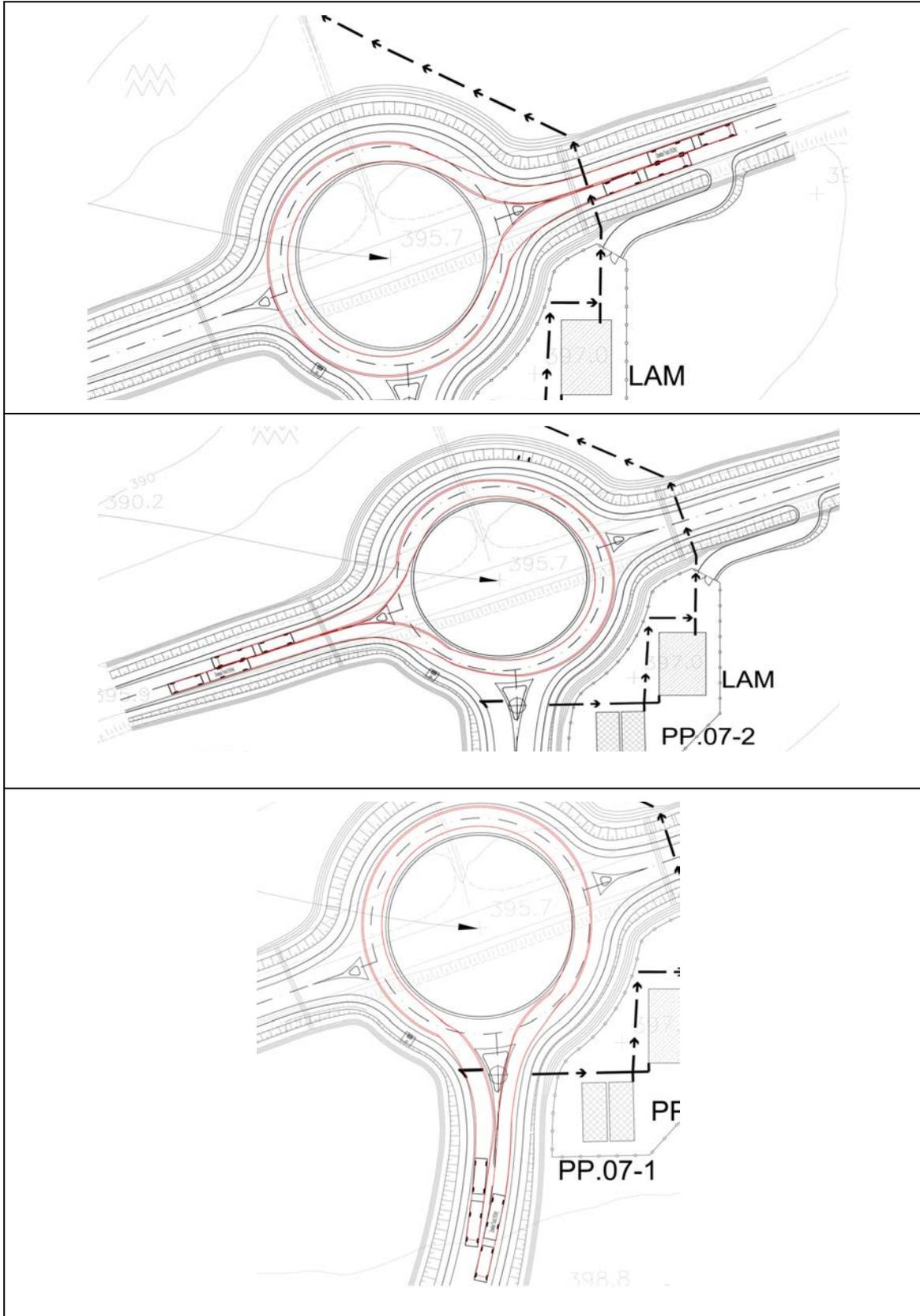
	Manovra	v (m/s)	t(s)	D(m)		V km/h
<b>Intersezione 1 VS01b-VS01C</b>	STOP	8,3	6	64.0	64.0	30
<b>Intersezione 2 VS02-VS03</b>	STOP	11.1	6	72.2	72.2	40
<b>Intersezione 3 VS02-Via 'Ca Lillina</b>	STOP	11.1	6	66.7	66.6	40
<b>Intersezione 4 VS05a-Via 'Ca Lillina</b>	STOP	11.1	6	66.65	66.60	40

## 12. VERIFICHE INGOMBRO MEZZI PESANTI

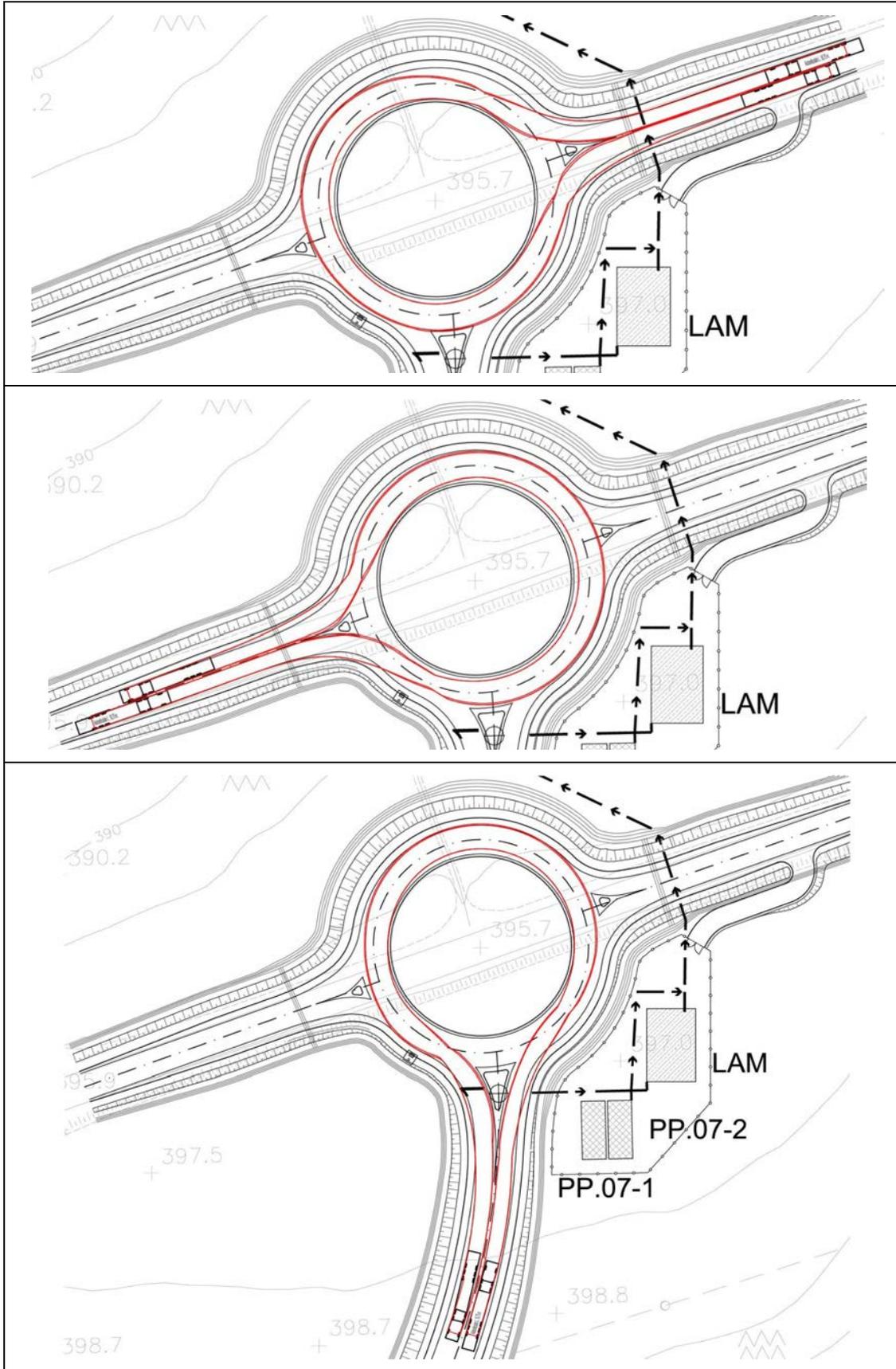
Per la verifica del passaggio di mezzi pesanti in rotatoria è stata condotta una simulazione di massimo ingombro con  $L_{max} = 12,80$  m ed un autotreno  $L_{max} = 18,00$  m



Di seguito si riportano gli ingombri prima del massimo ingombro del mezzo autoarticolato da 12,80 metri poi dell'autotreno.



PROGETTAZIONE ATI:



PROGETTAZIONE ATI:

### 13. CALCOLO PAVIMENTAZIONE ASSE PRINCIPALE

Il presente capitolo ha per oggetto l'analisi della pavimentazione utilizzata per la viabilità del progetto in oggetto, che prevede il seguente pacchetto strutturale:

- 4 cm strato di usura;
- 6 cm strato di collegamento in conglomerato bituminoso (binder);
- 15 cm strato di base in conglomerato bituminoso;
- 25 cm strato di fondazione in misto granulare stabilizzato.

Quest'ultimo è stato verificato secondo la procedura di seguito illustrata affinché sia in grado di garantire un elevato livello prestazionale in relazione alla mole di traffico.

#### 13.1. METODO DI CALCOLO DI RIFERIMENTO

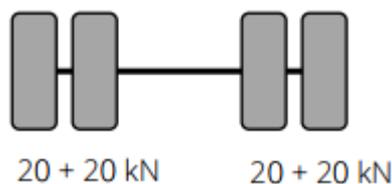
La pavimentazione stradale deve svolgere tre funzioni fondamentali:

- garantire una superficie di rotolamento regolare e poco deformabile;
- ripartire sul terreno le azioni statiche e dinamiche dei veicoli, in modo tale da non determinare deformazioni permanenti dannose alla sicurezza ed al comfort di moto;
- proteggere il corpo stradale dagli agenti atmosferici che possono provocare instabilità del piano viabile.

La verifica della pavimentazione viene effettuata con il metodo AASHTO Design of Pavement Structures, correntemente denominato “degli indici di spessore”.

Tale metodo è basato su una serie di relazioni fra un numero indicato come indice di spessore e la quantità di ripetizioni di carico da parte di assi, singoli o binati, diversamente caricati dei veicoli che si presume transiteranno sull'opera nella sua vita utile.

Pertanto, si dovrà determinare il numero cumulato di assi standard equivalenti (l'asse standard è l'asse singolo con ruote gemelle da 18 kips=80 kN=8,2 t) che la pavimentazione può sopportare prima di raggiungere il fissato grado di ammaloramento finale, provocato dal passaggio degli assi dei veicoli reali.



I parametri di confronto principali sono:

- L'indice W8.2 è influenzato da: caratteristiche meccaniche dei materiali, spessore degli strati, portanza del sottofondo, massima perdita di efficienza della pavimentazione, coefficiente di

PROGETTAZIONE ATI:

sicurezza (fissato attraverso l'affidabilità, ovvero la probabilità che la pavimentazione resista al traffico cumulato che transiterà durante la sua vita utile);

- Il parametro N8.2 dipende da: tipo di veicoli commerciali del parco veicolare italiano, numero medio di assi di un generico veicolo commerciale, spettro di traffico prevedibile, ripartizione dello stesso tra le corsie di marcia, dispersione delle traiettorie.

In questo modo si potrà ottenere la massima perdita di efficienza ammissibile ( $\Delta PSI$ ), che corrisponde alla differenza tra PSI (Present Serviceability Index) iniziale (ad opera appena ultimata) e PSI finale (al termine della vita utile).

### 13.1.1. TRAFFICO DI PROGETTO

Il dimensionamento della pavimentazione stradale parte dalla definizione del traffico di progetto che interesserà la sovrastruttura stradale nella sua vita utile fissata a 20 anni.

Il TGM di progetto è di 8.000 veicoli/giorno con un tasso di veicoli commerciali pari al 12%. Il ciclo di vita della pavimentazione è stato posto pari a 20 anni con un tasso di crescita del 2.57%.

TRAFFICO	
TIPO DI STRADA	strade extraurbane principali e secondarie a forte traffico
TGM	8000
PERCENTUALE VEICOLI COMMERCIALI	12.00%
TASSO DI CRESCITA	2.57%
N (ANNI)	20
SENSO UNICO	NO
COEFFICIENTE DI DIREZIONE	0.5
NUMERO DI CORSIE IN ENTRAMBE LE DIREZIONI	1

Dai dati di input, riportati sopra, è stato possibile calcolare il passaggio dei veicoli commerciali nel periodo di progetto.

$$TGM_{Progetto} = \sum_{i=1}^{n(anni)} TGM_i$$

Dove:

$$TGM_i = TGM \times HGV \times 365 \times Dd \times Dl \times \left( \frac{(r + 1)^n - 1}{r} \right)$$

NUMERO DI VEICOLI COMMERCIALI IN UN ANNO	175200
NUMERO DI VEICOLI COMMERCIALI NEL PERIODO DI PROGETTO	4507094

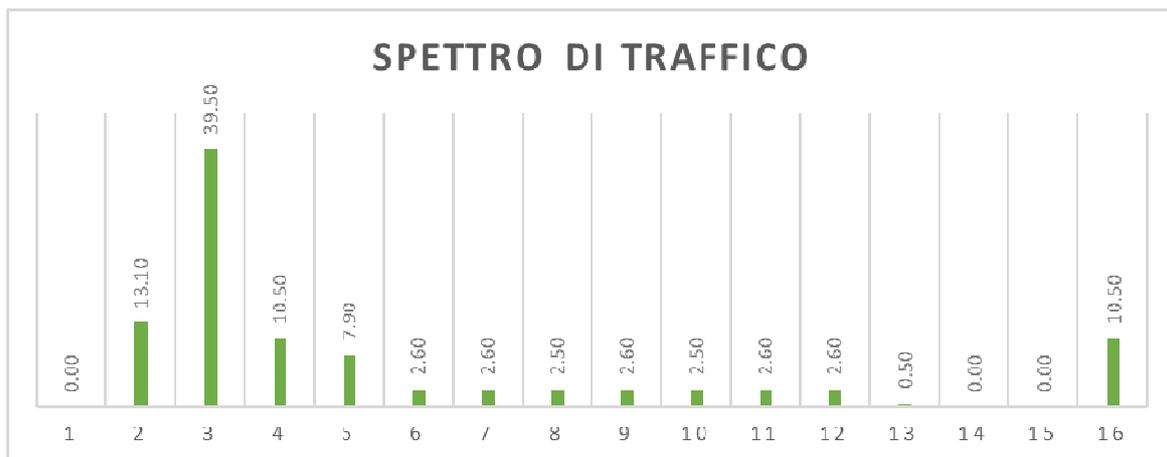
Il CNR identifica per ogni tipologia di strada, lo spettro di traffico ad essa associato

Tipo di strada	Classe dei veicoli																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	

PROGETTAZIONE ATI:

autostrade extraurbane	12.2		24.4	14.6	2.4	12.2	2.4	4.9	2.4	4.9	2.4	4.9	0.1			12.2
autostrade urbane	18.2	18.2	16.5										1.6	18.2	27.3	
strade extraurbane 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
strade extraurbane secondarie ordinarie			58.8	29.4		5.9		2.8					0.2			2.9
strade extraurbane secondarie turistiche	24.5		40.8	16.3		4.15		2					0.05			12.2
strade urbane di scorrimento	18.2	18.2	16.5										1.6	18.2	27.3	
strade urbane di quartiere e locali	80													20		
corsie preferenziali														47	53	

Lo spettro di traffico di progetto risulta così essere ripartito



### 13.1.2. CONDIZIONI CLIMATICHE

Le proprietà meccaniche di alcuni materiali impiegati nella realizzazione delle pavimentazioni stradali (conglomerati bituminosi) risentono fortemente delle variazioni di temperatura, poiché essa influenza i valori del modulo complesso (parametro meccanico rappresentativo degli strati legati a bitume). Risulta necessario dunque suddividere l'anno in periodi caratterizzati da una temperatura media dell'aria pressoché uniforme (tipicamente 4 periodi della durata di 3 mesi ciascuno, corrispondenti alle 4 stagioni).

Nel caso in esame ci si è riferiti alle situazioni climatiche medie dell'Italia meridionale, suggerite dal Catalogo delle Pavimentazioni Stradali.

### 13.2. PARAMETRI DI CALCOLO ASSUNTI

I metodi razionali per il calcolo delle pavimentazioni, come detto, si basano sulla determinazione dello stato tenso-deformativo all'interno della sovrastruttura stessa.

lo schema di riferimento è quello del multistrato elastico, caratterizzato da una serie di strati di spessore predefinito al di sopra di un semispazio elastico. Le ipotesi alla base di tale modello sono le seguenti:

- materiali elastici, omogenei ed isotropi;
- spessore costante dei singoli strati;
- sottofondo considerato come semispazio;
- perfetta aderenza tra gli strati;
- i carichi applicati sono considerati circolari (impronta di carico circolare con pressione uniforme).

Al fine di poter procedere al calcolo tenso-deformativo, risulta dunque necessario assegnare, ai diversi strati, dei parametri meccanici che meglio rappresentino il loro comportamento sotto carico. Per il calcolo si è fatto riferimento ad una strada tipo C1 "extraurbana secondaria", con portanza del sottofondo in termini di modulo resiliente pari a 70 N/mm<sup>2</sup> (sottofondo di media portanza), livello di affidabilità pari al 90%, l'indice di funzionalità finale 2.5.

### 13.3. CALCOLO ESAL

Il dimensionamento di una qualsiasi struttura richiede la previsione dei carichi che questa dovrà sopportare durante la sua vita utile.

Nel caso stradale, è necessario determinare un parametro in evoluzione, quale è il traffico veicolare, ed in particolare, il traffico pesante che maggiormente grava sulla struttura.

Per rendere omogenee le molteplici categorie di veicoli, il metodo proposto dall'"AASHTO Interim guide" equipara i carichi di differente entità dei vari assi ad un unico asse di riferimento (ESA, Equivalent Standard Axle) mediante l'utilizzo di opportuni fattori di equivalenza (EF Equivalent Factor) e rapportando gli effetti prodotti dai vari veicoli ad un'unica tipologia di carico.

Ricavato il numero di totale di assi standard, tale valore deve essere confrontato con il numero massimo di assi che la pavimentazione di progetto è in grado di sopportare nell'arco dell'intera vita utile. La base per la procedura AASHTO risulta quindi essere uno studio del traffico veicolare al fine di ottenere il numero dei veicoli pesanti transitanti sulla pavimentazione nell'arco della sua vita utile.

La trasformazione di tale valore in assi standard richiede il calcolo seguente

$$\log_{10} \left( \frac{w_x}{w_{18}} \right) = 4,79 \times \log_{10} (18 + 1) - 4,79 \times \log_{10} (L_x + L_2) + 4,33 \times \log_{10} (L_2) + \frac{G}{\beta_x} - \frac{G}{\beta_{18}}$$

PROGETTAZIONE ATI:

$$G = \log_{10} \left( \frac{4,2 - Pt}{4,2 - 1,5} \right)$$

$$\beta_x = 0,4 + \frac{0,081 \times (L_x + L_2)^{3,23}}{(SN + 1)^{5,19} \times L_2^{3,23}}$$

Dai calcoli eseguiti si ottiene un numero degli assi equivalenti che risulta quindi essere 8.712.000,00.

