



Società Autostrada Tirrenica p.A.
GRUPPO AUTOSTRADE PER L'ITALIA S.p.A.

AUTOSTRADA (A12) : ROSIGNANO – CIVITAVECCHIA
LOTTO 6B

TRATTO: PESCIA ROMANA – TARQUINIA

PROGETTO DEFINITIVO

INFRASTRUTTURA STRATEGICA DI PREMINENTE INTERESSE NAZIONALE LE CUI PROCEDURE DI APPROVAZIONE SONO REGOLATE DALL' ART. 161 DEL D.LGS. 163/2006


AU – CORPO AUTOSTRADALE

PARTE STRADALE

RELAZIONE TECNICA

IL RESPONSABILE PROGETTAZIONE SPECIALISTICA Ing. Massimiliano Giacobbi Ord. Ingg. Milano N. 20746 RESPONSABILE UFFICIO STD	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Alessandro Alfì Ord. Ingg. Milano N. 20015 COORDINATORE GENERALE APS	IL DIRETTORE TECNICO Ing. Maurizio Torresi Ord. Ingg. Milano N. 16492 RESPONSABILE DIREZIONE SVILUPPO INFRASTRUTTURE
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

RIFERIMENTO ELABORATO					DATA: FEBBRAIO 2011		REVISIONE		
		DIRETTORIO		FILE				n.	data
—	—	codice	commessa	N.Prog.	unita'	n. progressivo			
—	—	12	12	16	02	STD090—			
							SCALA:		

 ingegneria europea		ELABORAZIONE GRAFICA A CURA DI :	
		ELABORAZIONE PROGETTUALE A CURA DI :	
CONSULENZA A CURA DI :		IL RESPONSABILE UFFICIO/UNITA'	Ing. Massimiliano Giacobbi – Ord. Ingg. Milano N. 20746

RESPONSABILE DI COMMESSA Arch. Mario Canato Ord. Arch. Venezia N. 1294 COORDINATORE OPERATIVO DI PROGETTO	VISTO DEL COMMITTENTE 	VISTO DEL CONCEDENTE 
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Sommario

1	PREMESSA.....	2
2	L'INFRASTRUTTURA ESISTENTE.....	3
3	L'INTERVENTO DI ADEGUAMENTO DELLA VARIANTE SS1 AURELIA.....	8
4	IL PROGETTO.....	9
5	INQUADRAMENTO NORMATIVO	17
6	CARATTERISTICHE TECNICHE DEL PROGETTO	18
6.1	L'INFRASTRUTTURA ESISTENTE	18
6.1.1	<i>ASPETTI GEOMETRICI DELL'INFRASTRUTTURA ESISTENTE</i>	<i>18</i>
6.2	IL PROGETTO	23
6.2.1	<i>INQUADRAMENTO NORMATIVO E CRITERI PROGETTUALI.....</i>	<i>23</i>
6.2.2	<i>Caratteristiche planimetriche</i>	<i>23</i>
6.2.3	<i>Caratteristiche altimetriche</i>	<i>27</i>
6.2.4	<i>Analisi di visibilità.....</i>	<i>29</i>
6.2.5	<i>ASSE AUTOSTRADALE</i>	<i>31</i>
6.2.6	<i>Aspetti geometrici dell'infrastruttura di progetto.....</i>	<i>37</i>
6.2.7	<i>Analisi del progetto con riferimento al DM del 05.11.2001.....</i>	<i>44</i>
6.2.8	<i>Andamento altimetrico</i>	<i>48</i>
6.2.9	<i>Verifiche di visibilità.....</i>	<i>50</i>
6.3	SVINCOLI ED AREE DI SERVIZIO	52
6.3.1	<i>Criteri progettuali.....</i>	<i>52</i>
6.3.2	<i>Geometria degli elementi modulari delle rampe</i>	<i>52</i>
6.3.3	<i>Sezioni tipo delle rampe e delle corsie specializzate</i>	<i>54</i>
6.3.4	<i>Criteri per il dimensionamento delle corsie specializzate</i>	<i>55</i>
6.4	PAVIMENTAZIONI.....	75
6.5	VERIFICHE FUNZIONALI.....	76
6.5.1	<i>Rotatorie.....</i>	<i>76</i>
6.5.2	<i>Opere di adduzione:.....</i>	<i>76</i>
6.5.3	<i>Opere di ricucitura:.....</i>	<i>77</i>

1 PREMESSA

La presente relazione si riferisce al progetto definitivo dell'intervento di adeguamento ad Autostrada di un tratto della Variante SS1 Aurelia, riferibile al Lotto 6B Pescia Romana - Tarquinia, parte dell'intero corridoio tirrenico compreso tra Rosignano e Civitavecchia.

Nel presente documento sono descritte le caratteristiche stradali del progetto e illustrate le verifiche condotte per valutare la congruenza con le indicazioni contenute nelle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (Decreto Ministero del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 05/11/2001, prot. 6792) per autostrade extraurbane (strade di categoria A), non cogente per l'intervento in oggetto ai sensi del DM 22.04.04, in quanto trattasi di adeguamento di infrastrutture esistenti.

Per quanto riguarda le caratteristiche stradali delle intersezioni si è fatto riferimento al Decreto Ministeriale 19/04/2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali"; nei successivi paragrafi verranno indicati i criteri progettuali adottati per la definizione della geometria delle rampe di svincolo/interconnessione e per il dimensionamento delle corsie specializzate di immissione/diversione.

2 L'INFRASTRUTTURA ESISTENTE

Il tronco sud del completamento del corridoio tirrenico si estende dallo svincolo di Grosseto Sud a quello di Civitavecchia.

Il progetto si riferisce al Lotto 6B della A12 Pescia Romana - Tarquinia per uno sviluppo complessivo di circa 25,7 km. L'intervento prevede l'adeguamento ad autostrada della SS n.1 Aurelia, mediante un ampliamento dell'attuale sede stradale a doppia carreggiata (due corsie per senso di marcia).

Il progetto ha inizio in corrispondenza del km 122+367 della SS n.1 Aurelia, circa 1,4 km più a sud dell'attuale svincolo di Pescia Fiorentina e a circa 600m dal confine regionale Lazio-Toscana, all'interno del territorio della Regione Lazio.

Il tracciato autostradale del Lotto 6B termina in corrispondenza del Km 95+647.54 dell'attuale statale (Km 25+752.56 di progetto) che coincide con l'inizio dell'intervento di progetto relativo al Lotto 6A.