I valori dello Structural Number (SN) sono ricavati dalle tabelle AASHTO

STRATI PAVIMENTAZIONE	ai	mi
USURA	0.43	1
USURA DRENANTE	0.28	1
BINDER	0.4	1
BASE	0.28	1
FONDAZIONE MISTO CEMENTATO	0.18	0.98
FONDAZIONE MISTO GRANULARE	0.11	0.95
SOTTOFONDAZIONE MISTO GRANULARE	0.11	0.95

#### 13.4. SOTTOFONDO

Per il sottofondo, in accordo con numerose esperienze sperimentali le quali propongono per il modulo elastico un valore pari al doppio del modulo di deformazione determinato con piastra statica al primo ciclo di carico, è stato adottato un valore di modulo pari a 70 Mpa. Il coefficiente di Poisson è stato posto pari a 0,45

#### 13.5. FONDAZIONE IN MISTO GRANULARE

Il modulo dello strato di fondazione in misto granulare è stato stimato in riferimento alla relazione proposta da Shell Institute, secondo cui il modulo dello strato in misto granulare è influenzato dallo spessore dello strato stesso e dal modulo del sottofondo

$$E_{mg} = 0,2 \cdot h_{mg}^{0,45} \cdot E_{sf}$$

Da cui si ricava che il modulo elastico dello strato in misto granulare risulta essere pari a 172 MPa con un coefficiente di Poisson pari a 0,4

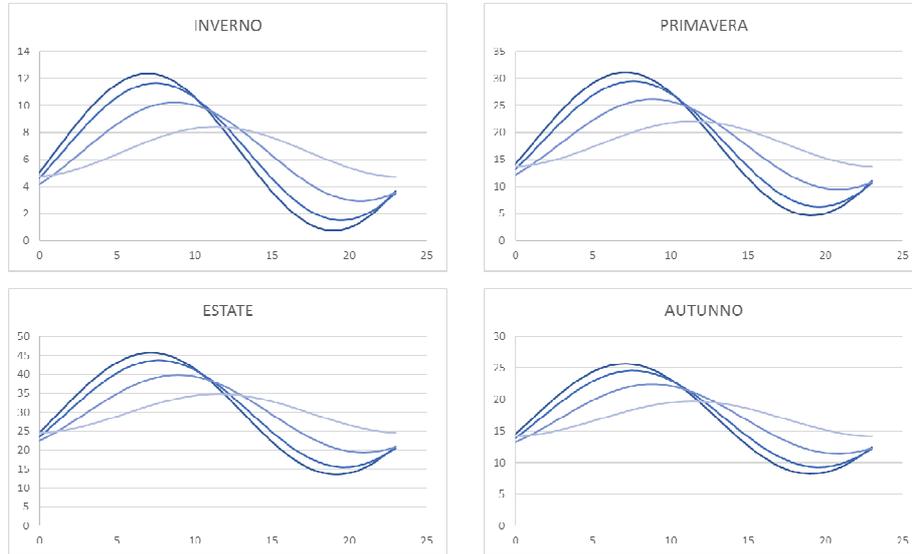
#### 13.6. STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO

La determinazione dei moduli degli strati in conglomerato bituminoso è ricavabile tramite le equazioni di Frencken, secondo cui il modulo complesso si può esprimere come prodotto di una componente vetrosa e di una componente ridotta.

Questa relazione risulta essere dipendente da temperatura tramite la formula di Barber

$$T_{pav}(z, t) = T_{ag} + R + \left( \frac{A_g}{2} + 3R \right) \cdot F \cdot e^{-C \cdot z} \cdot \sin \left[ 0,262 \cdot t - C \cdot z - \arctg \left( \frac{C}{H + C} \right) \right]$$

Da quest'ultima formula è possibile ricavare l'andamento della temperatura media, in base alla profondità dello strato di conglomerato bituminoso scelto, nelle diverse stagioni durante la giornata:



T media giornaliera	Inverno				Primavera				Estate				Autunno			
	0	0.02	0.07	0.175	0	0.02	0.07	0.175	0	0.02	0.07	0.175	0	0.02	0.07	0.175
	6.576534	6.576286	6.576123	6.576825	17.85373	17.85321	17.85292	17.85461	29.60159	29.60101	29.60078	29.603	16.92493	16.92457	16.92437	16.92547

Le caratteristiche geotecniche volumetriche degli strati di conglomerato risultano avere le seguenti caratteristiche

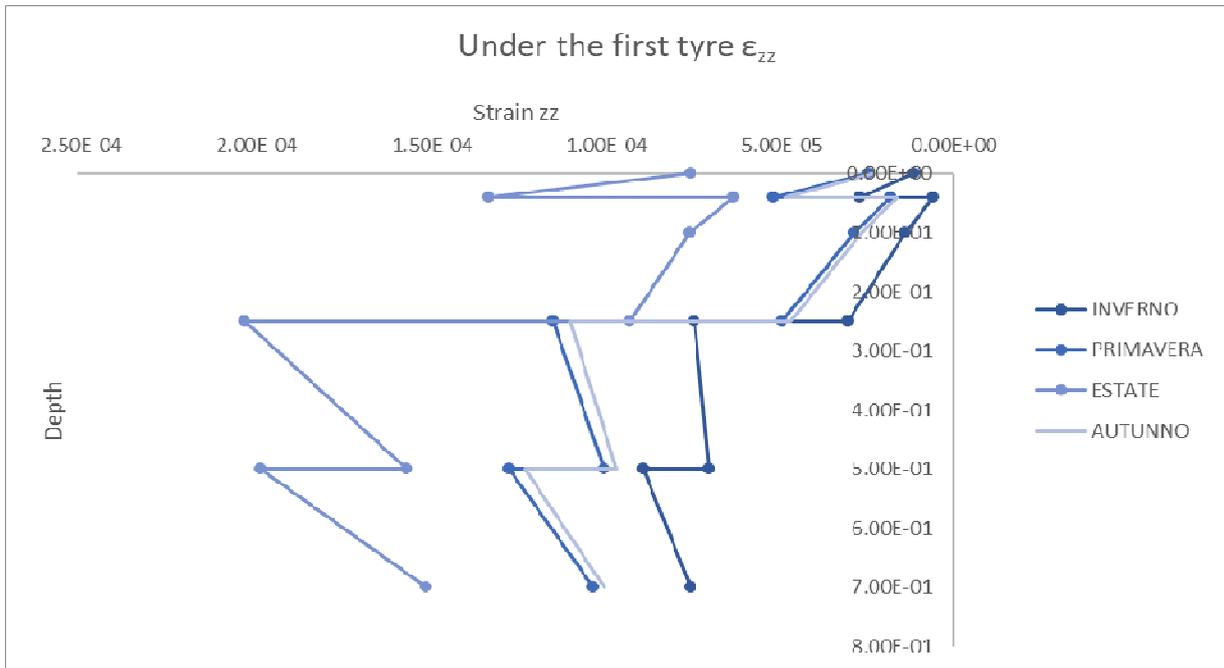
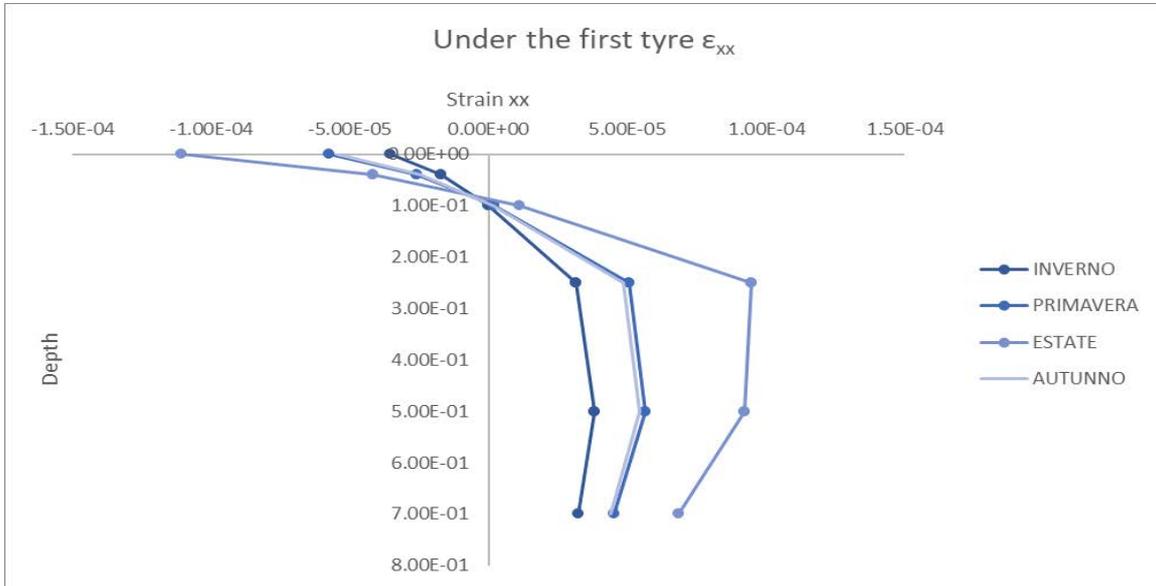
	vg	vb	va
usura	72	8	20
binder	84.3	10.7	5
base	84.3	10.7	5

Riassumendo il modulo complesso variabile in base al variare della temperatura risulta essere pari a:

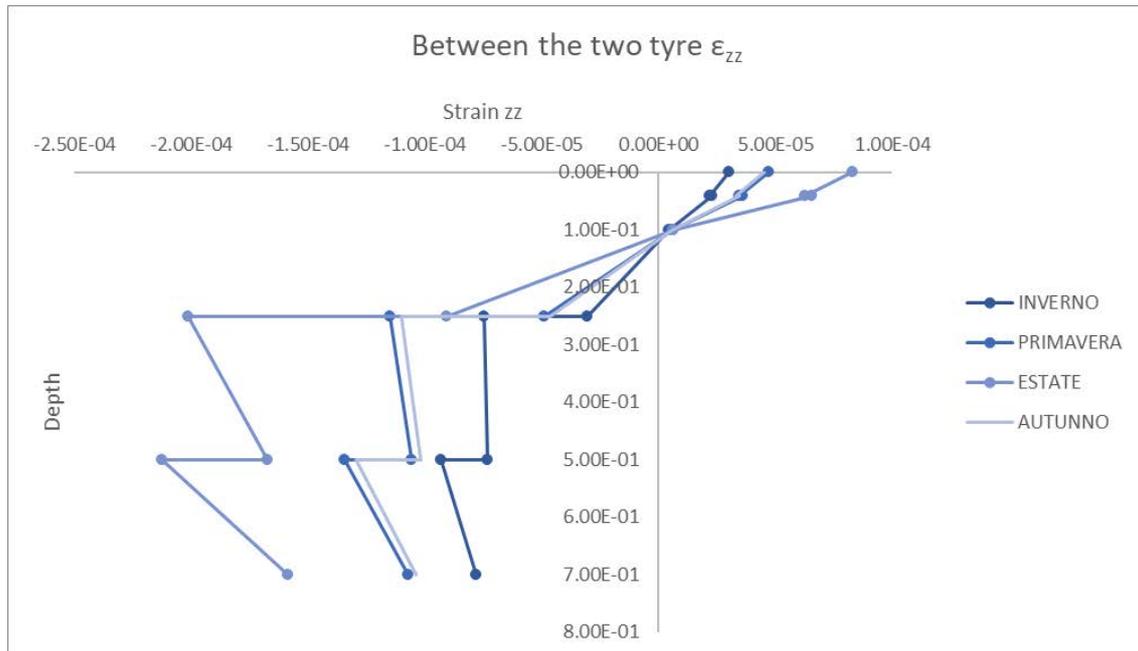
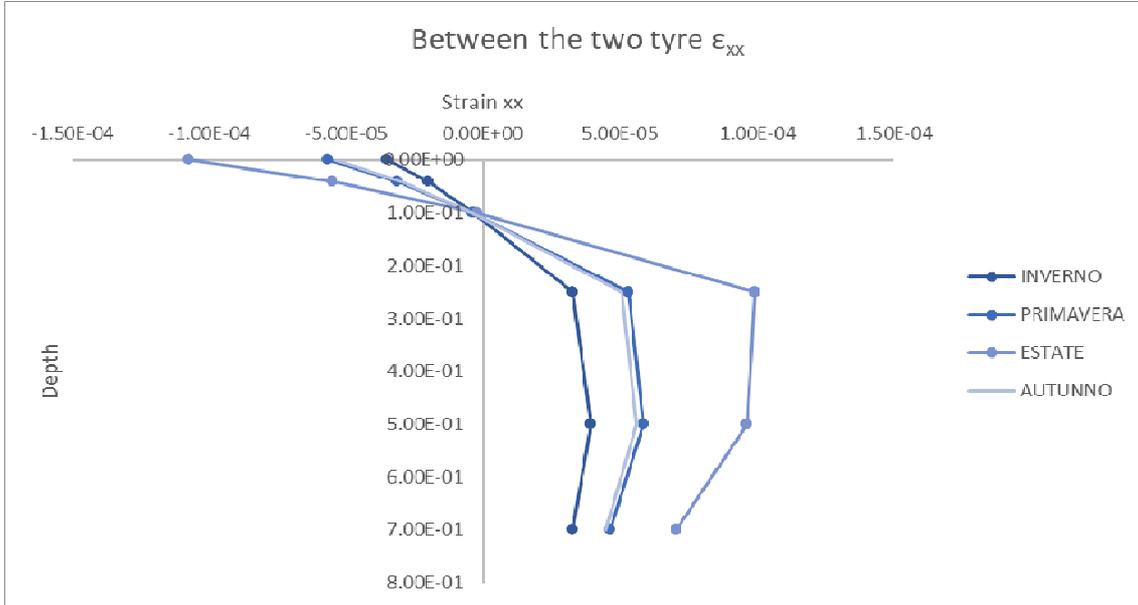
		T	Sb	B*	Log(R*)	R*	Eoo	E* (Mpa)
usura	inverno	6.576534	252.0175	0.084006	-0.19272	0.641626	14953.12	9.59E+03
	primavera	17.85373	52.73878	0.01758	-0.43651	0.366007	14953.12	5.47E+03
	estate	29.60159	10.339	0.003446	-0.79099	0.161811	14953.12	2.42E+03
	autunno	16.92493	59.98993	0.019997	-0.41286	0.386492	14953.12	5.78E+03
binder	inverno	6.576286	252.0262	0.084009	-0.25508	0.555796	33372.18	1.85E+04
	primavera	17.85321	52.74263	0.017581	-0.52963	0.295372	33372.18	9.86E+03
	estate	29.60101	10.33983	0.003447	-0.90905	0.123296	33372.18	4.11E+03
	autunno	16.92457	59.99288	0.019998	-0.5037	0.313542	33372.18	1.05E+04
base	inverno	6.576123	252.0319	0.084011	-0.25508	0.5558	33372.18	1.85E+04
	primavera	17.85292	52.74475	0.017582	-0.52962	0.295378	33372.18	9.86E+03
	estate	29.60078	10.34016	0.003447	-0.90904	0.123298	33372.18	4.11E+03
	autunno	16.92437	59.9946	0.019998	-0.5037	0.313547	33372.18	1.05E+04

Dai dati seguenti è possibile ricostruire l'andamento delle deformazioni al variare della profondità.

13.6.1. DEFORMAZIONE SU SINGOLA RUOTA



13.6.2. DEFORMAZIONE TRA DUE RUOTE



### 13.7. ANALISI DEI RISULTATI

#### 13.7.1. VERIFICA A FATICA

Il fenomeno di degrado associato agli strati legati a bitume è la fessurazione per fatica. Il fenomeno è governato dalla massima deformazione di trazione orizzontale che si manifesta alla base dei suddetti strati. La legge di fatica considerata nella presenta analisi è:

$$N_f = 4,325 \cdot 10^{-3} \cdot C \cdot \epsilon_0 - 3,291 \cdot E_0^{-0,854}$$

Quindi, nella formulazione dell'Asphalt Institute, il numero di cicli di carico a rottura per fatica Nf variano al variare del carico e del modulo, il quale dipende da temperatura e frequenza.

Quindi la valutazione finale di Nf si ottiene mediante un modello di accumulo del danno di Minner.

$$D = \sum_i \sum_j (F_R \cdot W_{ij}^T) / (SF \cdot N_{ij}^f) \leq 1$$

con

- Wt cicli di carico che agiscono sulla pavimentazione;
- Nt cicli di carico che producono la rottura dello strato in conglomerato bituminoso.
- FR fattore di affidabilità (incrementa i cicli di carico per ridurre la probabilità di fallimento)
- SF Shift factor (variabile da 18.4, 40% di diffusione delle ormaie, a 13.4, 10% di diffusione delle ormie).

La sommatoria è espressa in relazione alle condizioni climatiche (i) ed in relazione ai carichi (j).

L'affidabilità, intesa come un fattore amplificativo dei cicli di carico, analogamente al metodo empirico la valutiamo per mezzo della seguente formula:

$$F_R = 10^{-Z_R S_D} \text{ [AASHTO 93]}$$

Quindi in definitiva se la mia pavimentazione soddisfa i requisiti tali per cui il modello di Minner sia minore o al più uguale ad 1 allora la pavimentazione risulta essere verificata, in caso contrario dobbiamo modificare lo spessore degli strati, cambiare i materiali.

Considerando una affidabilità pari al 90% si ottengono i seguenti risultati:

Valori di verifica singola ruota

botton up	$\epsilon_{xx}$ bitume	E (psi)	VFA	M	C	Nf	SF	Nf corretto	FR	Ni corretto	Ni corretto / Nf corretto
inverno	3.14E-05	2.69E+06	0.681529	-0.041	0.9099106	8.41E+06	13.4	1.13E+08	3.256867	8795886	0.078029
primavera	5.08E-05	1.43E+06	0.681529	-0.041	0.9099106	2.95E+06	13.4	39583549	3.256867	5674765	0.143362
estate	9.48E-05	5.97E+05	0.681529	-0.041	0.9099106	7.99E+05	13.4	10704358	3.256867	4256074	0.397602
autunno	4.85E-05	1.52E+06	0.681529	-0.041	0.9099106	3.28E+06	13.4	43931475	3.256867	9647101	0.219594
										verifica	8.39E-01

PROGETTAZIONE ATI:

Valori di verifica tra due ruote

botton up	$\epsilon_{xx}$ bitume	E (psi)	VFA	M	C	Nf	SF	Nf corretto	FR	Ni corretto	Ni corretto / Nf corretto
inverno	3.26E-05	2.69E+06	0.681529	-0.041	0.9099106	7.39E+06	13.4	99023951	3.256867	8795886	0.088826
primavera	5.30E-05	1.43E+06	0.681529	-0.041	0.9099106	2.57E+06	13.4	34450063	3.256867	5674765	0.164724
estate	9.93E-05	5.97E+05	0.681529	-0.041	0.9099106	6.86E+05	13.4	9195565	3.256867	4256074	0.46284
autunno	5.06E-05	1.52E+06	0.681529	-0.041	0.9099106	2.85E+06	13.4	38231932	3.256867	9647101	0.252331
										verifica	9.69E-01

### 13.7.2. VERIFICA ORMAIE

Le ormaie rappresentano dei meccanismi diffusi in senso lineare lungo la pavimentazione.

Sono particolarmente insidiose perché incidono sul confort, possono produrre in caso di precipitazione un accumulo di acqua (fenomeni di acquaplaning). Il rutting si misura come profondità dell'ormaia, le quali si possono formare per diversi meccanismi.

Per determinare la deformazione dell'Asphalt Layer usiamo il metodo Meccanicistico-Empirico che è funzione di

$$\epsilon_p = \epsilon_r \cdot K_1 \cdot 10^{-3.3542} \cdot T^{1.5606} \cdot N^{0.4792}$$

deformazione verticale resiliente, dalla temperatura, numero di ripetizioni ed un fattore correttivo per l'effetto di confinamento il quale dipende spessore degli strati e profondità.

Per determinare il cedimento dello strato analizzato

$$\Delta h_{AC} = \sum_m \sum_i \sum_j \epsilon_{pmij} h_m \leq \Delta h_{limAC} (\approx 8 + 10 \text{ mm})$$

al variare del clima, carico e strato.

L'arco temporale nel quale valutare le ormaie non è pari al ciclo di vita del progetto, in quanto la pavimentazione soggetta a levigatura diminuisce l'aderenza e quindi le prestazioni vengono ripristinate circa ogni 5-8 anni. Quindi il rifacimento dell'usura, seppur viene effettuato per il ripristino delle condizioni di aderenza, comporta un ripristino dell'ormaia presenta.

Per il total rutting nel progetto si è applicata la formula dell'Asphalt Institute e si è rapportata ai cicli di carico nel breve periodo (6 anni). Moltiplicando quest'ultimi per un fattore di affidabilità e verificando che questo fosse inferiore ad 1, in caso contrario possiamo agire modificando i materiali o lo spessore degli strati.

In definitiva la seguente verifica per gli strati legati risulta essere pari a:

	h(m)	h (inc)	z (inc)	C1	C2	K1
usura	0.05	1.968504	0.984252	-12.8493	24.083036	3.625439
binder	0.07	2.755906	3.346457	-11.2777	22.7823744	1.561075
base	0.12	4.724409	7.086614	-7.91239	19.6240308	0.048844
Temperatura °C						
	usura	binder	base	Temperatura °F		
	usura	binder	base	usura	binder	base
inverno	6.58	6.58	6.58	43.8377617	43.83732	43.837022
primavera	17.85	17.85	17.85	64.1367224	64.13577	64.135254
estate	29.60	29.60	29.60	85.2828667	85.28182	85.28141
autunno	16.92	16.92	16.92	62.4648673	62.46423	62.463858
ε zz						
under the first tire				between the two tires		
	usura	binder	base	usura	binder	base
inverno	-2.66E-05	-1.39E-05	-3.02E-05	2.21E-05	4.53E-06	-3.03E-05
primavera	-5.14E-05	-2.84E-05	-4.89E-05	3.48E-05	5.92E-06	-4.88E-05
estate	-1.33E-04	-7.53E-05	-9.23E-05	6.29E-05	6.40E-06	-9.09E-05
autunno	-4.82E-05	-2.65E-05	-4.66E-05	3.33E-05	5.80E-06	-4.66E-05
ε p						
	usura	binder	base	usura	binder	base
inverno	-7.98E-03	-1.80E-03	-1.22E-04	6.63E-03	5.85E-04	-1.22E-04
primavera	-2.26E-02	-5.38E-03	-2.89E-04	1.53E-02	1.12E-03	-2.89E-04
estate	-7.94E-02	-1.94E-02	-7.43E-04	3.76E-02	1.65E-03	-7.32E-04
autunno	-2.62E-02	-6.20E-03	-3.42E-04	1.81E-02	1.36E-03	-3.41E-04
	-2.68E-01	-9.02E-02	-7.07E-03	1.53E-01	1.30E-02	-7.01E-03
	3.65E-01 inc			7.01E-03 inc		
	9.28 mm	verifica		0.178141 mm	verifica	

Analogamente, la verifica delle ormaie per l'intero pacchetto risulta essere:

	under the first		between the two tires
ε zz	-1.98E-04	ε zz	-2.13E-04
Nd	5.21E+07	Nd	3.78E+07
W 6	1452000	W 6	1452000
W eff	4.73E+06	W eff	4.73E+06
Nd / Weff	9.07E-02 verificato	Nd / Weff	1.25E-01 verificato

## 13.8. ALLEGATI DI CALCOLO

### 13.8.1. CARICHI SU SINGOLA RUOTA

#### INVERNO

Layer Number	Thickness (m)	Modulus		Poisson's Ratio	Load Number	Vertical	Vertical	Horz. (Shear)	Horz. (Shear)	Radius (m)	X-Coordinate (m)	Y-Coordinate (m)	Shear Angle (Degrees)
		Elasticity (MPa)				Load (kN)	Stress (MPa)	Load (kN)	Stress (MPa)				
1	0.04	9.59E+03		0.35	1	2.00E+01	7.00E-01	0.00E+00	0.00E+00	9.54E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
2	0.06	1.85E+04		0.35	2	2.00E+01	7.00E-01	0.00E+00	0.00E+00	9.54E-02	0.00E+00	3.30E-01	0.00E+00
3	0.15	1.85E+04		0.35									
4	0.25	1.70E+02		0.4									
5		7.00E+01		0.45									

Position Number	Layer Number	X-Coordinate (m)	Y-Coordinate (m)	Depth (m)	Stress	Stress	Stress	Strain	Strain	Strain	Displacement	Displacement	Displacement
					XX (MPa)	YY (MPa)	ZZ (MPa)	XX (µstrain)	YY (µstrain)	ZZ (µstrain)	UX (µm)	UY (µm)	UZ (µm)
1	1	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-8.71E-01	-8.21E-01	-7.00E-01	-3.53E+01	-2.82E+01	-1.13E+01	0.00E+00	4.21E+00	2.07E+02
2	1	0.00E+00	0.00E+00	4.00E-02	-5.94E-01	-5.64E-01	-6.60E-01	-1.72E+01	-1.30E+01	-2.66E+01	0.00E+00	2.86E+00	2.06E+02
3	2	0.00E+00	0.00E+00	4.00E-02	-8.15E-01	-7.57E-01	-6.60E-01	-1.72E+01	-1.30E+01	-5.97E+00	0.00E+00	2.86E+00	2.06E+02
4	2	0.00E+00	0.00E+00	1.00E-01	-2.21E-01	-2.14E-01	-4.10E-01	-1.80E-01	4.01E-01	-1.39E+01	0.00E+00	9.26E-01	2.06E+02
5	3	0.00E+00	0.00E+00	2.50E-01	8.31E-01	7.28E-01	-1.35E-02	3.14E+01	2.39E+01	-3.02E+01	0.00E+00	-3.81E+00	2.03E+02
6	4	0.00E+00	0.00E+00	2.50E-01	-7.34E-04	-1.64E-03	-1.35E-02	3.14E+01	2.39E+01	-7.40E+01	0.00E+00	-3.81E+00	2.03E+02
7	4	0.00E+00	0.00E+00	5.00E-01	5.06E-03	4.49E-03	-8.03E-03	3.81E+01	3.34E+01	-6.97E+01	0.00E+00	-5.79E+00	1.86E+02
8	5	0.00E+00	0.00E+00	5.00E-01	-1.91E-03	-2.13E-03	-8.03E-03	3.81E+01	3.34E+01	-8.87E+01	0.00E+00	-5.79E+00	1.86E+02
9	5	0.00E+00	0.00E+00	7.00E-01	-1.33E-03	-1.45E-03	-6.52E-03	3.22E+01	2.97E+01	-7.52E+01	0.00E+00	-5.08E+00	1.70E+02

#### primavera

Layer Number	Thickness (m)	Modulus		Poisson's Ratio	Load Number	Vertical	Vertical	Horz. (Shear)	Horz. (Shear)	Radius (m)	X-Coordinate (m)	Y-Coordinate (m)	Shear Angle (Degrees)
		Elasticity (MPa)				Load (kN)	Stress (MPa)	Load (kN)	Stress (MPa)				
1	0.04	5.47E+03		0.35	1	2.00E+01	7.00E-01	0.00E+00	0.00E+00	9.54E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
2	0.06	9.86E+03		0.35	2	2.00E+01	7.00E-01	0.00E+00	0.00E+00	9.54E-02	0.00E+00	3.30E-01	0.00E+00
3	0.15	9.86E+03		0.35									
4	0.25	1.70E+02		0.4									
5		7.00E+01		0.45									

Position Number	Layer Number	X-Coordinate (m)	Y-Coordinate (m)	Depth (m)	Stress	Stress	Stress	Strain	Strain	Strain	Displacement	Displacement	Displacement
					XX (MPa)	YY (MPa)	ZZ (MPa)	XX (µstrain)	YY (µstrain)	ZZ (µstrain)	UX (µm)	UY (µm)	UZ (µm)
1	1	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-8.35E-01	-7.85E-01	-7.00E-01	-5.76E+01	-4.52E+01	-2.44E+01	0.00E+00	6.50E+00	2.50E+02
2	1	0.00E+00	0.00E+00	4.00E-02	-5.56E-01	-5.27E-01	-6.60E-01	-2.57E+01	-1.85E+01	-5.14E+01	0.00E+00	4.38E+00	2.48E+02
3	2	0.00E+00	0.00E+00	4.00E-02	-7.17E-01	-6.64E-01	-6.60E-01	-2.57E+01	-1.85E+01	-1.79E+01	0.00E+00	4.38E+00	2.48E+02
4	2	0.00E+00	0.00E+00	1.00E-01	-1.88E-01	-1.82E-01	-4.10E-01	1.91E+00	2.77E+00	-2.84E+01	0.00E+00	1.39E+00	2.46E+02
5	3	0.00E+00	0.00E+00	2.50E-01	7.08E-01	6.11E-01	-2.02E-02	5.08E+01	3.76E+01	-4.89E+01	0.00E+00	-5.91E+00	2.42E+02
6	4	0.00E+00	0.00E+00	2.50E-01	-1.35E-04	-1.74E-03	-2.02E-02	5.08E+01	3.76E+01	-1.14E+02	0.00E+00	-5.91E+00	2.42E+02
7	4	0.00E+00	0.00E+00	5.00E-01	8.07E-03	7.09E-03	-1.09E-02	5.64E+01	4.84E+01	-9.97E+01	0.00E+00	-8.45E+00	2.17E+02
8	5	0.00E+00	0.00E+00	5.00E-01	-2.05E-03	-2.44E-03	-1.09E-02	5.64E+01	4.84E+01	-1.27E+02	0.00E+00	-8.45E+00	2.17E+02
9	5	0.00E+00	0.00E+00	7.00E-01	-1.38E-03	-1.58E-03	-8.53E-03	4.53E+01	4.12E+01	-1.03E+02	0.00E+00	-7.09E+00	1.94E+02

**estate**

Layer Number	Thickness (m)	Modulus		Poisson's Ratio	Load Number	Vertical	Vertical	Horz. (Shear)	Horz. (Shear)	Radius (m)	X-Coordinate (m)	Y-Coordinate (m)	Shear Angle (Degrees)
		Load (kN)	Stress (MPa)			Load (kN)	Stress (MPa)						
1	0.04	2.42E+03		0.35	1	2.00E+01	7.00E-01	0.00E+00	0.00E+00	9.54E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
2	0.06	4.11E+03		0.35	2	2.00E+01	7.00E-01	0.00E+00	0.00E+00	9.54E-02	0.00E+00	3.30E-01	0.00E+00
3	0.15	4.11E+03		0.35									
4	0.25	1.70E+02		0.4									
5		7.00E+01		0.45									

Position Number	Layer Number	X-Coordinate (m)	Y-Coordinate (m)	Depth (m)	Stress	Stress	Stress	Strain	Strain	Strain	Displacement UX (µm)	Displacement UY (µm)	Displacement UZ (µm)
					XX (MPa)	YY (MPa)	ZZ (MPa)	XX (µstrain)	YY (µstrain)	ZZ (µstrain)			
1	1	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-7.65E-01	-7.18E-01	-7.00E-01	-1.11E+02	-8.47E+01	-7.49E+01	0.00E+00	1.13E+01	3.22E+02
2	1	0.00E+00	0.00E+00	4.00E-02	-4.97E-01	-4.70E-01	-6.60E-01	-4.19E+01	-2.70E+01	-1.33E+02	0.00E+00	7.57E+00	3.18E+02
3	2	0.00E+00	0.00E+00	4.00E-02	-5.96E-01	-5.50E-01	-6.60E-01	-4.19E+01	-2.70E+01	-6.30E+01	0.00E+00	7.57E+00	3.18E+02
4	2	0.00E+00	0.00E+00	1.00E-01	-1.50E-01	-1.47E-01	-4.13E-01	1.11E+01	1.23E+01	-7.53E+01	0.00E+00	2.35E+00	3.13E+02
5	3	0.00E+00	0.00E+00	2.50E-01	5.35E-01	4.50E-01	-3.44E-02	9.48E+01	6.68E+01	-9.23E+01	0.00E+00	-1.02E+01	3.03E+02
6	4	0.00E+00	0.00E+00	2.50E-01	1.65E-03	-1.75E-03	-3.44E-02	9.48E+01	6.68E+01	-2.02E+02	0.00E+00	-1.02E+01	3.03E+02
7	4	0.00E+00	0.00E+00	5.00E-01	1.41E-02	1.22E-02	-1.60E-02	9.21E+01	7.60E+01	-1.56E+02	0.00E+00	-1.34E+01	2.62E+02
8	5	0.00E+00	0.00E+00	5.00E-01	-2.01E-03	-2.79E-03	-1.60E-02	9.21E+01	7.60E+01	-1.98E+02	0.00E+00	-1.34E+01	2.62E+02
9	5	0.00E+00	0.00E+00	7.00E-01	-1.28E-03	-1.66E-03	-1.19E-02	6.86E+01	6.08E+01	-1.51E+02	0.00E+00	-1.06E+01	2.28E+02

**autunno**

Layer Number	Thickness (m)	Modulus		Poisson's Ratio	Load Number	Vertical	Vertical	Horz. (Shear)	Horz. (Shear)	Radius (m)	X-Coordinate (m)	Y-Coordinate (m)	Shear Angle (Degrees)
		Load (kN)	Stress (MPa)			Load (kN)	Stress (MPa)						
1	0.04	5.78E+03		0.35	1	2.00E+01	7.00E-01	0.00E+00	0.00E+00	9.54E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
2	0.06	1.05E+04		0.35	2	2.00E+01	7.00E-01	0.00E+00	0.00E+00	9.54E-02	0.00E+00	3.30E-01	0.00E+00
3	0.15	1.05E+04		0.35									
4	0.25	1.70E+02		0.4									
5		7.00E+01		0.45									

Position Number	Layer Number	X-Coordinate (m)	Y-Coordinate (m)	Depth (m)	Stress	Stress	Stress	Strain	Strain	Strain	Displacement UX (µm)	Displacement UY (µm)	Displacement UZ (µm)
					XX (MPa)	YY (MPa)	ZZ (MPa)	XX (µstrain)	YY (µstrain)	ZZ (µstrain)			
1	1	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-8.38E-01	-7.88E-01	-7.00E-01	-5.49E+01	-4.32E+01	-2.26E+01	0.00E+00	6.23E+00	2.45E+02
2	1	0.00E+00	0.00E+00	4.00E-02	-5.60E-01	-5.30E-01	-6.60E-01	-2.48E+01	-1.79E+01	-4.82E+01	0.00E+00	4.20E+00	2.44E+02
3	2	0.00E+00	0.00E+00	4.00E-02	-7.27E-01	-6.73E-01	-6.60E-01	-2.48E+01	-1.79E+01	-1.62E+01	0.00E+00	4.20E+00	2.44E+02
4	2	0.00E+00	0.00E+00	1.00E-01	-1.92E-01	-1.85E-01	-4.10E-01	1.58E+00	2.42E+00	-2.65E+01	0.00E+00	1.34E+00	2.42E+02
5	3	0.00E+00	0.00E+00	2.50E-01	7.20E-01	6.23E-01	-1.94E-02	4.85E+01	3.60E+01	-4.66E+01	0.00E+00	-5.67E+00	2.38E+02
6	4	0.00E+00	0.00E+00	2.50E-01	-2.18E-04	-1.74E-03	-1.94E-02	4.85E+01	3.60E+01	-1.10E+02	0.00E+00	-5.67E+00	2.38E+02
7	4	0.00E+00	0.00E+00	5.00E-01	7.72E-03	6.79E-03	-1.06E-02	5.43E+01	4.67E+01	-9.64E+01	0.00E+00	-8.15E+00	2.14E+02
8	5	0.00E+00	0.00E+00	5.00E-01	-2.04E-03	-2.41E-03	-1.06E-02	5.43E+01	4.67E+01	-1.23E+02	0.00E+00	-8.15E+00	2.14E+02
9	5	0.00E+00	0.00E+00	7.00E-01	-1.38E-03	-1.57E-03	-8.32E-03	4.39E+01	3.99E+01	-9.99E+01	0.00E+00	-6.87E+00	1.92E+02

PROGETTAZIONE ATI:

### 13.8.2. CARICHI TRA RUOTE

#### inverno

Layer Number	Thickness (m)	Modulus		Poisson's Ratio	Load Number	Vertical Load	Vertical Stress	Horz. (Shear) Load	Horz. (Shear) Stress	Radius (m)	X-Coordinate (m)	Y-Coordinate (m)	Shear Angle (Degrees)
		Elasticity (MPa)				(kN)	(MPa)	(kN)	(MPa)				
1	0.04	9.59E+03		0.35	1	2.00E+01	5.77E-01	0.00E+00	0.00E+00	1.05E-01	0.00E+00	-1.58E-01	0.00E+00
2	0.06	1.85E+04		0.35	2	2.00E+01	5.77E-01	0.00E+00	0.00E+00	1.05E-01	0.00E+00	1.58E-01	0.00E+00
3	0.15	1.85E+04		0.35									
4	0.25	1.70E+02		0.4									
5		7.00E+01		0.45									

Position Number	Layer Number	X-Coordinate (m)	Y-Coordinate (m)	Depth (m)	Stress XX	Stress YY	Stress ZZ	Strain XX	Strain YY	Strain ZZ	Displacement UX	Displacement UY	Displacement UZ
					(MPa)	(MPa)	(MPa)	μstrain	μstrain	μstrain	(μm)	(μm)	(μm)
1	1	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-4.66E-01	-3.68E-01	0.00E+00	-3.52E+01	-2.14E+01	3.05E+01	0.00E+00	0.00E+00	2.06E+02
2	1	0.00E+00	0.00E+00	4.00E-02	-3.25E-01	-3.49E-01	-2.39E-02	-2.03E+01	-2.37E+01	2.21E+01	0.00E+00	0.00E+00	2.07E+02
3	2	0.00E+00	0.00E+00	4.00E-02	-6.15E-01	-6.62E-01	-2.39E-02	-2.03E+01	-2.37E+01	2.29E+01	0.00E+00	0.00E+00	2.07E+02
4	2	0.00E+00	0.00E+00	1.00E-01	-2.01E-01	-3.08E-01	-9.40E-02	-3.25E+00	-1.11E+01	4.53E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.08E+02
5	3	0.00E+00	0.00E+00	2.50E-01	8.49E-01	7.14E-01	-1.38E-02	3.26E+01	2.28E+01	-3.03E+01	0.00E+00	0.00E+00	2.06E+02
6	4	0.00E+00	0.00E+00	2.50E-01	-7.23E-04	-1.92E-03	-1.38E-02	3.26E+01	2.28E+01	-7.47E+01	0.00E+00	0.00E+00	2.06E+02
7	4	0.00E+00	0.00E+00	5.00E-01	5.34E-03	4.97E-03	-8.32E-03	3.93E+01	3.63E+01	-7.32E+01	0.00E+00	0.00E+00	1.88E+02
8	5	0.00E+00	0.00E+00	5.00E-01	-1.93E-03	-2.08E-03	-8.32E-03	3.93E+01	3.63E+01	-9.32E+01	0.00E+00	0.00E+00	1.88E+02
9	5	0.00E+00	0.00E+00	7.00E-01	-1.35E-03	-1.41E-03	-6.69E-03	3.28E+01	3.15E+01	-7.78E+01	0.00E+00	0.00E+00	1.71E+02

#### primavera

Layer Number	Thickness (m)	Modulus		Poisson's Ratio	Load Number	Vertical Load	Vertical Stress	Horz. (Shear) Load	Horz. (Shear) Stress	Radius (m)	X-Coordinate (m)	Y-Coordinate (m)	Shear Angle (Degrees)
		Elasticity (MPa)				(kN)	(MPa)	(kN)	(MPa)				
1	0.04	5.47E+03		0.35	1	2.00E+01	5.77E-01	0.00E+00	0.00E+00	1.05E-01	0.00E+00	-1.58E-01	0.00E+00
2	0.06	9.86E+03		0.35	2	2.00E+01	5.77E-01	0.00E+00	0.00E+00	1.05E-01	0.00E+00	1.58E-01	0.00E+00
3	0.15	9.86E+03		0.35									
4	0.25	1.70E+02		0.4									
5		7.00E+01		0.45									

Position Number	Layer Number	X-Coordinate (m)	Y-Coordinate (m)	Depth (m)	Stress XX	Stress YY	Stress ZZ	Strain XX	Strain YY	Strain ZZ	Displacement UX	Displacement UY	Displacement UZ
					(MPa)	(MPa)	(MPa)	μstrain	μstrain	μstrain	(μm)	(μm)	(μm)
1	1	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-4.22E-01	-3.17E-01	0.00E+00	-5.69E+01	-3.09E+01	4.73E+01	0.00E+00	0.00E+00	2.46E+02
2	1	0.00E+00	0.00E+00	4.00E-02	-2.93E-01	-3.22E-01	-2.50E-02	-3.14E+01	-3.85E+01	3.48E+01	0.00E+00	0.00E+00	2.48E+02
3	2	0.00E+00	0.00E+00	4.00E-02	-5.18E-01	-5.70E-01	-2.50E-02	-3.14E+01	-3.85E+01	3.61E+01	0.00E+00	0.00E+00	2.48E+02
4	2	0.00E+00	0.00E+00	1.00E-01	-1.67E-01	-2.75E-01	-9.64E-02	-3.78E+00	-1.85E+01	5.92E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.49E+02
5	3	0.00E+00	0.00E+00	2.50E-01	7.23E-01	5.93E-01	-2.05E-02	5.30E+01	3.52E+01	-4.88E+01	0.00E+00	0.00E+00	2.46E+02
6	4	0.00E+00	0.00E+00	2.50E-01	-1.02E-04	-2.27E-03	-2.05E-02	5.30E+01	3.52E+01	-1.15E+02	0.00E+00	0.00E+00	2.46E+02
7	4	0.00E+00	0.00E+00	5.00E-01	8.55E-03	7.91E-03	-1.14E-02	5.85E+01	5.32E+01	-1.06E+02	0.00E+00	0.00E+00	2.20E+02
8	5	0.00E+00	0.00E+00	5.00E-01	-2.08E-03	-2.34E-03	-1.14E-02	5.85E+01	5.32E+01	-1.34E+02	0.00E+00	0.00E+00	2.20E+02
9	5	0.00E+00	0.00E+00	7.00E-01	-1.40E-03	-1.51E-03	-8.81E-03	4.63E+01	4.41E+01	-1.07E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.96E+02