Nella redazione degli elaborati di progetto sono state utilizzate delle progressive continue nella direzione crescente da nord verso sud, a partire dal km 0+000 posto in corrispondenza della sezione di inizio lotto

L'infrastruttura attuale, interessata dal progetto di adeguamento a sezione autostradale, risulta avere, una sezione tipo composta da due carreggiate, ciascuna a due corsie per senso di marcia di larghezza $L=3.50m$ e una piattaforma pavimentata di larghezza complessiva pari a $L=15.50m$ circa; tale sezione può essere ricondotta al Tipo III delle "Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade extraurbane" CNR 78/1980; la strada può essere classificata come una strada extraurbana principale.

Lungo lo spartitraffico è posizionata a seconda dei tratti una barriera di sicurezza NJ in cls ovvero una barriera metallica monofilare bifacciale, con margine interno di larghezza pari a circa 1.00m; sui margini laterali sono disposte barriere metalliche a nastro.

Gli scavi esistenti del tratto interessato dal progetto hanno altezze in alcuni casi anche rilevante ed una pendenza ridotta, al disotto dell'usuale 2:3 e presentano alla base in alcuni tratti un muretto di pulizia di altezza variabile; i rilevati sono anch'essi in taluni casi di altezza rilevante e con pendenze anch'essi più dolci dell'usuale 2:3.

SEZIONI TIPO ESISTENTE VARIANTE SS1 AURELIA

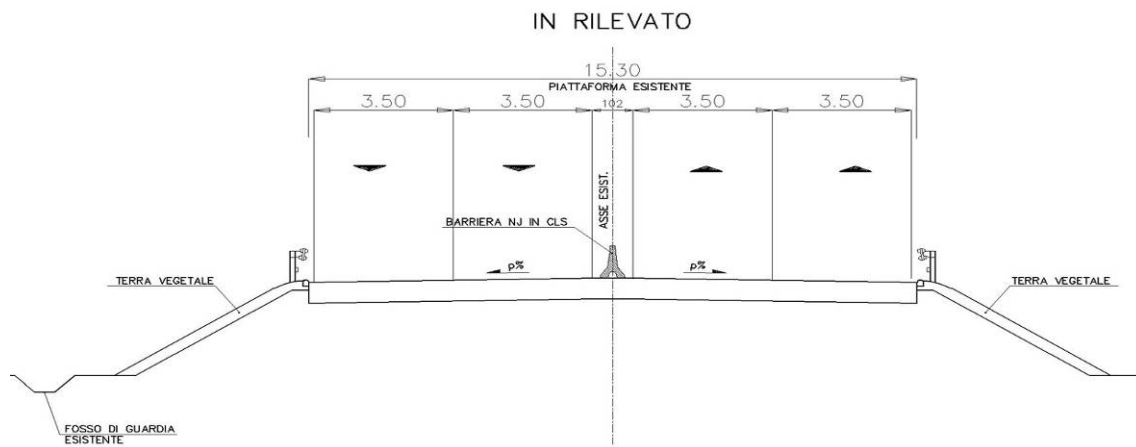


Figura 1: Sezione tipo Variante SS1 Aurelia

Lungo il tracciato sono presenti le seguenti intersezioni stradali principali a livelli sfalsati con attraversamenti dell'asse stradale realizzati in cavalcavia (le progressive sono riferite al km 0+000 di progetto situato a inizio lotto):

- Svincolo di Pescia Romana in corrispondenza del Km 1+650;
- Svincolo di Centrale ENEL di Montalto di Castro al km 8+300;
- Svincolo di Montalto di Castro al km 12+650;
- Svincolo di Riva dei Tarquini al km 18+730.

Il tracciato attuale ha inizio in corrispondenza di una curva planimetrica a sinistra (procedendo da nord verso sud) proseguendo poi con un lungo rettilineo.



Figura 2: L'infrastruttura attuale in corrispondenza del Km 12+800



Figura 3: Intersezioni a raso lungo l'infrastruttura esistente. Km 117+800

Al Km 117 circa ha inizio una curva a destra alla quale segue un lungo rettifilo.



Figura 4: Viadotto "Tafone" Km 116+500



Figura 5: Viadotto "Ponte rotto" Km 114+700

In corrispondenza, all'incirca, della località detta "i quattro pini" si rileva la presenza di una curva a sinistra. Al Km 112+900 circa il tracciato si sviluppa lungo una curva a destra succeduta da un flessò (curva a destra – curva a sinistra) dopo il quale è situato uno svincolo (Km 111 circa).

Dopo un breve rettilo la strada attuale procede con una curva destrorsa, proseguendo verso sud si ha una curva sinistrorsa di ampio raggio.



Figura 6: Uscita per Montalto di Castro. Km 109+600

Dopo una curva a destra il tracciato si sviluppa di nuovo in rettilo. Dopo una curva sinistrorsa seguita da un lungo rettilo si ha una serie di flessi.

Al Km 104+500 circa inizia il viadotto sull'Arrone (L=100.50 m).



Figura 7: Viadotto sull'Arrone

Segue poi una serie di lunghi rettifili.

3 L'INTERVENTO DI ADEGUAMENTO DELLA VARIANTE SS1 AURELIA

L'autostrada A12 Livorno - Civitavecchia fa parte del cosiddetto "Corridoio Tirrenico" che mette in comunicazione diretta il Nord ed il Sud Ovest dell'Europa con il Mezzogiorno d'Italia e con gli Stati che si affacciano nella parte Sud Occidentale del Mediterraneo ed è già una delle più importanti direttrici plurimodali del nostro Paese.

Mentre sono in servizio ormai da molti anni efficaci collegamenti stradali e autostradali dal confine con la Francia a Livorno e da Civitavecchia a Reggio Calabria, sussiste tra Rosignano e Civitavecchia la mancanza di una sufficiente connessione autostradale. Un primo tratto di tale autostrada è stato realizzato dalla SAT negli anni novanta tra Livorno e Rosignano, e nello stesso periodo è stata realizzata dall'ANAS una variante a 4 corsie della SS 1 Aurelia tra Rosignano e Grosseto Sud. Tra Grosseto Sud e Civitavecchia Nord la S.S.1 è invece ad oggi caratterizzata da una situazione particolarmente inadeguata alle esigenze di sicurezza e fluidità della circolazione, in quanto disomogenea per caratteristiche geometriche, con tratti a 2 e 4 corsie, con e senza spartitraffico, con intersezioni a raso della viabilità locale o minore e a volte con accessi privati diretti sulla sede stradale.