**estate**

Layer Number	Thickness (m)	Modulus		Poisson's Ratio	Load Number	Vertical	Vertical	Horz. (Shear)	Horz. (Shear)	Radius (m)	X-Coordinate (m)	Y-Coordinate (m)	Shear Angle (Degrees)
		Load (kN)	Stress (MPa)			Load (kN)	Stress (MPa)						
1	0.04	2.42E+03		0.35	1	2.00E+01	5.77E-01	0.00E+00	0.00E+00	1.05E-01	0.00E+00	-1.58E-01	0.00E+00
2	0.06	4.11E+03		0.35	2	2.00E+01	5.77E-01	0.00E+00	0.00E+00	1.05E-01	0.00E+00	1.58E-01	0.00E+00
3	0.15	4.11E+03		0.35									
4	0.25	1.70E+02		0.4									
5		7.00E+01		0.45									

Position Number	Layer Number	X-Coordinate (m)	Y-Coordinate (m)	Depth (m)	Stress	Stress	Stress	Strain	Strain	Strain	Displacement	Displacement	Displacement
					XX (MPa)	YY (MPa)	ZZ (MPa)	XX μstrain	YY μstrain	ZZ μstrain	UX (μm)	UY (μm)	UZ (μm)
1	1	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-3.42E-01	-2.33E-01	0.00E+00	-1.08E+02	-4.66E+01	8.31E+01	0.00E+00	0.00E+00	3.12E+02
2	1	0.00E+00	0.00E+00	4.00E-02	-2.38E-01	-2.72E-01	-2.65E-02	-5.51E+01	-7.43E+01	6.29E+01	0.00E+00	0.00E+00	3.15E+02
3	2	0.00E+00	0.00E+00	4.00E-02	-3.94E-01	-4.53E-01	-2.65E-02	-5.51E+01	-7.43E+01	6.57E+01	0.00E+00	0.00E+00	3.15E+02
4	2	0.00E+00	0.00E+00	1.00E-01	-1.28E-01	-2.38E-01	-1.02E-01	-2.30E+00	-3.82E+01	6.40E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.17E+02
5	3	0.00E+00	0.00E+00	2.50E-01	5.44E-01	4.24E-01	-3.48E-02	9.93E+01	5.97E+01	-9.09E+01	0.00E+00	0.00E+00	3.11E+02
6	4	0.00E+00	0.00E+00	2.50E-01	1.75E-03	-3.05E-03	-3.48E-02	9.93E+01	5.97E+01	-2.02E+02	0.00E+00	0.00E+00	3.11E+02
7	4	0.00E+00	0.00E+00	5.00E-01	1.51E-02	1.38E-02	-1.70E-02	9.63E+01	8.53E+01	-1.68E+02	0.00E+00	0.00E+00	2.68E+02
8	5	0.00E+00	0.00E+00	5.00E-01	-2.05E-03	-2.57E-03	-1.70E-02	9.63E+01	8.53E+01	-2.13E+02	0.00E+00	0.00E+00	2.68E+02
9	5	0.00E+00	0.00E+00	7.00E-01	-1.30E-03	-1.52E-03	-1.24E-02	7.06E+01	6.62E+01	-1.59E+02	0.00E+00	0.00E+00	2.31E+02

**autunno**

Layer Number	Thickness (m)	Modulus		Poisson's Ratio	Load Number	Vertical	Vertical	Horz. (Shear)	Horz. (Shear)	Radius (m)	X-Coordinate (m)	Y-Coordinate (m)	Shear Angle (Degrees)
		Load (kN)	Stress (MPa)			Load (kN)	Stress (MPa)						
1	0.04	5.78E+03		0.35	1	2.00E+01	5.77E-01	0.00E+00	0.00E+00	1.05E-01	0.00E+00	-1.58E-01	0.00E+00
2	0.06	1.05E+04		0.35	2	2.00E+01	5.77E-01	0.00E+00	0.00E+00	1.05E-01	0.00E+00	1.58E-01	0.00E+00
3	0.15	1.05E+04		0.35									
4	0.25	1.70E+02		0.4									
5		7.00E+01		0.45									

Position Number	Layer Number	X-Coordinate (m)	Y-Coordinate (m)	Depth (m)	Stress	Stress	Stress	Strain	Strain	Strain	Displacement	Displacement	Displacement
					XX (MPa)	YY (MPa)	ZZ (MPa)	XX μstrain	YY μstrain	ZZ μstrain	UX (μm)	UY (μm)	UZ (μm)
1	1	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-4.27E-01	-3.22E-01	0.00E+00	-5.43E+01	-2.99E+01	4.53E+01	0.00E+00	0.00E+00	2.42E+02
2	1	0.00E+00	0.00E+00	4.00E-02	-2.97E-01	-3.25E-01	-2.48E-02	-3.01E+01	-3.67E+01	3.33E+01	0.00E+00	0.00E+00	2.44E+02
3	2	0.00E+00	0.00E+00	4.00E-02	-5.28E-01	-5.79E-01	-2.48E-02	-3.01E+01	-3.67E+01	3.45E+01	0.00E+00	0.00E+00	2.44E+02
4	2	0.00E+00	0.00E+00	1.00E-01	-1.71E-01	-2.78E-01	-9.61E-02	-3.77E+00	-1.76E+01	5.80E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.45E+02
5	3	0.00E+00	0.00E+00	2.50E-01	7.36E-01	6.05E-01	-1.97E-02	5.06E+01	3.37E+01	-4.66E+01	0.00E+00	0.00E+00	2.42E+02
6	4	0.00E+00	0.00E+00	2.50E-01	-1.88E-04	-2.23E-03	-1.97E-02	5.06E+01	3.37E+01	-1.10E+02	0.00E+00	0.00E+00	2.42E+02
7	4	0.00E+00	0.00E+00	5.00E-01	8.18E-03	7.57E-03	-1.11E-02	5.63E+01	5.13E+01	-1.02E+02	0.00E+00	0.00E+00	2.17E+02
8	5	0.00E+00	0.00E+00	5.00E-01	-2.07E-03	-2.31E-03	-1.11E-02	5.63E+01	5.13E+01	-1.30E+02	0.00E+00	0.00E+00	2.17E+02
9	5	0.00E+00	0.00E+00	7.00E-01	-1.40E-03	-1.50E-03	-8.58E-03	4.49E+01	4.27E+01	-1.04E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.94E+02

**14. 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:

PROGETTAZIONE ATI:

- 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.

## 15. BARRIERE DI SICUREZZA

Per la scelta del dispositivo da utilizzare nel progetto definitivo si fa correttamente riferimento a quanto previsto dal DM 18 feb 1992, n.223 e s.m.i., ed in particolare all'ultimo aggiornamento del 21 giugno 2004. Partendo dai criteri di scelta dei dispositivi in esso contenuti, sono state individuate le zone da proteggere e le tipologie da adottare tenendo conto inoltre delle norme EN 1317 per definire le caratteristiche prestazionali delle barriere.

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.

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

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	

Il traffico di riferimento TGM come indicato al paragrafo 5, è maggiore di 1000 con veicoli pesanti in una percentuale pari al 12%.

Il tipo di traffico è pertanto, ai sensi dell'art.6 del citato DM, di "tipo II".

A questo tipo di traffico per una strada extraurbana secondaria corrisponde l'impiego delle seguenti classi minime di Livello di Contenimento in funzione della destinazione: Barriera bordo laterale H1 e Barriera bordo ponte H2.

Partendo da questi valori minimi, per l'asse principale, si sono adottate le tipologie di seguito descritte

- Bordo laterale Tipo ANAS con Livello di contenimento H2 e larghezza Utile  $\leq W5$  (in acciaio) ( $WN \leq 1.7$ )
- Bordo Ponte Tipo ANAS con Livello di contenimento H3 e larghezza Utile  $\leq W5$  (in acciaio) ( $WN \leq 1.6$ )
- Profilo redirettivo in cls di tipo new Jersey all'interno ed in approccio alle gallerie

Inoltre le barriere H3BP sono installate insieme a reti antilancio.

Le deviazioni della viabilità locale sono interventi di modesta estensione in cui si è cercato di mantenere il calibro della sezione corrente che non consente mai velocità di progetto maggiori di 40 km/h. Per tali motivi, anche in base all'art. 2 del DM 18/2/92, la presenza delle barriere è stata limitata a quelle situazioni di oggettiva pericolosità. In queste zone è stata prevista l'adozione di una barriera bordo laterale commerciale con Livello di contenimento N2.

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.

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

## 16. VERIFICHE PLANIMETRICHE ED ALTIMETRICHE TRACCIATI DI PROGETTO TIPO C

Asse principale_Cat - C1				
CONTROLLO NORMATIVA PLANIMETRICA			Pagina: 1 / 3	
<b>Dati generali asse</b>				
Tipo piattaforma:	Carreggiata singola			
Posizione asse:	Centro			
Tipo normativa:	ITA - Normativa stradale 2002 - Italia			
Tipo strada:	C1 - Extraurbana secondaria			
Velocità minima:	60,00			
Velocità massima:	100,00			
<b>1 Rettifilo - N. 1</b> Lunghezza: 154,100				
✓		Elemento	Riferimento	Velocità
●	Lunghezza minima	154,100	150,000	100,00
●	Lunghezza massima	154,100	2200,000	100,00
<b>2 Clotoida - N. 1</b> Parametro A: 520,000 Lunghezza: 300,444				
✓		Elemento	Riferimento	Velocità
●	Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula approssimata	520,000	210,000	100,00
●	Parametro A minimo da limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	520,000	185,906	100,00
●	Parametro A minimo da criterio ottico	520,000	300,000	
●	Parametro A massimo da criterio ottico	520,000	900,000	
●	Rapporto parametri A da criterio ottico	1,106	0,667	
●	Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula esatta	520,000	182,268	100,00
<b>3 Raccordo - N. 1</b> Raggio: 900,000 Lunghezza: 619,602				
✓		Elemento	Riferimento	Velocità
●	Raggio minimo in funzione della velocità	900,000	118,110	60,00
●	Lunghezza minima per una corretta percezione	619,602	69,444	100,00
●	Raggio minimo dal rettifilo precedente	900,000	154,100	
●	Raggio minimo dal rettifilo successivo	900,000	29,233	
<b>4 Clotoida - N. 2</b> Parametro A: 470,000 Lunghezza: 245,444				
✓		Elemento	Riferimento	Velocità
●	Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula approssimata	470,000	210,000	100,00
●	Parametro A minimo da limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	470,000	185,906	100,00
●	Parametro A minimo da criterio ottico	470,000	300,000	
●	Parametro A massimo da criterio ottico	470,000	900,000	
●	Rapporto parametri A da criterio ottico	0,904	0,667	
●	Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula esatta	470,000	182,268	100,00
<b>5 Rettifilo - N. 2</b> Lunghezza: 29,233				
✓		Elemento	Riferimento	Velocità
●	Lunghezza massima	29,233	2200,000	100,00
●	Lunghezza massima flessio	29,233	65,600	100,00
<b>6 Clotoida - N. 3</b> Parametro A: 350,000 Lunghezza: 116,667				
✓		Elemento	Riferimento	Velocità
●	Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula approssimata	350,000	210,000	100,00
●	Parametro A minimo da limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	350,000	194,690	100,00
●	Parametro A minimo da criterio ottico	350,000	350,000	
●	Parametro A massimo da criterio ottico	350,000	1050,000	
●	Rapporto parametri A da criterio ottico	1,000	0,667	
●	Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula esatta	350,000	184,454	100,00

PROGETTAZIONE ATI:

Asse principale_Cat - C1					
CONTROLLO NORMATIVA PLANIMETRICA				Pagina: 2 / 3	
<b>7 Raccordo - N. 2</b> Raggio: 1050,000 Lunghezza: 736,909					
✓	Raggio minimo in funzione della velocità	1050,000	118,110	60,00	
✓	Lunghezza minima per una corretta percezione	736,909	69,444	100,00	
✓	Raggio minimo dal rettilineo successivo	1050,000	6,915		
<b>8 Clotoide - N. 4</b> Parametro A: 350,000 Lunghezza: 116,667					
✓	Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula approssimata	350,000	210,000	100,00	
✓	Parametro A minimo da limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	350,000	194,690	100,00	
✓	Parametro A minimo da criterio ottico	350,000	350,000		
✓	Parametro A massimo da criterio ottico	350,000	1050,000		
✓	Rapporto parametri A da criterio ottico	1,000	0,667		
✓	Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula esatta	350,000	184,454	100,00	
<b>9 Rettilineo - N. 3</b> Lunghezza: 6,915					
✓	Lunghezza massima	6,915	2200,000	100,00	
✓	Lunghezza massima flesso	6,915	62,400	100,00	
<b>10 Clotoide - N. 5</b> Parametro A: 430,000 Lunghezza: 144,453					
✓	Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula approssimata	430,000	210,000	100,00	
✓	Parametro A minimo da limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	430,000	206,939	100,00	
✓	Parametro A minimo da criterio ottico	430,000	426,667		
✓	Parametro A massimo da criterio ottico	430,000	1280,000		
✓	Rapporto parametri A da criterio ottico	1,000	0,667		
✓	Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula esatta	430,000	188,291	100,00	
<b>11 Raccordo - N. 3</b> Raggio: 1280,000 Lunghezza: 602,711					
✓	Raggio minimo in funzione della velocità	1280,000	118,110	60,00	
✓	Lunghezza minima per una corretta percezione	602,711	69,444	100,00	
<b>12 Clotoide - N. 6</b> Parametro A: 430,000 Lunghezza: 144,453					
✓	Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula approssimata	430,000	210,000	100,00	
✓	Parametro A minimo da limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	430,000	206,939	100,00	
✓	Parametro A minimo da criterio ottico	430,000	426,667		
✓	Parametro A massimo da criterio ottico	430,000	1280,000		
✓	Rapporto parametri A da criterio ottico	1,000	0,667		
✓	Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula esatta	430,000	188,291	100,00	
<b>13 Rettilineo - N. 4</b> Lunghezza: 639,478					
✓	Lunghezza minima	639,478	150,000	100,00	
✓	Lunghezza massima	639,478	2200,000	100,00	
<b>14 Clotoide - N. 7</b> Parametro A: 80,000 Lunghezza: 42,667					
✓	Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula approssimata	80,000	55,466	51,39	
✓	Parametro A minimo da limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	80,000	63,786	51,39	

Asse principale_Cat - C1				
CONTROLLO NORMATIVA PLANIMETRICA			Pagina: 3 / 3	
<input checked="" type="checkbox"/> Parametro A minimo da criterio ottico	80,000	50,000		
<input checked="" type="checkbox"/> Parametro A massimo da criterio ottico	80,000	150,000		
<input checked="" type="checkbox"/> Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula esatta	80,000	44,753		51,39
<b>15 Raccordo - N. 4</b> <b>Raggio: 150,000</b> <b>Lunghezza: 208,803</b>				
<input checked="" type="checkbox"/> Raggio minimo in funzione della velocità	150,000	118,110		60,00
<input checked="" type="checkbox"/> Lunghezza minima per una corretta percezione	208,803	30,963		44,59
<input checked="" type="checkbox"/> Raggio minimo dal rettilineo precedente	150,000	400,000		

PROGETTAZIONE ATI:

Asse principale_Cat - C1				
CONTROLLO NORMATIVA ALTIMETRICA			Pagina: 1 / 2	
<b>Dati generali profilo</b>				
Tipo piattaforma:	Carreggiata singola			
Posizione asse:	Centro			
Tipo normativa:	ITA - Normativa stradale 2002 - Italia			
Tipo strada:	C1 - Extraurbana secondaria			
Velocità minima:	60,00 km/h			
Velocità massima:	100,00 km/h			
<b>✓ 1 Livelletta - N. 1</b> <span style="float: right;"><b>Pendenza: -2,13%</b></span>				
● Pendenza massima		2,13%	7,00%	
<b>✓ 2 Parabola altimetrica - N. 1</b> <span style="float: right;"><b>Raggio: 3500,000 m Lunghezza: 91,942 m</b></span>				
● Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		3500,000 m	40,000 m	
● Raggio minimo comfort accelerazione verticale		3500,000 m	1286,008 m	100,00 km/h
● Raggio minimo da visibilità ( con Distanza di arresto)		3500,000 m	2834,011 m	100,00 km/h
<b>✓ 3 Livelletta - N. 2</b> <span style="float: right;"><b>Pendenza: 0,50%</b></span>				
● Pendenza massima		0,50%	7,00%	
<b>⚠ 4 Parabola altimetrica - N. 2</b> <span style="float: right;"><b>Raggio: 11000,000 m Lunghezza: 598,621 m</b></span>				
● Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		11000,000 m	20,000 m	
● Raggio minimo comfort accelerazione verticale		11000,000 m	1286,008 m	100,00 km/h
● Raggio minimo da visibilità ( con Distanza di arresto)		11000,000 m	8024,774 m	100,00 km/h
● Raggio minimo da visibilità (con Distanza di Sorpasso e di Cambio corsia)		11000,000 m	35072,957 m	100,00 km/h
<b>✓ 5 Livelletta - N. 3</b> <span style="float: right;"><b>Pendenza: -4,94%</b></span>				
● Pendenza massima		4,94%	7,00%	
<b>✓ 6 Parabola altimetrica - N. 3</b> <span style="float: right;"><b>Raggio: 6500,000 m Lunghezza: 422,142 m</b></span>				
● Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		6500,000 m	40,000 m	
● Raggio minimo comfort accelerazione verticale		6500,000 m	1286,008 m	100,00 km/h
● Raggio minimo da visibilità ( con Distanza di arresto)		6500,000 m	4193,055 m	100,00 km/h
<b>✓ 7 Livelletta - N. 4</b> <span style="float: right;"><b>Pendenza: 1,55%</b></span>				
● Pendenza massima		1,55%	7,00%	
<b>⚠ 8 Parabola altimetrica - N. 4</b> <span style="float: right;"><b>Raggio: 15500,000 m Lunghezza: 628,178 m</b></span>				
● Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie		15500,000 m	20,000 m	
● Raggio minimo comfort accelerazione verticale		15500,000 m	1286,008 m	100,00 km/h
● Raggio minimo da visibilità ( con Distanza di arresto)		15500,000 m	7432,112 m	100,00 km/h
● Raggio minimo da visibilità (con Distanza di Sorpasso e di Cambio corsia)		15500,000 m	35072,957 m	100,00 km/h
<b>✓ 9 Livelletta - N. 5</b> <span style="float: right;"><b>Pendenza: -2,50%</b></span>				
● Pendenza massima		2,50%	7,00%	

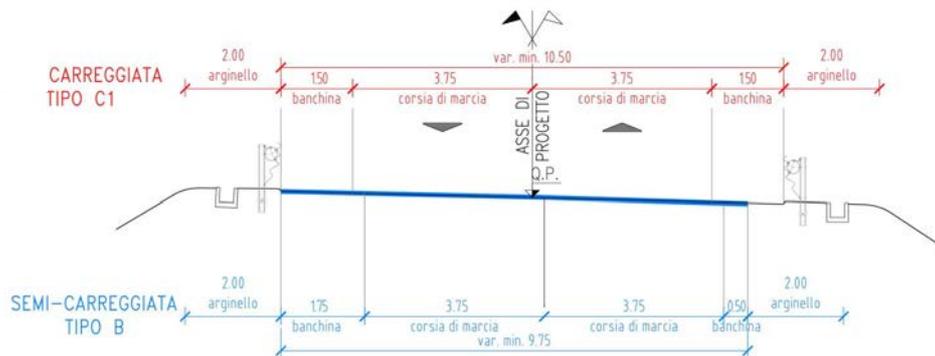
Asse principale_Cat - C1					
CONTROLLO NORMATIVA ALTIMETRICA				Pagina:	2 / 2
<b>✓ 10 Parabola altimetrica - N. 5</b> <b>Raggio: 15000,000 m Lunghezza: 204,050 m</b>					
✓ Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie	15000,000 m	40,000 m			
✓ Raggio minimo comfort accelerazione verticale	15000,000 m	1286,008 m	100,00 km/h		
✓ Raggio minimo da visibilità ( con Distanza di arresto)	15000,000 m	4206,592 m	100,00 km/h		
<b>✓ 11 Livelletta - N. 6</b> <b>Pendenza: -1,14%</b>					
✓ Pendenza massima	1,14%	7,00%			
<b>✓ 12 Parabola altimetrica - N. 6</b> <b>Raggio: 35500,000 m Lunghezza: 705,828 m</b>					
✓ Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie	35500,000 m	20,000 m			
✓ Raggio minimo comfort accelerazione verticale	35500,000 m	1286,008 m	100,00 km/h		
✓ Raggio minimo da visibilità ( con Distanza di arresto)	35500,000 m	7993,369 m	100,00 km/h		
✓ Raggio minimo da visibilità (con Distanza di Sorpasso e di Cambio corsia)	35500,000 m	35072,957 m	100,00 km/h		
<b>✓ 13 Livelletta - N. 7</b> <b>Pendenza: -3,13%</b>					
✓ Pendenza massima	3,13%	7,00%			
<b>✓ 14 Parabola altimetrica - N. 7</b> <b>Raggio: 1450,000 m Lunghezza: 74,979 m</b>					
✓ Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie	1450,000 m	40,000 m			
✓ Raggio minimo comfort accelerazione verticale	1450,000 m	115,741 m	30,00 km/h		
✓ Raggio minimo da visibilità ( con Distanza di arresto)	1450,000 m	411,210 m	30,00 km/h		
<b>✓ 15 Livelletta - N. 8</b> <b>Pendenza: 2,04%</b>					
✓ Pendenza massima	2,04%	7,00%			

## 17. COMPATIBILITÀ CON LA PREDISPOSIZIONE ALLA CATEGORIA STRADALE “TIPO B”

Il presente paragrafo illustra il confronto tra l'ipotesi progettuale per la strada di categoria tipo C1 e quella di adeguamento della stessa a tipo B.

Le fasi di passaggio da una sezione C1 alla B sono rappresentate nelle planimetrie, profili e sezioni tipo del progetto definitivo.

La verifica della compatibilità del tracciato con le due categorie stradali C1-B, è stata effettuata ipotizzando di mantenere fissa l'impostazione geometrica del ciglio stradale in sinistra della sezione C1 con l'ipotesi di ubicare nel suo sedime la **semicarreggiata** tipo B.



In base a quanto sopra la semicarreggiata di tipo B è sempre contenuta nell'ingombro della piattaforma di progetto tipo C1 del progetto definitivo; la verifica della visibilità della semicarreggiata di Tipo B, e quindi gli allargamenti necessari risultano compatibili, all'interno della fascia di occupazione delle carreggiata di tipo C1 (tale fatto è visibile nella planimetria di confronto P00PS00TRAPC01A); entrambi gli assi inoltre risultano progettati in maniera da essere altimetricamente sovrapponibili, ad eccezione dei tratti in cui la carreggiata di progetto C1 si raccorda alle rotatorie, quella iniziale del lotto precedente e quella dello SV01 (fattispecie visibile negli elaborati Profilo di confronto Tipo C-Tipo B).

I tabulati di verifica positiva della normativa plano altimetrica sono riportati nei successivi paragrafi e confermano quanto rappresentato negli elaborati grafici,

### 17.1. RIAMMAGLIO CON IL LOTTO PRECEDENTE

Nel caso in cui l'Amministrazione, una volta realizzata l'infrastruttura di progetto, decidesse di realizzare un'infrastruttura con sezione tipo B, le modifiche da effettuare all'asse viario risulterebbero minime. Infatti, attraverso una modifica del tracciamento di progetto e della sola demolizione della rotatoria del lotto 3, la semicarreggiata est, sarebbe facilmente realizzabile in continuità con tale lotto, con la garanzia che il passaggio di categoria risulta compatibile con la normativa vigente.

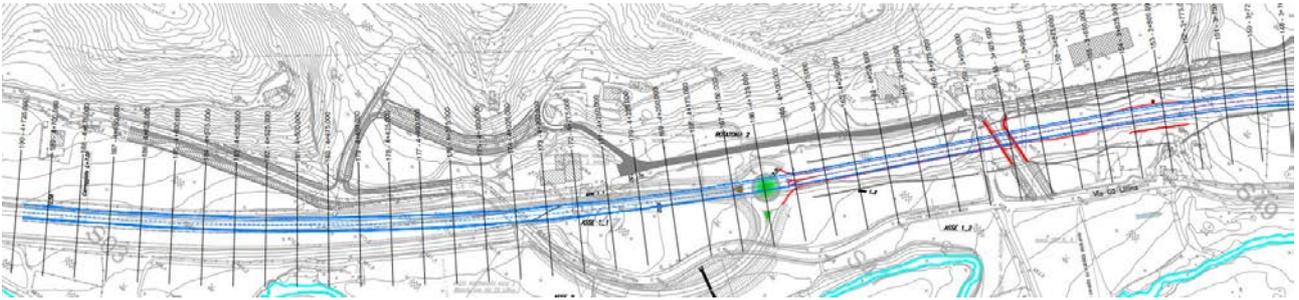


Figura 1 planimetria sezione tipo B – continuità con lotto precedente



Figura 2: profilo di raffronto Tipo B-Tipo C: l'altimetria degli assi coincide fino alla rotatoria del lotto 3

Nella Figura 3, in blu, è rappresentata quanto dovrebbe essere demolito per procedere al collegamento del lotto precedente.

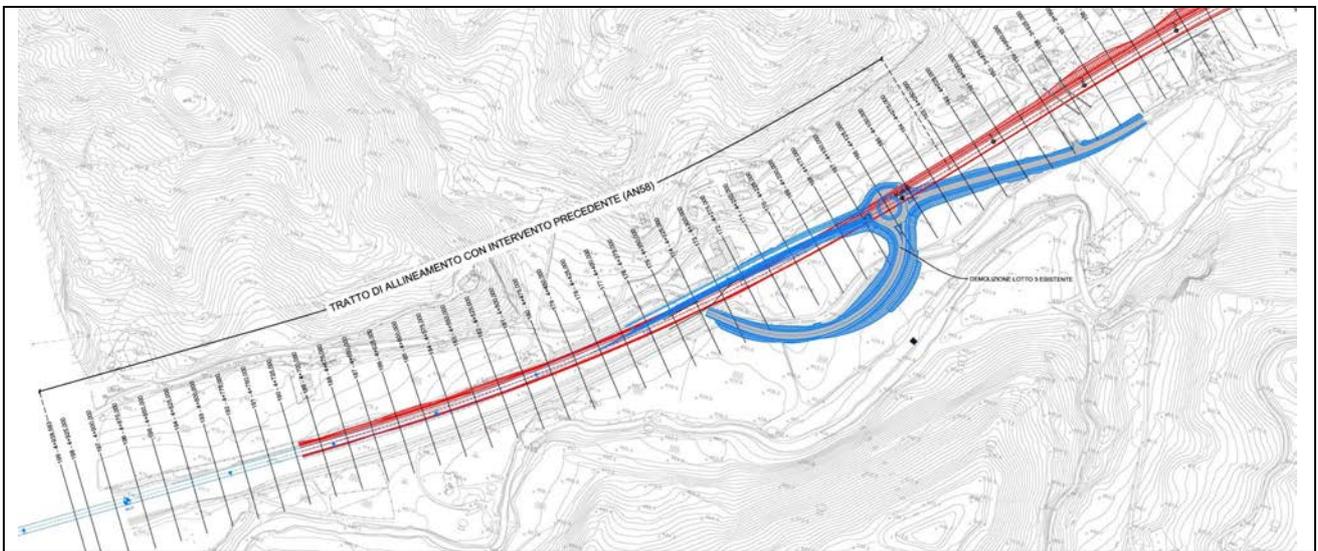
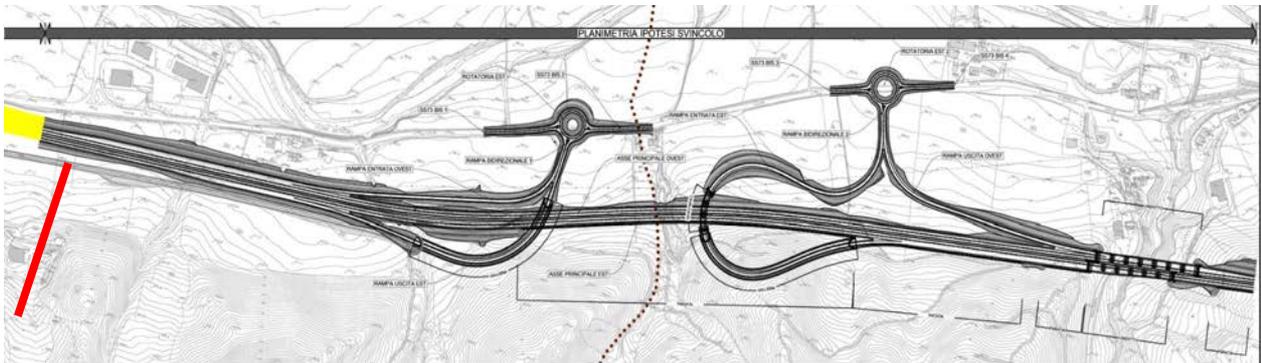


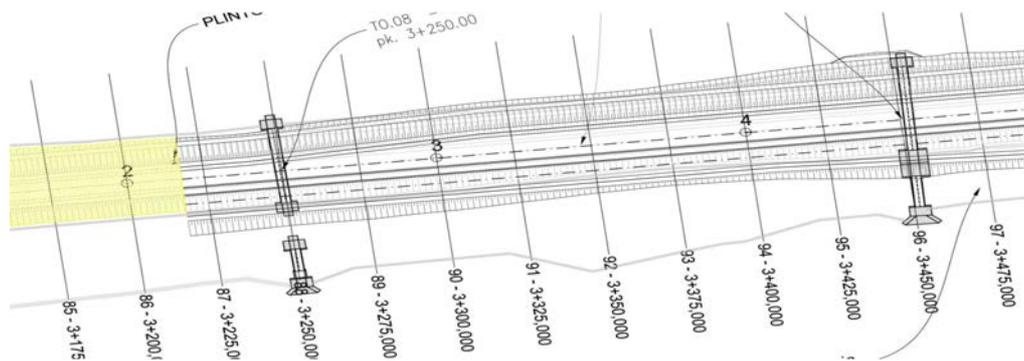
Figura 3 demolizioni in caso di realizzazione Tipo B

PROGETTAZIONE ATI:

## 17.2. IPOTESI DI CONFIGURAZIONE SVINCOLO

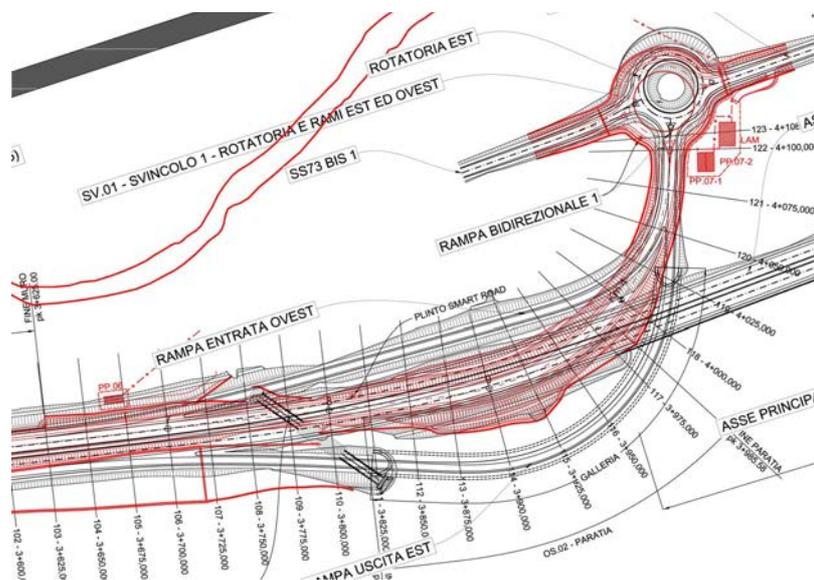


E' stata effettuata un'ipotesi di tracciato, con prosecuzione dell'asse viario rispetto allo SV01 di progetto. L'allineamento adottato risulta efficace per un eventuale raddoppio di carreggiata. Il tracciamento proposto per il passaggio alla sezione B è stato effettuato in modo da tenere conto della orografia dei luoghi per limitare gli scavi ed il consumo di territorio. L'allineamento dell'asse della tipo B rispetto a quello della tipo C1 è stato previsto partendo dalla progressiva 3+225,00, in continuità con il rettilineo prima del raccordo del tracciato tipo C1 verso svincolo di progetto SV01.



Quanto sopra descritto viene rappresentato nel dettaglio dalla planimetria di raffronto dove è visibile la sovrapposizione degli assi e degli ingombri delle carreggiate.

Si riportano di seguito i tabulati di verifica relativi alla semicarreggiata Categoria B



PROGETTAZIONE ATI:

Asse principale cat B - fino ad esistente					
CONTROLLO NORMATIVA ALTIMETRICA				Pagina:	1 / 2
<b>Dati generali profilo</b>					
Tipo piattaforma:	Carreggiata monosenso				
Posizione asse:	Centro				
Tipo normativa:	ITA - Normativa stradale 2002 - Italia				
Tipo strada:	urbana principale 2+2 - Piano viario di qualità				
Velocità minima:	70,00 km/h				
Velocità massima:	120,00 km/h				
<b>✓ 1 Livelletta - N. 1</b> <span style="float: right;"><b>Pendenza: -2,04%</b></span>					
● Pendenza massima	2,04%	Elemento	Riferimento	Velocità	
<b>✓ 2 Parabola altimetrica - N. 1</b> <span style="float: right;"><b>Raggio: 1450,000 m Lunghezza: 74,979 m</b></span>					
● Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie	1450,000 m	Elemento	Riferimento	Velocità	
● Raggio minimo comfort accelerazione verticale	1450,000 m	170,810 m		36,44 km/h	
● Raggio minimo da visibilità ( con Distanza di arresto)	1450,000 m	507,037 m		36,44 km/h	
<b>✓ 3 Livelletta - N. 2</b> <span style="float: right;"><b>Pendenza: 3,13%</b></span>					
● Pendenza massima	3,13%	Elemento	Riferimento	Velocità	
<b>✓ 4 Parabola altimetrica - N. 2</b> <span style="float: right;"><b>Raggio: 35500,000 m Lunghezza: 705,828 m</b></span>					
● Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie	35500,000 m	Elemento	Riferimento	Velocità	
● Raggio minimo comfort accelerazione verticale	35500,000 m	1851,851 m		120,00 km/h	
● Raggio minimo da visibilità ( con Distanza di arresto)	35500,000 m	7757,744 m		120,00 km/h	
● Raggio minimo da visibilità (con Distanza di Sorpasso e di Cambio corsia)	35500,000 m	11395,200 m		120,00 km/h	
<b>✓ 5 Livelletta - N. 3</b> <span style="float: right;"><b>Pendenza: 1,14%</b></span>					
● Pendenza massima	1,14%	Elemento	Riferimento	Velocità	
<b>✓ 6 Parabola altimetrica - N. 3</b> <span style="float: right;"><b>Raggio: 15000,000 m Lunghezza: 204,050 m</b></span>					
● Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie	15000,000 m	Elemento	Riferimento	Velocità	
● Raggio minimo comfort accelerazione verticale	15000,000 m	1851,851 m		120,00 km/h	
● Raggio minimo da visibilità ( con Distanza di arresto)	15000,000 m	4190,433 m		120,00 km/h	
<b>✓ 7 Livelletta - N. 4</b> <span style="float: right;"><b>Pendenza: 2,50%</b></span>					
● Pendenza massima	2,50%	Elemento	Riferimento	Velocità	
<b>✓ 8 Parabola altimetrica - N. 4</b> <span style="float: right;"><b>Raggio: 15500,000 m Lunghezza: 628,178 m</b></span>					
● Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie	15500,000 m	Elemento	Riferimento	Velocità	
● Raggio minimo comfort accelerazione verticale	15500,000 m	1851,851 m		120,00 km/h	
● Raggio minimo da visibilità ( con Distanza di arresto)	15500,000 m	8144,993 m		120,00 km/h	
● Raggio minimo da visibilità (con Distanza di Sorpasso e di Cambio corsia)	15500,000 m	11395,200 m		120,00 km/h	
<b>✓ 9 Livelletta - N. 5</b> <span style="float: right;"><b>Pendenza: -1,55%</b></span>					
● Pendenza massima	1,55%	Elemento	Riferimento	Velocità	

PROGETTAZIONE ATI:

Asse principale cat B - fino ad esistente						
CONTROLLO NORMATIVA ALTIMETRICA					Pagina:	2 / 2
<b>✓ 10 Parabola altimetrica - N. 5</b> Raggio: 6500,000 m Lunghezza: 422,142 m						
<input checked="" type="checkbox"/>	Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie	6500,000 m	40,000 m			
<input checked="" type="checkbox"/>	Raggio minimo comfort accelerazione verticale	6500,000 m	1851,851 m	120,00 km/h		
<input checked="" type="checkbox"/>	Raggio minimo da visibilità ( con Distanza di arresto)	6500,000 m	4199,199 m	120,00 km/h		
<b>✓ 11 Livelletta - N. 6</b> Pendenza: 4,94%						
<input checked="" type="checkbox"/>	Pendenza massima	4,94%	6,00%			
<b>✓ 12 Parabola altimetrica - N. 6</b> Raggio: 11400,000 m Lunghezza: 620,389 m						
<input checked="" type="checkbox"/>	Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie	11400,000 m	20,000 m			
<input checked="" type="checkbox"/>	Raggio minimo comfort accelerazione verticale	11400,000 m	1851,851 m	120,00 km/h		
<input checked="" type="checkbox"/>	Raggio minimo da visibilità ( con Distanza di arresto)	11400,000 m	7738,623 m	120,00 km/h		
<input checked="" type="checkbox"/>	Raggio minimo da visibilità (con Distanza di Sorpasso e di Cambio corsia)	11400,000 m	11395,200 m	120,00 km/h		
<b>✓ 13 Livelletta - N. 7</b> Pendenza: -0,50%						
<input checked="" type="checkbox"/>	Pendenza massima	0,50%	6,00%			
<b>✓ 14 Parabola altimetrica - N. 7</b> Raggio: 3500,000 m Lunghezza: 36,255 m						
<input checked="" type="checkbox"/>	Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie	3500,000 m	40,000 m			
<input checked="" type="checkbox"/>	Raggio minimo comfort accelerazione verticale	3500,000 m	1851,851 m	120,00 km/h		
<input checked="" type="checkbox"/>	Raggio minimo da visibilità ( con Distanza di arresto)	3500,000 m	0,000 m	120,00 km/h		
<b>✓ 15 Livelletta - N. 8</b> Pendenza: 0,54%						
<input checked="" type="checkbox"/>	Pendenza massima	0,54%	6,00%			
<b>✓ 16 Parabola altimetrica - N. 8</b> Raggio: 11000,000 m Lunghezza: 106,063 m						
<input checked="" type="checkbox"/>	Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie	11000,000 m	40,000 m			
<input checked="" type="checkbox"/>	Raggio minimo comfort accelerazione verticale	11000,000 m	1851,851 m	120,00 km/h		
<input checked="" type="checkbox"/>	Raggio minimo da visibilità ( con Distanza di arresto)	11000,000 m	0,000 m	120,00 km/h		
<b>✓ 17 Livelletta - N. 9</b> Pendenza: 1,50%						
<input checked="" type="checkbox"/>	Pendenza massima	1,50%	6,00%			
<b>✓ 18 Parabola altimetrica - N. 9</b> Raggio: 20000,000 m Lunghezza: 320,088 m						
<input checked="" type="checkbox"/>	Raggio minimo per evitare il contatto con la superficie	20000,000 m	40,000 m			
<input checked="" type="checkbox"/>	Raggio minimo comfort accelerazione verticale	20000,000 m	1851,851 m	120,00 km/h		
<input checked="" type="checkbox"/>	Raggio minimo da visibilità ( con Distanza di arresto)	20000,000 m	4157,514 m	120,00 km/h		
<b>✓ 19 Livelletta - N. 10</b> Pendenza: 3,10%						
<input checked="" type="checkbox"/>	Pendenza massima	3,10%	6,00%			