La riduzione di incidentalità, l'esigenza di migliorare le infrastrutture necessarie allo sviluppo delle zone interessate, hanno portato a realizzare, negli ultimi trentacinque anni, una serie imponente di studi e progettazioni sul migliore assetto da dare al collegamento stradale tra Rosignano e Civitavecchia.

Sono state studiate numerose ipotesi di collegamento autostradale con differenti alternative di tracciato e sono state approfondite diverse soluzioni per il miglioramento delle caratteristiche della S.S.1 ma, per molteplici ragioni, nessuna di tali ipotesi ha raccolto i consensi e/o i finanziamenti necessari per passare in modo omogeneo alla fase realizzativa.

Il progetto consiste nell'adeguamento ad Autostrada dell'intero tratto tra Rosignano e Civitavecchia, costituito dal Tronco Nord (Rosignano - Grosseto Sud) e dal Tronco Sud (Grosseto Sud - Civitavecchia).

Il Progetto Definitivo, che viene qui presentato e descritto, consiste nell'adeguamento ad Autostrada del tratto relativo al Lotto 6B, compreso tra lo svincolo di Pescia Romana e Tarquinia.

L'intervento prevede la realizzazione di n.4 svincoli:

1. Sv Pescia Romana;
2. Sv Centrale ENEL di Montalto di Castro;
3. Sv Montalto di Castro;
4. Sv Riva dei Tarquini.

Nella progettazione di questo tratto rientra altresì la riqualificazione e integrazione di una serie di viabilità locali connesse all'opera.

4 IL PROGETTO

Il tracciato autostradale in progetto presenta una lunghezza di circa 25.7 km. La progressiva iniziale, pari al km 0+000, è posta in corrispondenza del km 122+367.59 della S.S. n.1 Aurelia (nel comune di Montalto di Castro), mentre quella finale, pari al km 25+960.49 è posta in corrispondenza del km 95+467.54 della S:S. n.1 Aurelia (nel comune di Tarquinia) ed in continuità con l'infrastruttura di progetto del lotto 6A.

L'infrastruttura autostradale si presenta con una sezione tipo di "cat. A" in rispetto al DM 05/11/2001.

L'intervento prevede l'allargamento dell'attuale sede stradale ad una sezione di tipo autostradale di larghezza complessiva pari a 24.00m, composta da due carreggiate distinte suddivise da un margine interno di 3.00m con banchine in sinistra di 70 cm. Ciascuna carreggiata sarà composta da 2 corsie di marcia di larghezza $L=3.75m$ e da corsie di emergenza di larghezza $L=3.00m$, L'arginello dei rilevati sarà caratterizzato da una larghezza di 1.30m mentre nelle sezioni in trincea è prevista una cunetta di circa 1.00m di larghezza.

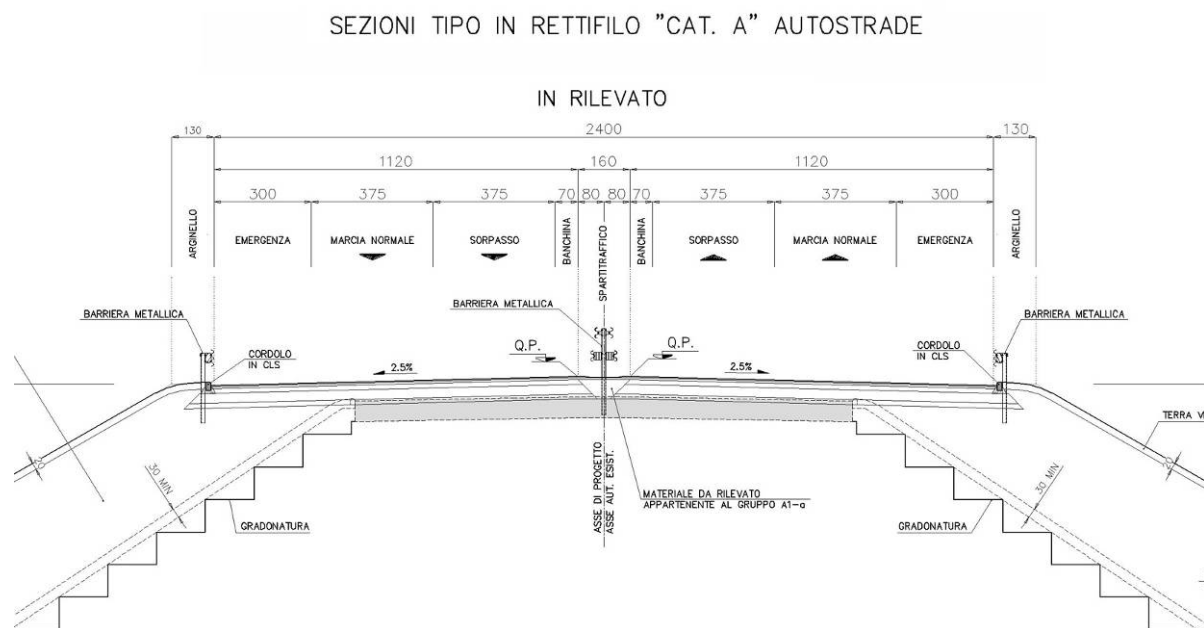


Figura 8: Sezione tipo di progetto (adeguamento simmetrico Variante SS1 Aurelia)

Le pendenze delle scarpate in rilevato è posta pari a 4:7 (altezza:base) con banca ogni 5 m di altezza, mentre in trincea sono previste scarpate con pendenza pari a 2:3 (altezza:base) con banca ogni 5 m di altezza. Per informazioni di dettaglio si rimanda agli elaborati tipologici STD 100-109.

Nello spartitraffico di larghezza 1.60 metri è prevista l'installazione di una barriera metallica monofilare di classe H4. Sui bordi laterali è prevista, laddove necessario, l'installazione di barriere di sicurezza metalliche di classe H2/H3.

La modalità di ampliamento è quasi esclusivamente asimmetrica, con uno dei cigli di progetto che ripercorre il margine esistente in modo tale da facilitare e rendere più flessibile la gestione del traffico veicolare durante le fasi di realizzazione. Solo in alcuni tratti, peraltro abbastanza localizzati, si hanno ampliamenti simmetrici dettati dalle geometrie del tracciato ovvero da vincoli territoriali.