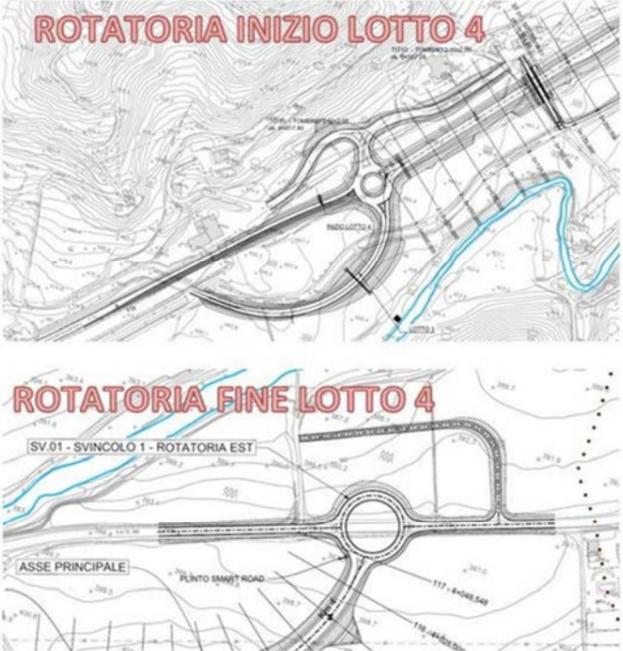
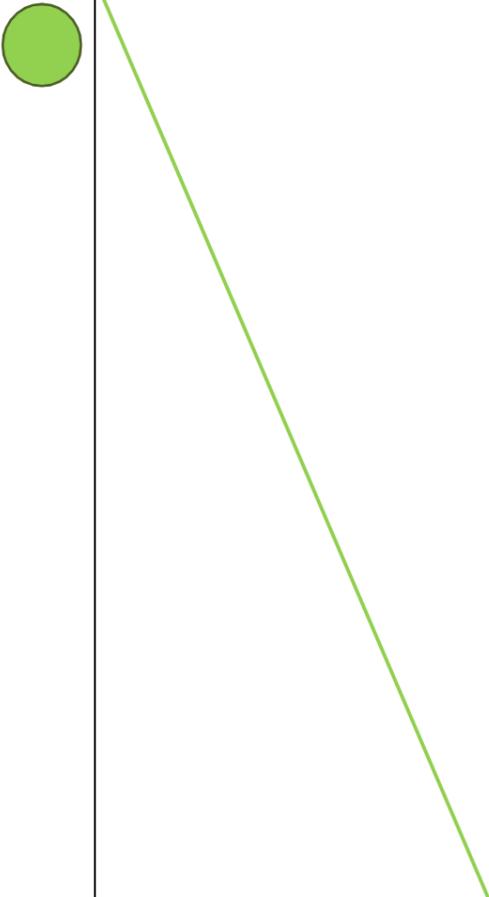
Asse principale cat B - fino ad esistente						
CONTROLLO NORMATIVA PLANIMETRICA					Pagina:	2 / 3
<b>✓ 8 Clotoide - N. 4</b> <b>Parametro A: 351,000</b> <b>Lunghezza: 117,306</b>						
●	Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula approssimata	351,000	302,400	120,00		
●	Parametro A minimo da limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	351,000	138,393	120,00		
●	Parametro A minimo da criterio ottico	351,000	350,083			
●	Parametro A massimo da criterio ottico	351,000	1050,250			
●	Rapporto parametri A da criterio ottico	1,000	0,667			
●	Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula esatta	351,000	256,546	120,00		
<b>✓ 9 Raccordo - N. 3</b> <b>Raggio: 1050,250</b> <b>Lunghezza: 736,473</b>						
●	Raggio minimo in funzione della velocità	1050,250	177,800	70,00		
●	Lunghezza minima per una corretta percezione	736,473	83,333	120,00		
●	Raggio minimo dal rettillo precedente	1050,250	6,598			
<b>✓ 10 Clotoide - N. 5</b> <b>Parametro A: 351,000</b> <b>Lunghezza: 117,306</b>						
●	Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula approssimata	351,000	302,400	120,00		
●	Parametro A minimo da limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	351,000	138,393	120,00		
●	Parametro A minimo da criterio ottico	351,000	350,083			
●	Parametro A massimo da criterio ottico	351,000	1050,250			
●	Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula esatta	351,000	256,546	120,00		
<b>✓ 11 Rettillo - N. 3</b> <b>Lunghezza: 28,927</b>						
●	Lunghezza massima	28,927	2640,000	120,00		
●	Lunghezza massima flessio	28,927	65,672	120,00		
<b>✓ 12 Clotoide - N. 6</b> <b>Parametro A: 469,904</b> <b>Lunghezza: 245,412</b>						
●	Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula approssimata	469,904	302,400	120,00		
●	Parametro A minimo da limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	469,904	222,859	120,00		
●	Parametro A minimo da criterio ottico	469,904	299,917			
●	Parametro A massimo da criterio ottico	469,904	899,750			
●	Rapporto parametri A da criterio ottico	0,904	0,667			
●	Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula esatta	469,904	173,726	120,00		
<b>✓ 13 Raccordo - N. 4</b> <b>Raggio: 899,750</b> <b>Lunghezza: 619,390</b>						
●	Raggio minimo in funzione della velocità	899,750	177,800	70,00		
●	Lunghezza minima per una corretta percezione	619,390	83,333	120,00		
●	Raggio minimo dal rettillo precedente	899,750	28,927			
●	Raggio minimo dal rettillo successivo	899,750	11,500			
<b>✓ 14 Clotoide - N. 7</b> <b>Parametro A: 519,893</b> <b>Lunghezza: 300,404</b>						
●	Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula approssimata	519,893	302,400	120,00		
●	Parametro A minimo da limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	519,893	222,859	120,00		
●	Parametro A minimo da criterio ottico	519,893	299,917			
●	Parametro A massimo da criterio ottico	519,893	899,750			
●	Parametro A minimo da limitazione del contraccolpo Formula esatta	519,893	173,726	120,00		

## 18. RISCONTRO RELAZIONE FINALE DI CONTROLLO

PROGETTAZIONE ATI:

**PROGETTO ESECUTIVO - NUOVE INFRASTRUTTURE**

MACRO VOCE	VOCE	ASPETTI DA CONTROLLARE	DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA' PROGETTUALI ESAMINATE	ESAME	GIUDIZIO	INDICAZIONE SINTETICA	RISCONTRO OSSERVAZIONE
<p style="text-align: center;"><b>ASPETTI GENERALI</b></p>	<p style="text-align: center;">FUNZIONE E INSERIMENTO NELLA RETE ESISTENTE</p>	<p>funzione svolta nuova infrastruttura all'interno della rete esistente (verifica)</p>	<p>L'attuale SS73 bis presenta un andamento piuttosto tortuoso con curve aventi raggi nettamente inferiori al minimo previsto dalla normativa vigente per le strade, con presenza di numerosi accessi per abitazioni private, attività commerciali o stabilimenti produttivi, nonché frequenti intersezioni a raso con viabilità locali.</p>	<p>"[...] La SGC Grosseto - Fano è collegata ad importanti arterie longitudinali, quali la SS 1 Aurelia, la SGC Firenze - Siena, l'autostrada A1 Milano-Napoli, la E45 Orte - Ravenna, l'autostrada A14 Bologna-Taranto e la SS 16 Adriatica. La lunghezza complessiva del collegamento è di circa 270 km, e lungo il suo tracciato, la E78 collega le città di Grosseto, Siena e Arezzo in Toscana, Urbino e Fano nelle Marche ed interseca la E45 (tra Toscana e Umbria) e il fondovalle del Metauro in provincia di Pesaro e Urbino. Inoltre, l'itinerario ha la funzione di consentire adeguate connessioni tra quattro porti di prima categoria: Livorno e La Spezia sulla costa tirrenica, Ancona e Ravenna su quella adriatica". [Rif. 3 par. 2]</p>	<p>Dal punto di vista funzionale e della sicurezza stradale, il progetto di realizzazione del bypass del centro abitato viene giudicato necessario al fine del miglioramento delle caratteristiche funzionali e di sicurezza dell'infrastruttura.</p>		
		<p>funzione assegnata alla nuova infrastruttura (verifica)</p>	<p><i>Elaborati esaminati (Rif.):</i>                      1. Relazione di Controllo Finale del PFTE                      2. Presentazione del PD del 06.10.2022                      3. Bozza Relazione stradale</p>	<p>"[...] Relativamente all'intervento del lotto 4, sebbene i volumi di traffico non siano particolarmente rilevanti [...], la funzione del nuovo collegamento appare evidente, in quanto andrebbe a sostituire le vecchie strade storiche, SS73 bis e SS73, dotati di tracciati tortuosi e sezioni trasversali limitate (ad unica carreggiata con larghezza massima pari a 7 m senza banchine), e con frequenti intersezioni ed accessi locali. Queste non risultano, quindi, agevoli come itinerari di lunga percorrenza e sicuramente non adatte al transito dei mezzi pesanti." [Rif. 1]</p> 			

INSERIMENTO NELLA RETE ESISTENTE	tipologia di connessione con la rete adiacente (verifica)	<i>Elaborati esaminati (Rif.):</i> 1. <i>Relazione di Controllo Finale del PFTE</i> 2. <i>Presentazione del PD del 06.10.2022</i> 3. <i>Planimetrie di progetto</i>	Come indicato all'interno delle Planimetrie di progetto, il collegamento in progetto tra il lotto 4 e la viabilità primaria è previsto mediante la realizzazione di rotatorie poste alle estremità (est e ovest) del lotto.  	Dal punto di vista della verifica della tipologia di connessione con la rete adiacente, nell'ambito della sicurezza stradale, non si segnalano criticità o mancanze.	
	variazione volume di traffico sulle infrastrutture adiacenti (verifica)	<i>Elaborati esaminati (Rif.):</i> 1. <i>Relazione di Controllo Finale del PFTE</i> 2. <i>Studio di traffico del PFTE</i>	All'interno della Relazione di Controllo Finale del PFTE si sottolinea tale aspetto: "[...] la realizzazione di un itinerario più performante potrebbe rappresentare una forte attrazione al passaggio delle merci, in zone che attualmente risultano isolate dal punto di vista infrastrutturale e quindi commerciale. Un buon collegamento dei paesi dell'area appenninica rappresenta sicuramente un motivo di stimolo economico e di contrasto al fenomeno dello spopolamento dei centri abitati dell'area.[...] In particolare la nuova variante in oggetto avrebbe anche la funzione di liberare l'abitato di Mercatello sul Metauro dal traffico di lunga percorrenza, soprattutto per la parte costituita da mezzi pesanti, scaricando l'attuale SS73." [Rif. 1]	<b><i>Si chiede di riportare maggiori considerazioni sull'esito degli studi di traffico, nel proseguo delle fasi progettuali al fine di chiarire le manovre per l'abitato e la futura predisposizione dell'intervento completo (possibile categoria B)</i></b>	Lo studio di riferimento analizzato, coinvolge un ampio arco territoriale che partendo dalla E45 (Selci – Lama), dove insiste l'intervento di Piano PG365, raggiunge Fano e l'Autostrada A14, prendendo in considerazione gli interventi già programmati, tra i quali c'è il lotto oggetto del presente studio (AN245). Tutti gli interventi citati sono funzionali all'apertura della galleria della Guinza situata lungo l'itinerario della E78 a cavallo tra le Regioni Umbria e Marche (lunga circa 6 km) ed al completamento dell'itinerario E78, unitamente a tutti gli altri lotti in progettazione, al fine di creare un nuovo corridoio di mobilità Est-Ovest. Per tale motivo lo studio di traffico è stato redatto definendo scenari di riferimento che prevedono il completamento dell'intero collegamento (interventi programmati e/o finanziati), ovvero verificando e dimensionando i tratti di viabilità in base ai traffici sul progetto in presenza del corridoio di mobilità Est – Ovest complessivo

			<p>Come già evidenziato nella Relazione di Controllo Finale del PFTE, anche all'interno dello Studio di Traffico del PFTE si sottolinea che "[...] il traffico catturato dalla tratta di Progetto è principalmente un traffico passante di media – lunga percorrenza, attratto dall'asse di progetto solo grazie alla realizzazione dell'adeguamento dell'intero collegamento Est – Ovest della E78: si contano circa 7.270 veicoli totali nel 2025 e circa 9.790 veicoli totali nel 2035, con una significativa incidenza della componente di domanda dei mezzi pesanti, pari a circa il 22% del traffico totale. Il tratto della SS73 bis interno a Mercatello sul Metauro (Ovest-Est) nello scenario di progetto sarà impegnato invece della sola quota di traffico locale residuale che ha origine e/o destinazione all'interno del territorio comunale e che continuerà ad utilizzare il vecchio tracciato per compiere spostamenti di breve percorrenza." [Rif. 2]</p> <table border="1" data-bbox="1139 751 1857 892"> <thead> <tr> <th colspan="4">SCENARIO PROGETTO</th> </tr> <tr> <th colspan="4">Traffico Giornaliero Medio Annuo - Anno 2025</th> </tr> <tr> <th>Sub-tratta funzionale</th> <th>Veicoli Leggeri</th> <th>Veicoli Pesanti</th> <th>Veicoli Totali</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tratto Sa Le Ville - Mercatello sul Metauro Ovest</td> <td>5.014</td> <td>1.489</td> <td>6.502</td> </tr> <tr> <td>Tratto Interno Mercatello sul Metauro (Ovest - Est)</td> <td>338</td> <td>24</td> <td>361</td> </tr> <tr> <td><b>Tratta Progetto</b></td> <td><b>5.688</b></td> <td><b>1.579</b></td> <td><b>7.267</b></td> </tr> <tr> <td>Tratto Sb Mercatello sul Metauro Est - S. Stefano di Gaifa</td> <td>6.026</td> <td>1.603</td> <td>7.628</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="1139 913 1857 1050"> <thead> <tr> <th colspan="4">SCENARIO PROGETTO</th> </tr> <tr> <th colspan="4">Traffico Giornaliero Medio Annuo - Anno 2035</th> </tr> <tr> <th>Sub-tratta funzionale</th> <th>Veicoli Leggeri</th> <th>Veicoli Pesanti</th> <th>Veicoli Totali</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tratto Sa Le Ville - Mercatello sul Metauro Ovest</td> <td>5.997</td> <td>1.832</td> <td>7.829</td> </tr> <tr> <td>Tratto Interno Mercatello sul Metauro (Ovest - Est)</td> <td>404</td> <td>28</td> <td>432</td> </tr> <tr> <td><b>Tratta Progetto</b></td> <td><b>7.620</b></td> <td><b>2.167</b></td> <td><b>9.787</b></td> </tr> <tr> <td>Tratto Sb Mercatello sul Metauro Est - S. Stefano di Gaifa</td> <td>8.024</td> <td>2.196</td> <td>10.220</td> </tr> </tbody> </table>	SCENARIO PROGETTO				Traffico Giornaliero Medio Annuo - Anno 2025				Sub-tratta funzionale	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali	Tratto Sa Le Ville - Mercatello sul Metauro Ovest	5.014	1.489	6.502	Tratto Interno Mercatello sul Metauro (Ovest - Est)	338	24	361	<b>Tratta Progetto</b>	<b>5.688</b>	<b>1.579</b>	<b>7.267</b>	Tratto Sb Mercatello sul Metauro Est - S. Stefano di Gaifa	6.026	1.603	7.628	SCENARIO PROGETTO				Traffico Giornaliero Medio Annuo - Anno 2035				Sub-tratta funzionale	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali	Tratto Sa Le Ville - Mercatello sul Metauro Ovest	5.997	1.832	7.829	Tratto Interno Mercatello sul Metauro (Ovest - Est)	404	28	432	<b>Tratta Progetto</b>	<b>7.620</b>	<b>2.167</b>	<b>9.787</b>	Tratto Sb Mercatello sul Metauro Est - S. Stefano di Gaifa	8.024	2.196	10.220		 <p>I dati riportati vengono confermati da quelli misurati dalle stazioni Anas al km 43 della S.S. 73 bis nel 2018 e nel 2019; il portale è nei pressi (6 km circa) ad Est della rotatoria di fine lotto (S.S. 73 bis). Pertanto nella valutazione dell'infrastruttura si è considerato, ponendosi a favore di sicurezza, un TGM di 8k veicoli circa (con una percentuale di veicoli pesanti pari al 12%) , confermando la scelta di impiegare una sezione (strada extraurbana principale), ai sensi del DM 05/11/2001 categoria C1 appare adeguata, confermando quanto riportato nella fase preliminare. Dall'analisi dei risultati ottenuti si evince come all'apertura all'esercizio sulla base del traffico previsto, della sua composizione e delle caratteristiche geometriche funzionali della strada, si prevede un Livello di Servizio "CE" importante sottolineare come il tracciato di progetto sia compatibile con geometrie che consentono il raddoppio della carreggiata senza modifiche all'asse di progetto</p>
SCENARIO PROGETTO																																																													
Traffico Giornaliero Medio Annuo - Anno 2025																																																													
Sub-tratta funzionale	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali																																																										
Tratto Sa Le Ville - Mercatello sul Metauro Ovest	5.014	1.489	6.502																																																										
Tratto Interno Mercatello sul Metauro (Ovest - Est)	338	24	361																																																										
<b>Tratta Progetto</b>	<b>5.688</b>	<b>1.579</b>	<b>7.267</b>																																																										
Tratto Sb Mercatello sul Metauro Est - S. Stefano di Gaifa	6.026	1.603	7.628																																																										
SCENARIO PROGETTO																																																													
Traffico Giornaliero Medio Annuo - Anno 2035																																																													
Sub-tratta funzionale	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali																																																										
Tratto Sa Le Ville - Mercatello sul Metauro Ovest	5.997	1.832	7.829																																																										
Tratto Interno Mercatello sul Metauro (Ovest - Est)	404	28	432																																																										
<b>Tratta Progetto</b>	<b>7.620</b>	<b>2.167</b>	<b>9.787</b>																																																										
Tratto Sb Mercatello sul Metauro Est - S. Stefano di Gaifa	8.024	2.196	10.220																																																										
CONDIZIONI AMBIENTALI E PAESAGGIO CIRCOSTANTE	presenza vincoli con la nuova infrastruttura (verifica)	Elaborati esaminati (Rif.): 1.Relazione di Controllo Finale del PFTE 2.Presentazione del PD del 06.10.2022 3.Bozza Relazione stradale	<p>"Il tracciato plano-altimetrico eredita le scelte progettuali dello SFTE, in particolare l'alternativa prescelta è quella che si allontana maggiormente dall'abitato di Mercatello e si conclude a ridosso dell'abitato di Sant'Angelo in Vado; lo sviluppo del percorso incontra un'orografia piuttosto frastagliata che ha richiesto l'inserimento di diverse opere d'arte". [Rif. 3 par. 4]</p> <p>Dagli elaborati esaminati si afferma di aver eseguito le seguenti attività in sede di progetto definitivo:</p> <p>"[...] - Aggiornamento del rilievo topografico in scala 1:2.000 per un'adeguata fascia a cavallo del corridoio di progetto. Approfondimenti a scala 1:500 nelle aree di svincolo e nelle aree di inizio/fine opera. Rilievo e sezioni celerimetriche dei fossi per le simulazioni idrauliche.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Campagna di indagini geognostiche, geofisiche ed ambientali dei terreni per la caratterizzazione degli stessi al fine di dimensionare le opere d'arte ed al fine di gestire l'impiego e lo smaltimento delle terre.</li> <li>- Campagna d'indagini ambientali ai fini della ricostruzione del clima atmosferico ed acustico per la valutazione degli impatti apportati dal progetto dell'infrastruttura." [Rif. 2]</li> </ul>	<p><b>Si richiede di integrare per la stesura finale della progettazione definitiva la documentazione progettuale con i seguenti elaborati:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Relazione generale</b></li> <li>- <b>Studio Preliminare Ambientale</b></li> </ul>	 <p>La relazione generale e lo studio sono stati aggiornati con i seguenti codici</p>																																																								