Anche dal punto di vista planimetrico l'adeguamento del sedime esistente alla sezione autostradale ripercorre la quota dell'infrastruttura esistente, ad eccezione di modesti tratti per il quale è stata prevista una rettifica almetrica della livelletta esistente, altrimenti impossibile da adeguare alle caratteristiche geometriche di una sezione tipo autostradale.

SEZIONE TIPO IN RILEVATO "CAT. A" AUTOSTRADE IN RETTIFILLO

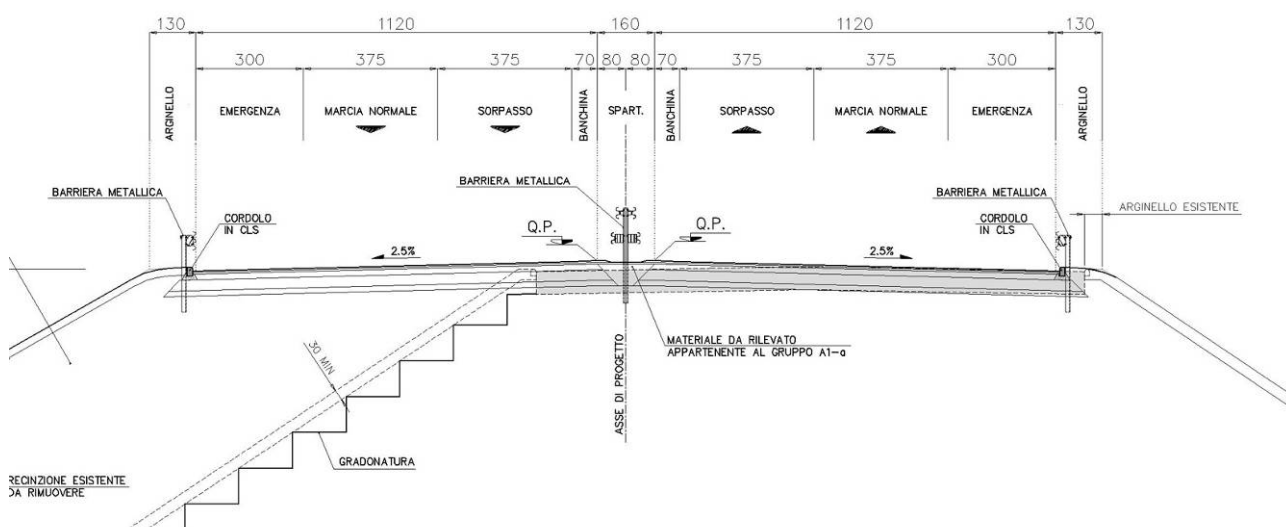


Figura 9: Sezione tipo di progetto (adeguamento asimmetrico SS1 Aurelia)

Come detto l'intervento di progetto prevede l'ampliamento in sede dell'attuale statale, ad esclusione di due tratti in cui l'asse di progetto si colloca in variante rispetto alla SS n.1:

- il primo, di circa 800 metri di lunghezza, in corrispondenza del tratto immediatamente successivo all'attuale svincolo di Montalto di Castro, con la sede autostradale che si pone in affiancamento alla sede esistente;

- il secondo, di circa 1 Km di lunghezza, in corrispondenza dell'attraversamento del torrente Arrone, in cui l'infrastruttura di progetto si pone ad ovest della SS1 Aurelia con uno scostamento massimo di circa 150 m;

Sono altresì previste quattro modeste varianti planimetriche di una delle due carreggiate in corrispondenza degli attraversamenti in viadotto esistenti: due per la sede Nord ed altrettante per quella Sud. Una delle due carreggiate ripercorre infatti le opere esistenti da conservare e riqualificare, mentre per l'altra in variante è prevista la realizzazione di viadotti di nuova costruzione in stretta adiacenza a quelli esistenti.

In tali tratti la carreggiata in variante si separa gradualmente con un incremento dello spartitraffico fino ad un massimo di circa 7-8 metri. In questa parte è prevista la sistemazione dei margini con due barriere metalliche e la realizzazione al centro di un fosso di guardia rivestito.

Laddove possibile entrambe le carreggiate sono state mantenute sostanzialmente alla stessa quota: ad eccezione del tratto interessato dalla successione dei Viadotti Argento I, II, III e Fiora, nel quale le due carreggiate risultano leggermente sfalsate (max 1,50m) per garantire il franco idraulico delle opere di nuova costruzione.

SEZIONE TIPO IN RILEVATO "CAT. A"
(CON CARREGGIATA IN VARIANTE) AUTOSTRADA IN RETTIFILO

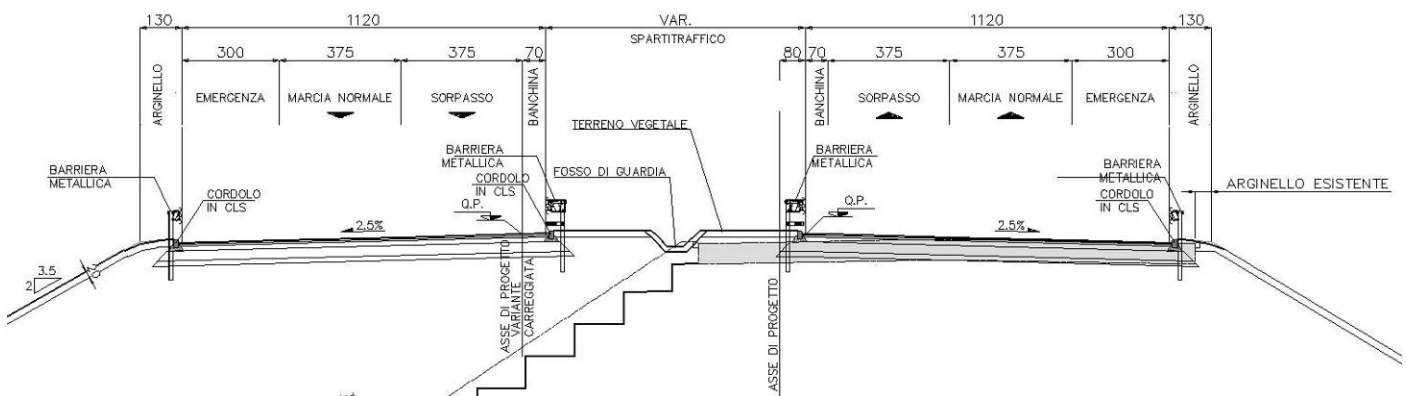


Figura 10: Sezione tipo di progetto con Carr. Nord in variante (adeguamento SS1 Aurelia)

Nell'ambito del progetto sono poi compresi una serie di interventi finalizzati a riqualificare e integrare parte della viabilità connessa di tipo extraurbano, interferita dall'autostrada o comunque ricadente nell'area di

interesse. Nello specifico si evidenziano 3 tipologie di viabilità a destinazione particolare (D.P.) con sezione trasversale di 4.00m, di 5.00m e di 7.00m.

In alcuni casi il riposizionamento o la realizzazione delle nuove viabilità D.P. da 5.00m vicinali ha reso preferibile la loro sistemazione in complanare all'asse autostradale al fine di contenere gli ingombri ed il consumo di territorio.

SEZIONE TIPO IN RILEVATO "CAT.A"
(CON VIABILITA' D.P. 5,00 m IN COMPLANARE) SEZIONE TIPO IN RETTIFILO

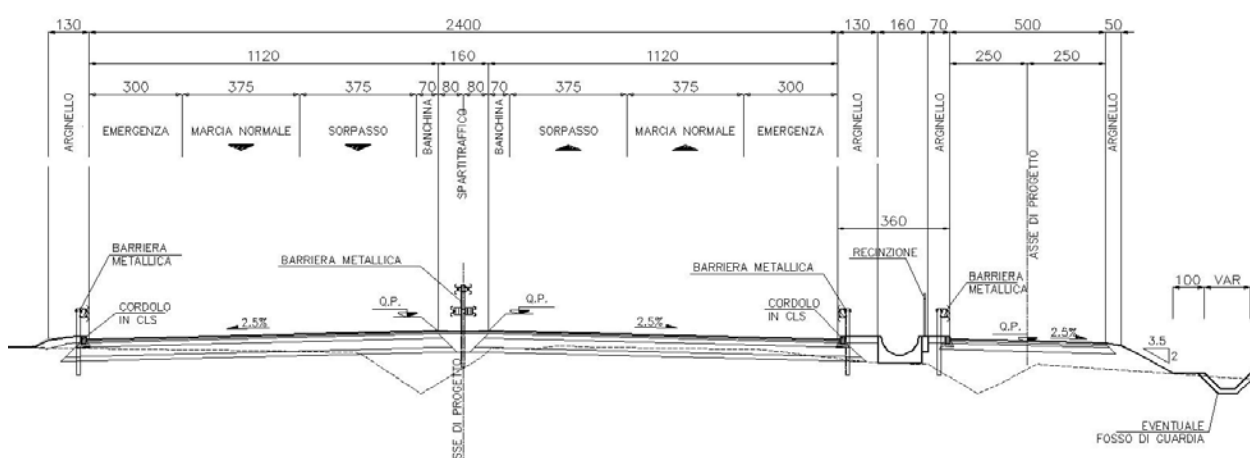


Figura 11: Sezione tipo di progetto con viabilità secondaria in complanare (adeguamento SS1 Aurelia)

Nel seguito sono riportate le indicazioni, procedendo da nord verso sud, sul tipo di intervento e sulle modalità operative prese in considerazione in fase di sviluppo del progetto

1. NUOVO SVINCOLO DI PESCIA ROMANA

L'intersezione, che prevede la dismissione dell'attuale svincolo e la demolizione del cavalcavia esistente, risulta delocalizzata rispetto all'attuale di circa 800 metri in direzione Sud.

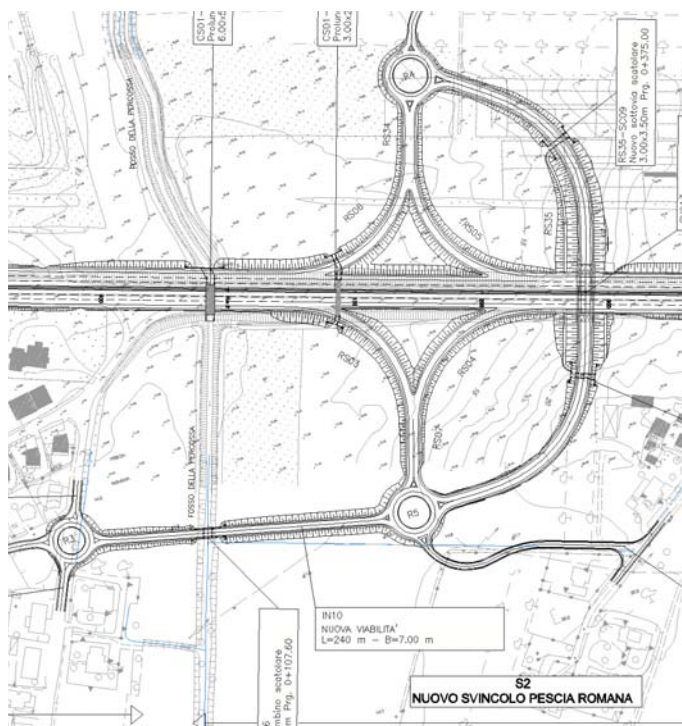


Figura 12: Svincolo di Pescia Romana - Planimetria di progetto

Lo schema della nuova intersezione è quello tipico a “trombetta” e collega tramite due rotatorie l’infrastruttura con il nucleo urbano di Pescia Romana e la strada di Sant’Efizio . Il collegamento tra le due rotatorie è realizzato con una rampa bidirezionale che attraversa l’asse autostradale in cavalcavia (CV13) in corrispondenza del Km 2+281.60. In corrispondenza dell’intersezione per garantire la ricucitura con l’area urbana di Pescia Romana è prevista la realizzazione di una serie di nuove viabilità e di una rotonda (R3).

2. NUOVO SVINCOLO CENTRALE ENEL

L’intervento di progetto per la nuova intersezione prevede una conformazione identica all’attuale e comporta un adeguamento delle rampe esistenti con la possibilità di riutilizzare senza interventi significativi le due attuali rotatorie; mentre l’ampliamento del sedime della statale impone la sostituzione dell’attuale cavalcavia con una nuova opera di luce adeguata (CV05) realizzata in stretto affiancamento all’esistente.