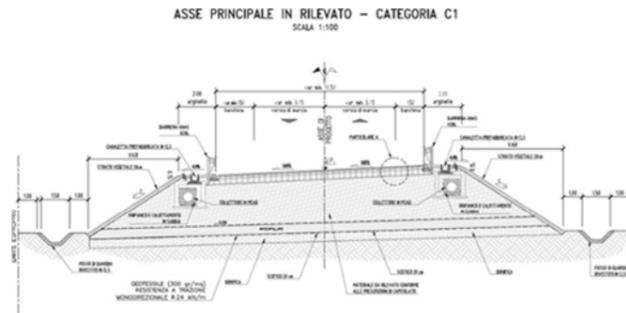
	presenza interferenze con la nuova infrastruttura (verifica)	<i>Elaborati esaminati (Rif.):1. Relazione di Controllo Finale del PFTE</i>	“[...] non si rilevano impattanti interferenze in quanto il tracciato si sviluppa per buona parte in sotterraneo. La ricucitura della rete locale in questa fase del progetto è stata in gran parte risolta, prevedendo alcune opere di scavalco lungo il tracciato e mantenendo il sottopasso esistente. Non è ben definita la ricucitura della viabilità che adduce al centro abitato di Mercatello. In fase definitiva si ritiene necessario un approfondimento al fine di migliorare il collegamento con l'abitato nel tratto iniziale dell'intervento.” [Rif. 1]	<b>Si richiede di integrare per la stesura finale della progettazione definitiva la documentazione con i seguenti documenti:- Relazione generale- Planimetria di censimento delle interferenze</b>		La relazione e la planimetria sono state prodotte e sono presenti all'interno del progetto definitivo
TRAFFICO	valutazione soluzione progettuale in funzione del tipo e volume di traffico previsto (verifica)	<i>Elaborati esaminati (Rif.): 1. Relazione di Controllo Finale del PFTE 2. Presentazione del PD del 06.10.2022 3. Planimetrie di progetto 4. Studio di traffico del PFTE</i>	<p>Lo Studio di Traffico allegato al PFTE riporta elaborazioni e verifiche di funzionalità mediante il calcolo del Livello di servizio della tratta di progetto in funzione dei volumi di traffico, della velocità di servizio e della percentuale di tempo in accodamento relativamente allo stato attuale ed a vari scenari alternativi di tracciato e tipologia di strada. A tal proposito, la relazione di controllo del PFTE (Rif. 1) riscontrava alcuni aspetti critici da approfondire e chiarire in sede di progetto definitivo; in particolare:</p> <p>“[...] Le ipotesi di partenza fanno riferimento a uno scenario attuale (al 2016) di dati di traffico che coinvolgono 85.190 km di infrastrutture (comprensivi di rete autostradale, rete statale locale e collegamenti marittimi). Non risulta chiaro se, per la modellazione degli scenari futuri sono stati presi in considerazione l'entrata in esercizio anche delle infrastrutture pianificate ed in parte in realizzazione previste nell'area geografica centrale appenninica, adiacenti al presente collegamento (es. il quadrilatero).</p> <p>L'elaborazione dell'analisi di traffico è condotta sull'ipotesi di messa in esercizio dell'intera tratta da Selci a S. Stefano di Gaifa e non sembra tener conto delle scelte progettuali in atto per i lotti precedenti (lotto 2 e 3), i quali sono stati già in parte realizzati”. [Rif. 1]</p> <p>In fase di presentazione del PD, i progettisti hanno presentato alcuni risultati emersi dal nuovo studio di traffico: “Nel corso del PD si è fatto riferimento, per conferma, ad uno studio aggiornato condotto nell'ambito dello SFTE del tratto 5, lotti 5-10, redatto nel 2021. Si tratta dei lotti ad Est del Progetto in questione, da Mercatello Est a S. Stefano di Gaifa. Lo studio consultato prende a riferimento la tratta da Selci Lama (E45) a S. Stefano di Gaifa. Lo Scenario di base considerato in questo studio prevede l'entrata in esercizio della Galleria della Guinza in entrambe le direzioni e l'esecuzione dei lotti 3 e 4 entro il 2031. Di seguito si riportano le tabelle desunte dallo studio citato, in particolare si fa riferimento allo Scenario di base al 2041 (R41)” [Rif. 2]</p>	<b>Si richiede di integrare per la stesura finale della progettazione definitiva il progetto con i seguenti documenti:</b> - Relazione generale - capitolo relativo alle verifiche funzionali in relazione tecnica stradale		Nella Relazione tecnica stradale sono allegate le verifiche dell'infrastruttura di progetto richieste

**Flussi veicolari giornalieri – Somma di entrambe le direzioni**

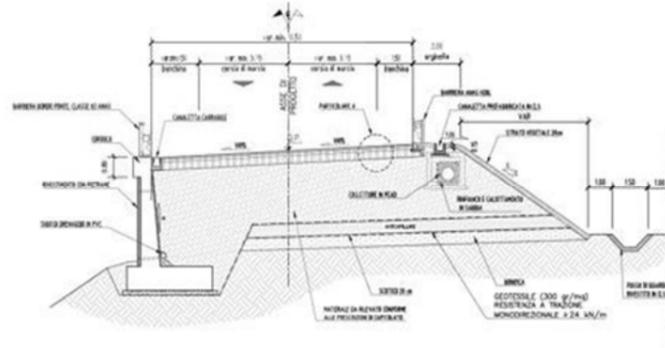
Scenario	Lunghezza itinerario (mono direzionale) (km)	Flusso medio di Sezione. Leggeri (veic/gg)	Flusso medio di Sezione. Pesanti (veic/gg)	Flusso medio di Sezione. Totali (veic/gg)	Incidenza dei Veicoli Pesanti (%)	Flusso medio di Sezione. Equivalenti (veic/gg)	Tempo di Viaggio (media tra le direzioni) (minuti)	Velocità media (km/h)
R41	35,211	6.398	839	7.238	11,60%	8.497	42,25	50,01
P41_1	33,274	9.110	863	9.973	8,65%	11.267	23,40	85,31
Delta	-1,937	2.712	24	2.735	-2,94%	2.771	-18,85	35,31
Delta %	-5,50%	42,38%	2,81%	37,79%	-25,39%	32,61%	-44,61%	70,60%

				<p>Inoltre, "Come ulteriore approfondimento si sono raccolti i dati misurati dalle stazioni Anas al km 43 della S.S. 73 bis nel 2018 e nel 2019", assumendo come valori di TGM di "10.000 veic/g, con una percentuale del 10 % di veicoli pesanti" [Rif. 2] Tuttavia la documentazione presentata non riporta alcun tipo di analisi funzionale della tratta in esame.</p> 			
	volumi di traffico rilevanti per tipologie particolari di utenza (verifica)	-	-	-	-		
	coerenza tra classe della nuova infrastruttura e volume e tipo di traffico previsto (verifica)	<p><i>Elaborati esaminati (Rif.):</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Relazione di Controllo Finale del PFTE</li> <li>2. Presentazione del PD del 06.10.2022</li> <li>3. Sezioni tipologiche</li> </ol>	<p>Il PD prevede per l'intera tratta in esame una sezione di tipo C1 con una corsia per senso di marcia della larghezza di 3,75 m affiancata da banchina da 1,50 m [Rif. 2 e Rif. 3], in accordo con quanto richiesto all'interno della Relazione di Controllo Finale del PFTE: "[...] si chiede di valutare l'adozione di una sezione trasversale più ampia (ad es. tipo C1 in luogo della C2 proposta)" che "[...] consentirebbe più agevolmente, soprattutto per le opere d'arte, un eventuale adeguamento alla tipologia di strada di livello superiore" [Rif. 1].</p>	<p><b>Come indicato per il punto precedente il capitolo in relazione tecnica stradale dovrà contenere la verifica della coerenza tra classe della nuova infrastruttura e volume e tipo di traffico previsto.</b></p>	●	<p>Rispetto a quanto indicato nella verifica intermedia il dato di traffico più recente risulta essere poco meno 9000k veicoli totali. All'interno della relazione è presente un paragrafo con la verifica del livello di servizio dell'infrastruttura</p>	
<b>GEOMETRIA</b>	SEZIONE TRASVERSALE (VERIFICA IN RIFERIMENTO AL D.M. 05.11.01)	numero di corsie in relazione al volume di traffico previsto	<p><i>Elaborati esaminati (Rif.):</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Relazione di Controllo Finale del PFTE</li> <li>2. Presentazione del PD del 06.10.2022</li> <li>3. Sezioni tipologiche</li> <li>4. Bozza Relazione stradale</li> <li>5. Studio di traffico PFTE</li> </ol>	<p>Nella bozza della Relazione stradale disponibile si descrivono i flussi di traffico previsti lungo la tratta in oggetto sottolineando il fatto che "il dato maggiore registrato nei vari studi e misurazioni riportate porta a considerare un TGM massimo di 10k veicoli circa, pertanto la scelta di impiegare una sezione di Categoria C1 (strada extraurbana principale), ai sensi del DM 05/11/2001 categoria C1 appare adeguata" [Rif. 4 par. 5]</p>	<p><b>Come indicato per il punto precedente il capitolo in relazione tecnica stradale dovrà analizzare la necessità e la fattibilità di corsie supplementari per la salita dei mezzi pesanti.</b></p>	●	

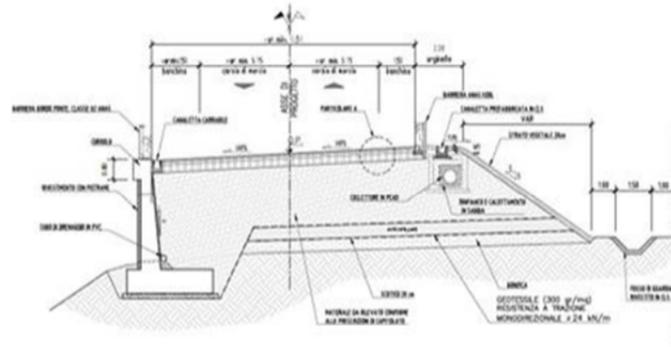
				<p>Tuttavia, contrariamente a quanto svolto per il PFTE, nei documenti allegati al PD non sono presenti le verifiche prestazionali della tratta stradale in termini di Livelli di Servizio.</p> <p>In considerazione della non trascurabile percentuale di veicoli pesanti e dell'andamento altimetrico caratterizzato da pendenza pressoché costante e monotona del tracciato, sarebbe opportuno effettuare un'analisi di approfondimento sulla eventuale necessità di inserire brevi corsie supplementari per la salita dei mezzi pesanti.</p>			
		<p>verifica dimensioni in deroga degli elementi modulari (larghezza corsia, banchina, ...)</p>	<p><i>Elaborati esaminati (Rif.):1. Relazione di Controllo Finale del PFTE2. Presentazione del PD del 06.10.2022 3.Sezioni tipologiche4. Bozza Relazione stradale</i></p>	<p><i>"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 C1 "strade extraurbane secondarie" per quanto riguarda l'asse principale e con riferimento alla sezione tipo F2 "strade extraurbane locali" per quanto riguarda i rami di innesto sulla rotatoria.La sezione stradale prevista, sezione tipo C1, è prevista a falda singola in previsione di un futuro adeguamento del tracciato ad una categoria B". [Rif. 4 par. 7]Tale scelta ottempera la prescrizione contenuta all'interno della Relazione di Controllo Finale del PFTE nella quale si chiedeva di "valutare l'adozione di una sezione trasversale più ampia (ed es. tipo C1 in luogo della C2 proposta)" [Rif. 1].<i>"La sezione stradale dell'asse principale è composta da due corsie da 3.75 m con banchine laterali da 1.50 m, per una larghezza complessiva di carreggiata pari a 10.50 m. Nei tratti in sede naturale gli elementi marginali sono costituiti, in rilevato, da un arginello da 2.00 m e in trincea da una cunetta alla francese da 1 m". [Rif. 4 par. 7.1]Come illustrato all'interno delle tavole riportanti le sezioni tipologiche(come da normativa vigente DM 05/11/2001).</i></i></p>	<p>In linea di massima le sezioni stradali risultano adeguate per quanto attiene all'asse principale (C1) ed alla viabilità locale.Si chiede di giustificare l'adozione di sezioni stradali non riconducibili a tipologie previste dalla normativa per quanto attiene alle strade interpoderali ed ai rami secondari.</p>		<p>Lo sviluppo del tracciato ha determinato la necessità di predisporre numerose ricuciture della viabilità locale. Queste, ad eccezione di via 'Ca Lillina che è stata proposta con una sezione F2, si presentano a carattere rurale privato. motivo per il quale la scelta è caduta su una sezione che migliorasse la preesistente condizione viabile senza però portare ad eccessivo consumo del territorio</p>



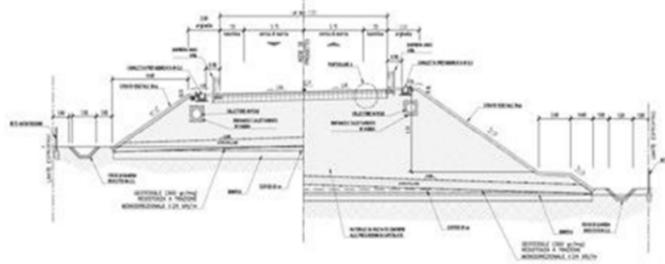
ASSE PRINCIPALE IN RILEVATO CON MURO DI SOSTEGNO  
.CATEGORIA C1  
SCALA 1:100



ASSE PRINCIPALE IN RILEVATO CON MURO DI SOSTEGNO  
.CATEGORIA C1  
SCALA 1:100

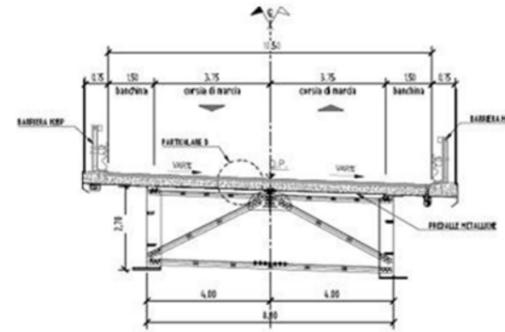


ASSE PRINCIPALE IN RILEVATO ALTO  
CATEGORIA C1  
SCALA 1:100





ASSE PRINCIPALE SU VIADOTTO  
SCALA 1:100

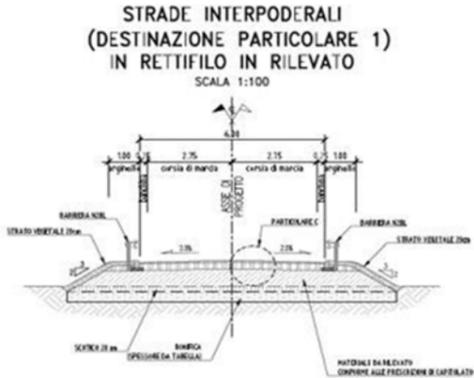
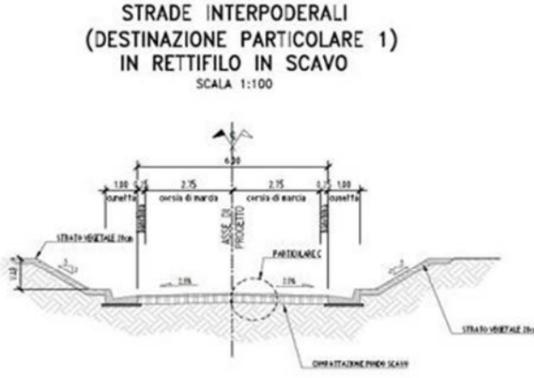


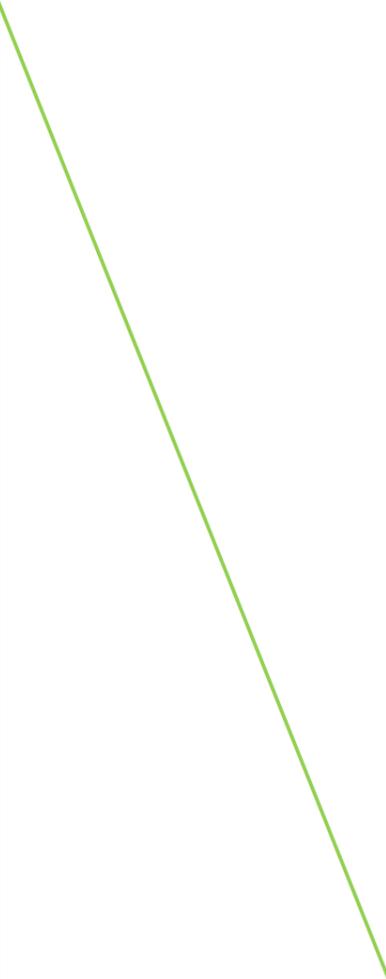
Rif. 3]

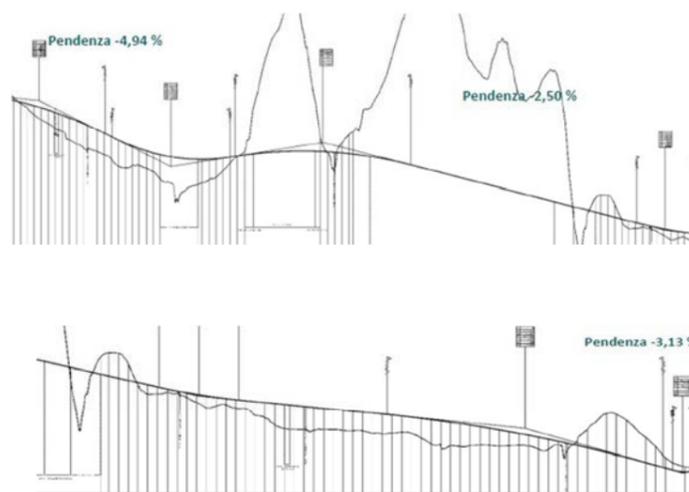
Per quanto attiene ai rami secondari “[...] si prevede una sezione stradale ad unica carreggiata da 6,5 m, composta da due corsie da 2,75 affiancate da banchine da 0,50 m, con elementi marginali costituiti da arginello da 2,00 m in rilevato o da cunetta alla francese da 1,00 m in scavo”. [Rif. 4 par. 7.2]  
Tale configurazione della sezione stradale è compatibile con una strada di tipo F urbana, mentre nella bozza della relazione stradale viene indicata più correttamente come extraurbana.  
Per quanto riguarda la viabilità locale “[...] La sezione prevista è una categoria F2 solamente nel breve tratto in variante all’attuale asse viario, con una carreggiata di 6,5 m composta da due corsie da 3,25 m ed una banchina da 1,0 m” [Rif. 4 par. 7.3]

“Le strade interpoderali sono previste ad unica carreggiata da 6,0 m, composta da due corsie da 2,75 affiancate da banchine da 0,25 m, con elementi marginali costituiti da arginello da 1 m in rilevato o da cunetta alla francese da 1,0 m in scavo”. [Rif. 4 par. 7.4]

Il dimensionamento delle banchine risulta inferiore a quello minimo previsto dalla normativa (0,50 m).