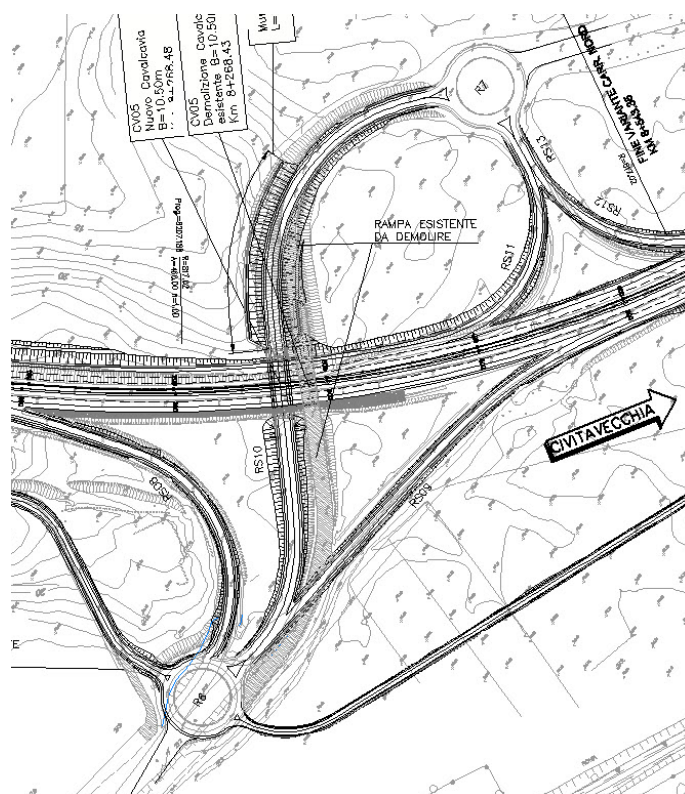


Figura 13: Svincolo Centrale ENEL - Planimetria di progetto

3. SVINCOLO MONTALTO DI CASTRO

In corrispondenza del Km. 14+350 è prevista la realizzazione del nuovo svincolo di Montalto di Castro in sostituzione dell'esistente da dismettere: lo schema è quello usuale a "trombetta" con l'attraversamento dell'asse autostradale in cavalcavia (nuovo cavalcavia CV09), che collega le due rotonde di progetto necessarie alla connessione dell'infrastruttura con l'abitato di Montalto di Castro e la viabilità locale. A Sud dello svincolo è inoltre prevista la realizzazione del Centro di Esercizio C1.



Figura 14: Svincolo di Montalto di Castro - Planimetria di Progetto

4. SVINCOLO DI RIVA DEI TARQUINI

Il progetto prevede dismissione dello svincolo esistente e del relativo cavalcavia, per il quale è prevista la demolizione, con la realizzazione di una nuova intersezione. Il nuovo schema prevede la realizzazione di rampe di immissione e uscita in trincea connesse su ogni lato da rotatorie; queste ultime collegate da una corta rampa bidirezionale, il cui attraversamento dell'asse autostradale è realizzato dal nuovo cavalcavia CV11. La realizzazione di due intersezioni a rotatoria garantisce i collegamenti dell'autostrada con le altre viabilità ad essa subordinate. La rotatoria lato Sud è particolarmente ampia (diametro esterno 45m) in quanto in essa confluiscono oltre alle rampe (monodirezionali e bidirezionale) di svincolo anche tre viabilità secondarie, tra cui la S.P. Litoranea Nord.

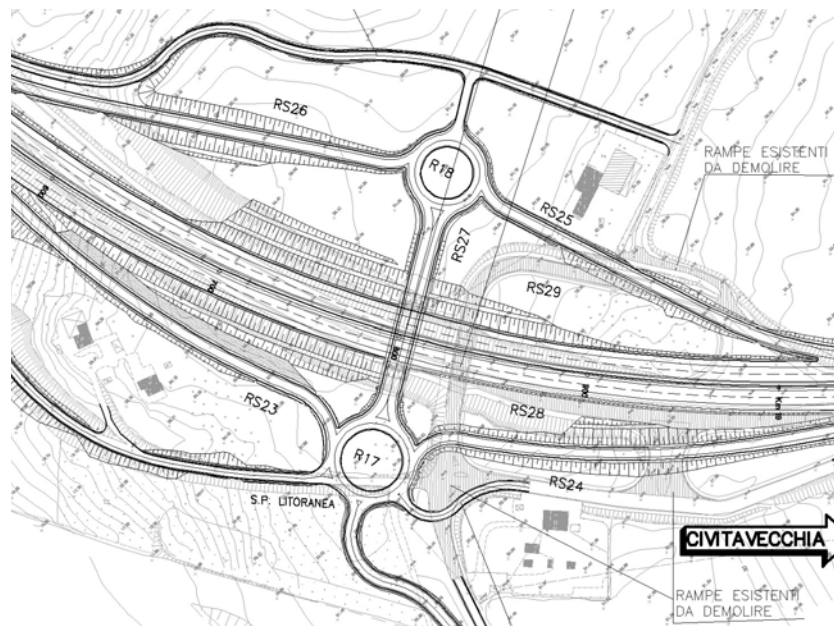


Figura 15: Svincolo di Riva dei Tarquini - Planimetria di Progetto

5 INQUADRAMENTO NORMATIVO

L'intervento in oggetto realizza l'adeguamento ad autostrada dell'infrastruttura esistente, Variante SS1 Aurelia, ottenuto mediante un ampliamento in sede dell'attuale sezione stradale.

Il progetto è stato sviluppato coerentemente con quanto previsto dal DM n. 67/S del 22.04.2004 di modifica delle "Norme geometriche e funzionali per la costruzione delle strade" ed in attesa di una norma specifica per i progetti di adeguamento delle strade esistenti, prendendo a riferimento i criteri progettuali contenuti nella norma non cogente DM del 5.11.2001, prot. 6792.

La normativa di riferimento utilizzata per il dimensionamento delle intersezioni è rappresentata dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" (D.M. 19.04.2006).

L'intervento è in parte interessato da tratti in sotterraneo, con presenza di alcune gallerie esistenti; nella definizione del progetto stradale si è fatto riferimento anche a quanto previsto in termini di requisiti minimi dal D. Leg. 5.10.2006, n. 264 "Attuazione della direttiva 2004/54/CE in materia di sicurezza per le gallerie della rete stradale transeuropea", che si applica a tutte le gallerie di sviluppo superiore a 500 metri appartenenti alla rete TERN (Trans-European road network).

6 CARATTERISTICHE TECNICHE DEL PROGETTO

6.1 L'INFRASTRUTTURA ESISTENTE

6.1.1 ASPETTI GEOMETRICI DELL'INFRASTRUTTURA ESISTENTE

Il progetto si riferisce al lotto funzionale 6B del corridoio autostradale tirrenico settentrionale, ovvero al prolungamento dell'autostrada A12 "Azzurra" a sud di Rosignano, realizzato con un intervento di adeguamento dell'infrastruttura esistente, nel tratto compreso tra Pescia Romana e Tarquinia.

6.1.1.1 Sezione tipo esistente

L'infrastruttura attuale, interessata dal progetto di adeguamento a sezione autostradale, risulta avere, una sezione tipo composta da due carreggiate, ciascuna a due corsie per senso di marcia di larghezza $L=3.50\text{m}$ e una piattaforma pavimentata di larghezza complessiva pari a $L=15.50\text{m}$ circa; tale sezione può essere ricondotta al Tipo III delle "Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade extraurbane" CNR 78/1980; la strada può essere classificata come una strada extraurbana principale.

Lungo lo spartitraffico è posizionata a seconda dei tratti una barriera di sicurezza NJ in cls ovvero una barriera metallica monofilare bifacciale, con margine interno di larghezza pari a circa 1.00m ; sui margini laterali sono disposte barriere metalliche a nastro.

Gli scavi esistenti del tratto interessato dal progetto hanno altezze in alcuni casi anche rilevante ed una pendenza ridotta, al disotto dell'usuale 2:3 e presentano alla base in alcuni tratti un muretto di pulizia di altezza variabile; i rilevati sono anch'essi in taluni casi di altezza rilevante e con pendenze anch'essi più dolci dell'usuale 2:3.

SEZIONI TIPO ESISTENTE VARIANTE SS1 AURELIA

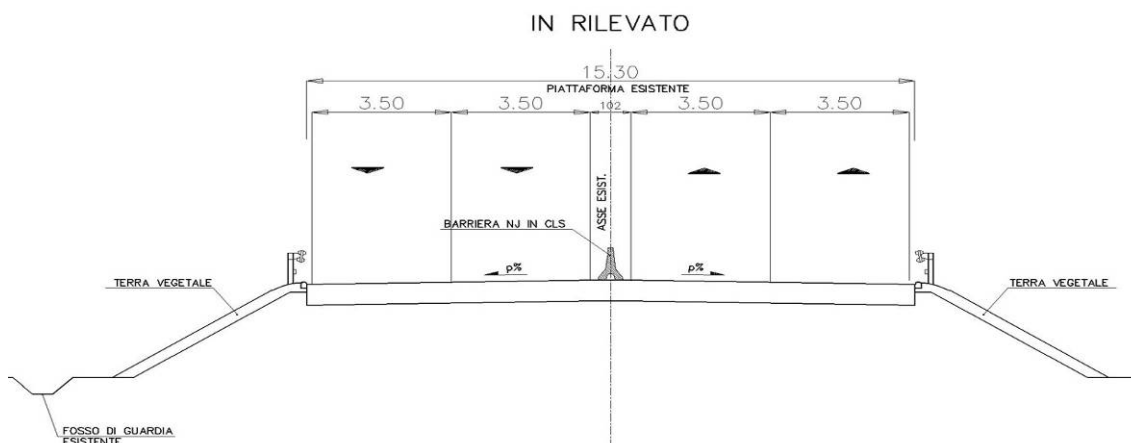


Figura 16: Sezione tipo Variante SS1 Aurelia

6.1.1.2 Andamento plano-altimetrico attuale

In generale il tracciato risulta avere un andamento planimetrico composto da una successione di curve destrorse e sinistrorse intervallate da elementi lineari (rettifili) di relativa lunghezza, con l'assenza in alcuni casi degli elementi di raccordo a curvatura variabile (clotoidi).

Le caratteristiche geometriche dello stato attuale, sono state desunte dalle indagini topografiche (rilievi fotogrammetrici scala 1:1000) eseguite per lo sviluppo delle attività progettuali, non disponendo di una documentazione specifica sulle caratteristiche plano-altimetriche esistenti (as-built).

In *Tabella 1* vengono riportati i dati planimetrici dell'asse autostradale esistente.

In colonna (5) è riportato il tipo di elemento planimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- R = Rettifilo
- C = Curva Circolare
- AT = Clotoide di Transizione
- AF = Clotoide di Flesso
- AC = Clotoide di Continuità

In colonna (7) è indicato il verso di percorrenza delle curve circolari nella direzione delle progressive crescenti (DX = curva destrorsa, SX = curva sinistrorsa).

In generale il tracciato risulta avere un andamento planimetrico "flessuoso", composto da una successione di curve destrorse e sinistrorse intervallate da elementi lineari (rettifili) di relativa lunghezza con l'assenza nella maggior parte dei casi di elementi di raccordo a curvatura variabile (clotoidi).

Si sono riportati i diversi elementi costitutivi del tracciato esistente; in colonna (6) è indicato il verso di percorrenza delle curve circolari nella direzione delle progressive crescenti (DX = curva destrorsa, SX = curva sinistrorsa). È possibile notare nel tratto che va dal km 17+000 a 19+000 una successione repentina di curve in destra e in sinistra, con raggi compresi tra 360m e 680m. A partire dal tratto successivo sono presenti gli elementi di transizione tra rettifili e curve circolari. Inoltre si vuole sottolineare come il tracciato sia composto da lunghi rettifili di lunghezza anche maggiore a 4 km, specie nei primi 8 km, in cui sono interrotti da curve di ampio raggio, quasi impercettibili all'utente.