			<p style="text-align: center;">STRADE INTERPODERALI (DESTINAZIONE PARTICOLARE 1) IN RETTIFILO IN RILEVATO SCALA 1:100</p>  <p style="text-align: center;">STRADE INTERPODERALI (DESTINAZIONE PARTICOLARE 1) IN RETTIFILO IN SCAVO SCALA 1:100</p>  <p>[Rif. 3] "Altre strade minori sono previste di larghezza 4,0 m, con arginello da 0,50 m in rilevato o cunetta triangolare in scavo". [Rif. 4 par. 7.4] [Rif. 3]</p> <p style="text-align: center;">STRADE PODERALI (DESTINAZIONE PARTICOLARE 2) IN RETTIFILO IN RILEVATO SCALA 1:100</p>  <p>[Rif. 3]</p>			
<p>TRACCIATO PLANIMETRICO (VERIFICA IN RIFERIMENTO AL D.M. 05.11.01)</p>	<p>dimensionamento dei rettifili in funzione della velocità di progetto</p>	<p><i>Elaborati esaminati (Rif.):</i> 1. <i>Relazione di Controllo Finale del PFTE</i> 2. <i>Presentazione del PD del 06.10.2022</i> 3. <i>Planimetrie di tracciamento</i> 4. <i>Diagrammi di velocità e di visuale libera</i> 5. <i>Bozza Relazione stradale</i></p>	<p>Nella bozza della Relazione stradale e nelle planimetrie di tracciamento sono riportate le lunghezze dei rettifili [Rif. 5 par. 6]) ma non vengono riportate le verifiche normative.</p>	<p><b>Per la stesura finale della progettazione definitiva sarà necessario riportare le verifiche planimetriche riguardanti il dimensionamento dei rettifili.</b></p>		<p>Nella relazione è stata inserito un paragrafo con le verifiche plano altimetriche sia della sezione tipo B che tipo C</p>

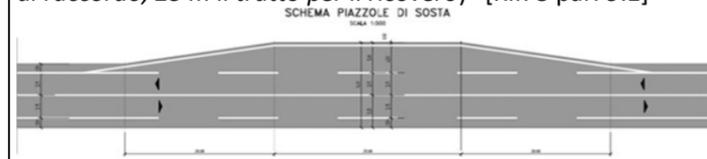
	dimensionamento delle curve di transizione in funzione della velocità di progetto	<i>Elaborati esaminati (Rif.):</i> 1. <i>Relazione di Controllo Finale del PFTE</i> 2. <i>Presentazione del PD del 06.10.2022</i> 3. <i>Planimetrie di tracciamento</i> 4. <i>Diagrammi di velocità e di visuale libera</i> 5. <i>Bozza Relazione stradale</i>	Nelle planimetrie di tracciamento [Rif. 3], vengono indicate le clotoidi ma non vengono riportate le verifiche normative.	<b>Per la stesura finale della progettazione definitiva occorrerà riportare le verifiche riguardanti il tracciamento delle clotoidi.</b>	●	
	dimensionamento delle curve circolari in funzione della velocità di progetto	<i>Elaborati esaminati (Rif.):</i> 1. <i>Relazione di Controllo Finale del PFTE</i> 2. <i>Presentazione del PD del 06.10.2022</i> 3. <i>Planimetrie di tracciamento</i>	Il dimensionamento delle curve circolari in funzione della velocità di progetto non è presente.	<b>Per la stesura finale della progettazione definitiva si chiede di riportare le verifiche del dimensionamento delle curve circolari.</b>	●	
TRACCIATO ALTIMETRICO (VERIFICA IN RIFERIMENTO AL D.M.05.11.01)	dimensionamento delle livellette in funzione della velocità di progetto	<i>Elaborati esaminati (Rif.):</i> 1. <i>Relazione di Controllo Finale del PFTE</i> 2. <i>Presentazione del PD del 06.10.2022</i> 3. <i>Diagrammi di velocità e visuale libera</i> 4. <i>Profili longitudinali</i> 5. <i>Bozza Relazione stradale</i>	All'interno della Relazione di Controllo del PFTE si riportava che "[...]i dettagli della progettazione stradale, compreso l'ottimizzazione della pendenza delle livellette, vanno approfonditi alla luce di un rilievo topografico di maggior dettaglio" [Rif. 1]. In fase di PD è stato effettuato un "aggiornamento del rilievo topografico in scala 1:2.000 per un'adeguata fascia a cavallo del corridoio di progetto. Approfondimenti a scala 1: 500 nelle aree di svincolo e nelle aree di inizio/fine opera. Rilievo e sezioni celerimetriche dei fossi per le simulazioni idrauliche". [Rif. 2] La bozza della Relazione stradale riporta che "il valore massimo delle pendenze sulle livellette è pari al 4.94%" [Rif. 5 par. 6]	La prescrizione del controllo PFTE è stata ottemperata.	●	



		dimensionamento dei raccordi convessi in funzione della velocità di progetto	<p><i>Elaborati esaminati (Rif.):</i>  1. <i>Relazione di Controllo Finale del PFTE</i>  2. <i>Presentazione del PD del 06.10.2022</i>  3. <i>Diagrammi di velocità e visuale libera</i>  4. <i>Bozza Relazione stradale</i></p>	<p>Dai “Diagrammi di velocità e visuale libera” si deduce che l’andamento altimetrico risulta corretto in quanto “i raggi minimi sono pari a <math>R=1450m</math> (concavo in approccio alla rotatoria); <math>R=15500m</math> (concavo) <math>R=15000m</math> (convesso)” [Rif. 4 par. 6], valori nettamente superiori a quelli prescritti dalla normativa vigente (DM 05/11/2001).</p> <p>Inoltre, all’interno della Relazione di Controllo Finale del PFTE si richiedeva di riportare le verifiche sulle distanze di visibilità (sorpasso ed arresto) e di valutare “se è consentito il sorpasso almeno in un tratto pari al 20% dell’intero sviluppo della variante.” [Rif. 1].</p> <p>Dalla bozza della Relazione stradale si evince che “Lungo il tracciato è stato eseguito sia il calcolo della distanza di visuale libera per l’arresto che per il sorpasso le quali sono state poi confrontate rispettivamente con la distanza di visibilità per l’arresto e la distanza di visibilità per il sorpasso [...]. Le verifiche di cui sopra sono state condotte anche per i rami di raccordo tra le viabilità esistenti e la nuova intersezioni a rotatoria (Rami Est e Ovest delle Rotatoria) e per la deviazione delle strade locali introducendo, in quest’ultimo caso, gli opportuni allargamenti per visibilità. [...] tutte le curve planimetriche hanno superato la verifica, avendo però adottato i seguenti provvedimenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Allargare secondo quanto richiesto dalle verifiche di visibilità in sinistra e destra la sagoma stradale (viadotti compresi), mediante l’arretramento degli elementi di margine e prevedendo una zona pavimentata non carrabile caratterizzata da un’opportuna segnaletica orizzontale (“zebratura” e “banda sonora” di margine)</li> <li>- Allontanando gli elementi di margine.”</li> </ul> <p>[Rif. 4 par. 9.2]</p> <p>Gli allargamenti adottati per garantire le distanze di visibilità risultano i seguenti:</p>	<p><b>Per la stesura finale della progettazione definitiva si chiede di riportare le verifiche di visibilità per l’arresto ed il sorpasso sia per l’asse principale che per la viabilità secondaria, evidenziando le tratte in cui è consentito il sorpasso.</b></p>	●	Le verifiche sono riportate nei diagrammi allegati al progetto																		
		dimensionamento dei raccordi concavi in funzione della velocità di progetto		<p>9.2.1. ALLARGAMENTI PER GARANTIRE LA DISTANZA DI VISIBILITA' PREVISTI</p> <p>Asse principale</p> <table border="1" data-bbox="1151 1423 1638 1465"> <thead> <tr> <th>Curva</th> <th>Lato</th> <th>Allargamento</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>R=900 m</td> <td>SX</td> <td>1,47 m</td> </tr> </tbody> </table> <p>Viabilità secondaria</p> <table border="1" data-bbox="1151 1514 1795 1570"> <thead> <tr> <th>Viabilità</th> <th>Raggio</th> <th>Lato</th> <th>Allargamento</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VS02</td> <td>R=120.00 m</td> <td>DX</td> <td>0.600 m</td> </tr> <tr> <td>VS07</td> <td>R=95.00 m</td> <td>DX</td> <td>1.840 m</td> </tr> </tbody> </table> <p>Nella documentazione analizzata non viene indicato quali siano i tratti dove è consentito il sorpasso e se in tali tratti le verifiche diano esito positivo.</p> <p>Inoltre, non sono state riportate le verifiche di visibilità (sorpasso ed arresto) della viabilità secondaria.</p>	Curva	Lato	Allargamento	R=900 m	SX	1,47 m	Viabilità	Raggio	Lato	Allargamento	VS02	R=120.00 m	DX	0.600 m	VS07	R=95.00 m	DX	1.840 m			
Curva	Lato	Allargamento																							
R=900 m	SX	1,47 m																							
Viabilità	Raggio	Lato	Allargamento																						
VS02	R=120.00 m	DX	0.600 m																						
VS07	R=95.00 m	DX	1.840 m																						
COORDINAMENTO PLANO-ALTIMETRICO (VERIFICA INRIFERIMENTO)	coordinamento in funzione della velocità di progetto		<p><i>Elaborati esaminati (Rif.):</i>1. <i>Relazione di Controllo Finale del PFTE</i>2. <i>Presentazione del PD del 06.10.2022</i>3. <i>Diagrammi di velocità e visuale libera</i>4. <i>Bozza della Relazione stradale</i></p>	All’interno degli elaborati di progetto esaminati non vi è alcuna evidenza di un’analisi del coordinamento piano-altimetrico.	<p><b>Per la stesura finale della progettazione definitiva si chiede di riportare le verifiche riguardanti il coordinamento piano-altimetrico.</b></p>	●	Nei tabulati di verifica sono presenti ora le verifiche piano altimetriche																		

	AL D.M. 05.11.01)						
	INTERSEZIONI A LIVELLI SFALSATI	numero, frequenza e posizionamento in funzione della classe di strada	-	-			
		tipologia del volume e del tipo di traffico in funzione della classe di strada	-	-			
		dimensionamento elementi dell'intersezione	-	-			
dimensionamento corsie di accelerazione e decelerazione		-	-				
ALTRI ASPETTI	ACCESSI E DIRAMAZIONI	localizzazione aree di servizio e aree di sosta in funzione della classe di strada	-	-			
		dimensionamento corsie di accelerazione e decelerazione	-	-			
	altri aspetti specifici individuati dal controllore	dimensionamento della sovrastruttura stradale	<p><i>Elaborati esaminati (Rif.):</i></p> <p>1. Relazione di Controllo Finale del PFTE</p> <p>2. Presentazione del PD del 06.10.2022</p>	<p>Nella Relazione di Controllo Finale del PFTE è stata segnalata l'assenza di "[...] un dimensionamento della sovrastruttura stradale scelta in analogia ai tratti limitrofi", ed era stato richiesto di approfondire tale aspetto nella successiva fase progettuale. [Rif. 1]</p> <p>Nella presentazione del PD si riporta: "[...] per analogia con i lotti adiacenti, caratterizzati da composizioni simili dei volumi di traffico, gli strati di pavimentazione saranno verosimilmente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>☒ 4 cm usura fonoassorbente</li> <li>☒ 6 cm binder di conglomerato bituminoso</li> <li>☒ 11 cm base in conglomerato bituminoso</li> <li>☒ 20 cm di sotto-base in misto cementato</li> <li>☒ 15 cm di fondazione in misto granulare stabilizzato"</li> </ul> <p>"[...] il pacchetto stradale verrà verificato per una vita utile di 20 anni. Il dimensionamento della pavimentazione sarà condotto con il metodo AASHTO Guide for Design of Pavement Structures"</p> <p>[Rif. 2]</p> <p>Tuttavia tali verifiche non sono state ancora esplicitate.</p>	<p><b>Per la stesura finale della progettazione definitiva si chiede di riportare le verifiche riguardanti il dimensionamento della sovrastruttura stradale.</b></p>		<p>Nella relazione stradale sono riportate le verifiche della pavimentazione stradale dell'asse principale con metodo razionale</p>
Piazzole di sosta	<p><i>Elaborati esaminati (Rif.):</i></p> <p>1. Planimetria di progetto 2. Sezioni tipologiche 3. Bozza Relazione stradale</p>	<p>Le piazzole di sosta risultano correttamente dimensionate come da DM 05/11/2001 sia come lunghezza che come larghezza e posizionate correttamente all'interno della banchina.</p>	<p><b>Per la stesura finale della progettazione definitiva si chiede di riportare nella relazione stradale la tabella di riepilogo e di meglio specificare cosa avviene dopo la progressiva 3+000.</b></p>		<p>La tabella relativa alle piazzole di sosta è stata aggiornata nella relazione stradale</p>		

*“Le piazzole di sosta 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)” [Rif. 3 par. 9.1]*



[Rif. 2]  
 Dette piazzole devono inoltre essere distanziate in maniera opportuna ai fini della sicurezza della circolazione, ad intervalli di circa 1.000 m. Dalla planimetria di progetto si evince che tale prescrizione è stata rispettata in entrambe le direzioni (compatibilmente con evidenti impedimenti come ad esempio ponti e viadotti) ma sembrano risultare assenti dopo la progressiva 3+000 [Rif. 1].

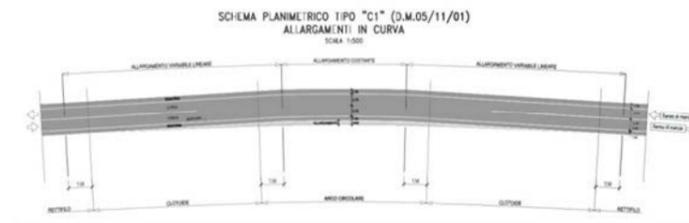
Nella bozza della Relazione stradale si prospetta che *“La posizione delle piazzole risulta fortemente vincolata dalla presenza delle gallerie e dalle geometrie stradali. Le piazzole inserite sono state ubicate in punti del tracciato tali da garantire le migliori condizioni di visibilità possibile”.* Si riporterà nella versione finale una tabella contenente il riepilogo delle piazzole di sosta previste lungo l’asse principale, con indicazione della loro ubicazione e interdistanza.”.

[Rif. 3 par. 9.1]-

*Elaborati esaminati (Rif.):*  
 1. Presentazione del PD del 06.10.2022  
 2. Planimetria di progetto  
 3. Sezioni tipologiche  
 4. Diagrammi di velocità e visuale libera  
 5. Bozza Relazione stradale

Nella bozza della Relazione stradale si specifica che *“lungo l’asse principale è stato necessario prevedere un solo allargamento [...]”*

Asse principale		
Curva	Direzione	Allargamento
R=135m	SX	0.30 m



Allargamenti della carreggiata in curva

**Per la stesura finale della progettazione definitiva si chiede di integrare la documentazione progettuale e di riportare le relative verifiche.**



Nei diagrammi e nei tabulati sono riportate le verifiche per visibilità e gli allargamenti dove necessari



[Rif. 3]  
 Sono stati previsti degli allargamenti anche sulle viabilità secondarie presenti raggi ridotti" [Rif. 5 par. 9.1]  
 La documentazione disponibile risulta parzialmente carente.

Elaborati esaminati (Rif.):1. Relazione di Controllo Finale del PFTE2. Presentazione del PD del 06.10.2023. Sezioni tipologiche4. Planimetria di progetto in formato .kmz5. Bozza Relazione stradale6. Studio di traffico PTFE

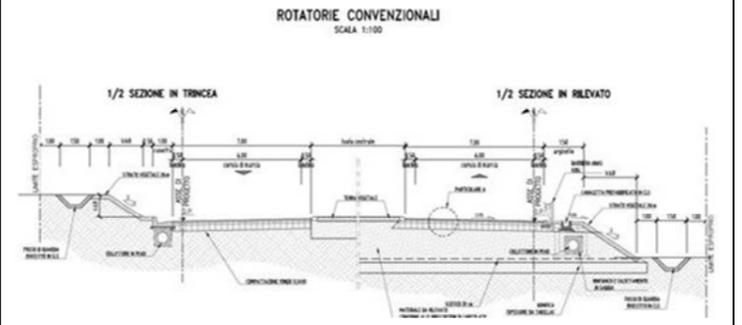
Per la nuova rotatoria posta all'estremità est del tracciato "si prevede un anello giratorio di larghezza pari a 6,00 m e banchine interna ed esterna da 0,65m per una larghezza totale pari a 9,00m. Si prevedono inoltre all'esterno della rotatoria gli stessi elementi marginali e scarpata previsti nei rami in ingresso"[Rif. 5 par. 7.5][Rif. 4]Tuttavia la sezione tipo riportata nell'elaborato sezioni tipologiche riporta una banchina di larghezza pari a 0,50 m [Rif. 3] e non è stato esplicitato il diametro esterno della rotatoria.

**Per la stesura finale della progettazione definitiva si chiede di riportare le verifiche e le analisi riguardanti il corretto dimensionamento geometrico della rotatoria, la valutazione dell'ingombro dei mezzi pesanti e la verifica della capacità della rotatoria.**



Il LOS della rotatoria e le valutazioni d'ingombro sono ora riportate in rotatoria

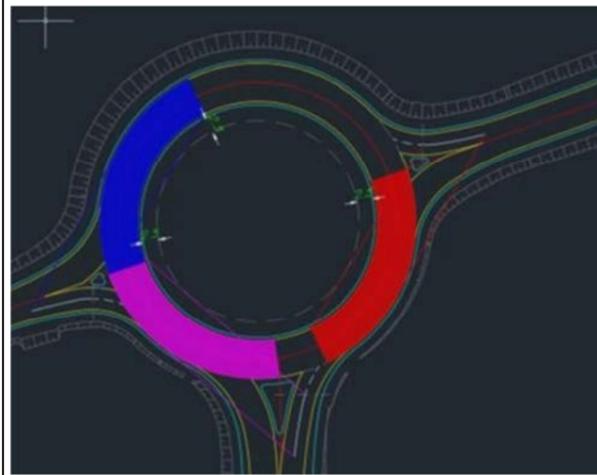
Intersezioni a raso con circolazione a rotatoria



L'angolo di deviazione "risulta sempre superiore a 45°" e pertanto sempre verificato. [Rif. 5 par. 10.1]



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"



"Per la verifica del passaggio di mezzi pesanti in rotatoria è stata condotta una simulazione di massimo ingombro di un autoarticolato con rimorchio,  $L_{max} = 12,00$  m ed un autotreno  $L_{max} = 18,75$  m"  
[Rif. 5 par. 10.1]

Di quest'ultima verifica non sono presenti elaborati grafici che attestino l'effettiva positività dell'analisi.  
Non sono state recepite le richieste di verifiche di capacità della rotatoria così riportate nella precedente relazione di controllo del PTFE: "Nella successiva fase progettuale dovranno essere approfondite le verifiche di visibilità e di capacità secondo quanto previsto dal DM 19/04/06".  
[Rif. 1]

Barriere di sicurezza

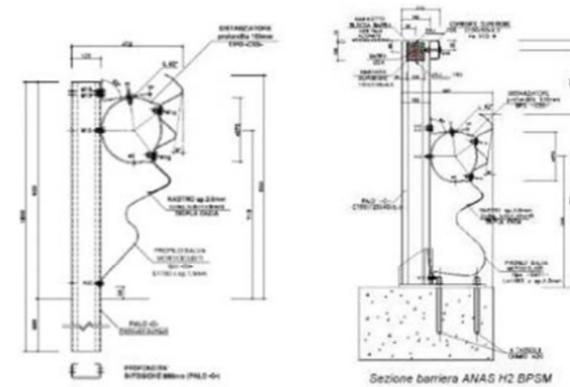
*Elaborati esaminati (Rif.):*  
 1. Relazione di Controllo Finale del PFTE  
 2. Presentazione del PD del 06.10.2022

All'interno della presentazione del PD si descrivono le tipologie di barriere di sicurezza che si prevede di installare lungo il tracciato.  
 "Le classi minime adottabili sono:  
 ☒ H2 bordo rilevato tipo Anas  
 ☒ H2 bordo Ponte tipo Anas  
 ☒ DSM integrato quando necessario"  
 [Rif. 2]  
 L'effettiva classe prescelta ed il posizionamento delle barriere e dei DSM non è stato esplicitato in nessun elaborato, **sebbene aspetto che potrebbe rimandarsi alla successiva fase progettuale.**

Tabella A – Barriere longitudinali

Tipo di strada	Tipo di traffico	Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo ponte <sup>(1)</sup>
Autostrade (A) e strade extraurbane principali(B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4 <sup>(2)</sup>	H2-H3 <sup>(2)</sup>	H3-H4 <sup>(2)</sup>
Strade extraurbane	I	H1	N2	H2
secondarie(C) e Strade urbane di scorrimento (D)	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali(F).	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

(1) Per ponti o viadotti si intendono opere di luce superiore a 10 metri; per luci minori sono equiparate al bordo laterale  
 (2) La scelta tra le due classi sarà determinata dal progettista



**Per la stesura finale della progettazione definitiva Si chiede di integrare la documentazione riguardante la tipologia ed il posizionamento delle barriere stradali. Si rimanda alla successiva fase per maggior dettaglio**



Il paragrafo e gli elaborati relativi alle barriere di progetto sono stati aggiornati con le caratteristiche delle barriere previste nel progetto

Ulteriori intersezioni minori

*Elaborati esaminati (Rif.):*  
 1. Relazione di Controllo Finale del PFTE  
 2. Presentazione del PD del 06.10.2022  
 3. Planimetrie di progetto  
 4. Planimetria di progetto in formato .kmz  
 5. Planimetria di tracciamento  
 6. Bozza della Relazione stradale

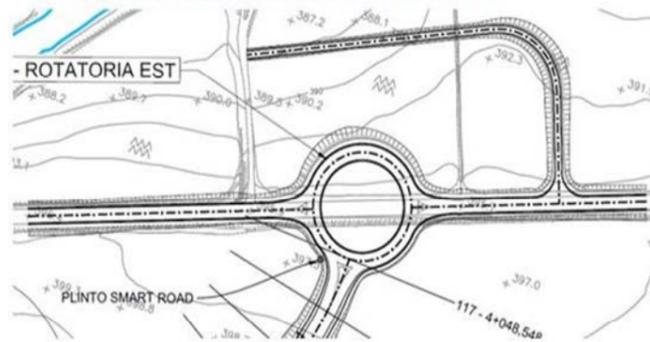
Dalla planimetria di progetto si deduce la presenza di un'intersezione a T inserita sul ramo in direzione est della rotatoria a fine tracciato.  
 Tuttavia non tutti gli elaborati presentano tale intersezione e perciò si chiede di uniformare gli elaborati grafici e, se necessario, eseguire le opportune verifiche di visibilità, ai fini della sicurezza stradale, e redigere una tavola della segnaletica stradale.

**Per la stesura finale della progettazione definitiva o nella successiva fase progettuale Si chiede di aggiornare gli elaborati grafici e le opportune verifiche dell'intersezione minore.**



L'intersezione rappresenta un refuso corretto nell'emmissione corrente

### PLANIMETRIA DI PROGETTO



### PLANIMETRIA DI TRACCIAMENTO



### FILE KMZ DI PROGETTO



### PRESENTAZIONE DEL PROGETTO