Elem	Tipo Elemento	Prog In	Prog Fin	Raggio (m)	Verso	A	Lungh. (m)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		(7)
1	Circonferenza	0+000.00	0+183.30	-650	sx		183.296
2	Rettifilo	0+183.30	5+171.78				4988.481
3	Clotoide	5+171.78	5+261.06			250	89.286
4	Circonferenza	5+261.06	5+608.40	700	dx		347.34
5	Circonferenza	5+608.40	6+113.84	-8000	sx		505.438

Elem	Tipo Elemento	Prog In	Prog Fin	Raggio (m)	Verso	A	Lungh. (m)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		(7)
6	Rettifilo	6+113.84	6+214.13				100.288
7	Circonferenza	6+214.13	6+268.76	10000	dx		54.627
8	Rettifilo	6+268.76	6+675.41				406.653
9	Circonferenza	6+675.41	6+783.65	8000	dx		108.238
10	Rettifilo	6+783.65	7+476.27				692.627
11	Circonferenza	7+476.27	7+684.63	2000	dx		208.356
12	Rettifilo	7+684.63	8+094.14				409.513
13	Circonferenza	8+094.14	8+670.31	-870	sx		576.165
14	Rettifilo	8+670.31	9+329.95				659.645
15	Circonferenza	9+329.95	9+558.24	850	dx		228.287
16	Rettifilo	9+558.24	10+060.44				502.199
17	Circonferenza	10+060.44	10+310.42	660	dx		249.976
18	Rettifilo	10+310.42	10+480.98				170.563
19	Circonferenza	10+480.98	11+123.07	-1330	sx		642.095
20	Circonferenza	11+123.07	11+206.64	2500	dx		83.566
21	Rettifilo	11+206.64	11+492.94				286.3
22	Circonferenza	11+492.94	11+874.46	810	dx		381.522
23	Rettifilo	11+874.46	12+094.73				220.266
24	Circonferenza	12+094.73	12+749.80	-930	sx		655.068
25	Rettifilo	12+749.80	13+274.62				524.825
26	Circonferenza	13+274.62	13+431.24	550	dx		156.616
27	Circonferenza	13+431.24	13+664.03	460	dx		232.789
28	Rettifilo	13+664.03	14+108.94				444.913
29	Circonferenza	14+108.94	14+400.02	-1200	sx		291.084
30	Rettifilo	14+400.02	15+649.89				1249.867
31	Circonferenza	15+649.89	15+851.46	1500	dx		201.567
32	Rettifilo	15+851.46	16+052.00				200.539
33	Circonferenza	16+052.00	16+180.02	-360	sx		128.027
34	Circonferenza	16+180.02	16+306.45	-350	sx		126.424
35	Rettifilo	16+306.45	16+464.86				158.417
36	Circonferenza	16+464.86	16+576.60	400	dx		111.741
37	Circonferenza	16+576.60	16+677.76	360	dx		101.152
38	Rettifilo	16+677.76	16+992.05				314.298
39	Circonferenza	16+992.05	17+195.00	-360	sx		202.95
40	Rettifilo	17+195.00	17+378.19				183.19
41	Circonferenza	17+378.19	17+701.19	680	dx		322.992
42	Rettifilo	17+701.19	17+868.03				166.841
43	Circonferenza	17+868.03	17+972.13	480	dx		104.098
44	Circonferenza	17+972.13	18+305.47	580	dx		333.344

Elem	Tipo Elemento	Prog In	Prog Fin	Raggio (m)	Verso	A	Lungh. (m)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		(7)
45	Rettifilo	18+305.47	18+643.84				338.375
46	Circonferenza	18+643.84	19+137.99	-520	sx		494.15
47	Rettifilo	19+137.99	19+675.78				537.782
48	Clotoide	19+675.78	19+809.11			400	133.333
49	Circonferenza	19+809.11	19+865.45	1200	dx		56.336
50	Clotoide	19+865.45	19+998.78			400	133.333
51	Rettifilo	19+998.78	20+828.13				829.356
52	Clotoide	20+828.13	20+994.80			500	166.666
53	Circonferenza	20+994.80	21+001.19	1500	dx		6.392
54	Clotoide	21+001.19	21+167.86			500	166.667
55	Rettifilo	21+167.86	23+156.27				1988.415
56	Clotoide	23+156.27	23+270.56			400	114.286
57	Circonferenza	23+270.56	23+423.77	-1400	sx		153.213
58	Clotoide	23+423.77	23+602.34			500	178.571
59	Rettifilo	23+602.34	24+283.25				680.909
60	Circonferenza	24+283.25	25+379.13	200000	dx		1095.875
61	Rettifilo	25+379.13	25+791.72				412.59

Tabella 1 - Riepilogo caratteristiche planimetriche

Dal punto di vista altimetrico, il tracciato esistente presenta un profilo pressoché piatto, in cui le poche variazioni di quota sono in corrispondenza degli attraversamenti su Argento e Fiora; tali dislivelli sono superati con livellette le cui pendenze longitudinali risultano inferiori al 5%.

Elem.	Tipo Raccordo	Prog In	Prog Fin	Raggio (m)	P. In (%)	P. Fin (%)
1	Convesso	0+000.00	0+031.78	4177.283	-0.09	-0.85
2	Concavo	0+966.90	1+240.63	30000	-0.85	0.06
3	Concavo	2+039.30	2+319.32	50000	0.06	0.62
4	Convesso	2+319.32	2+894.77	50000	0.62	-0.53
5	Concavo	2+894.77	3+372.36	50000	-0.53	0.43
6	Concavo	4+524.73	4+632.94	10000	0.43	1.51
7	Convesso	5+035.12	5+328.74	10000	1.51	-1.43
8	Convesso	5+492.90	5+652.07	7000	-1.43	-3.7
9	Concavo	5+652.07	5+949.35	8000	-3.7	0.01
10	Convesso	6+592.97	6+967.51	50000	0.01	-0.74
11	Concavo	6+967.51	7+261.06	50000	-0.74	-0.15
12	Concavo	7+756.81	8+134.92	15000	-0.15	2.37
13	Convesso	8+134.92	8+328.02	30000	2.37	1.73
14	Convesso	8+440.51	8+684.23	10000	1.73	-0.71

Elem.	Tipo Raccordo	Prog In	Prog Fin	Raggio (m)	P. In (%)	P. Fin (%)
15	Concavo	8+858.98	9+020.58	10000	-0.71	0.91
16	Convesso	9+366.61	9+417.45	10000	0.91	0.4
17	Convesso	10+264.49	10+516.81	5000	0.4	-4.65
18	Concavo	10+516.81	10+844.19	10000	-4.65	-1.37
19	Concavo	11+225.34	11+463.08	15000	-1.37	0.21
20	Concavo	11+463.08	12+031.13	25000	0.21	2.48
21	Convesso	12+288.03	12+459.93	15000	2.48	1.34
22	Convesso	12+948.52	13+057.54	10000	1.34	0.25
23	Concavo	13+057.54	13+215.90	20000	0.25	1.04
24	Convesso	13+576.13	13+779.39	15000	1.04	-0.32
25	Convesso	14+125.33	14+280.31	15000	-0.32	-1.35
26	Concavo	14+702.18	14+904.16	10000	-1.35	0.67
27	Convesso	15+548.27	15+742.56	20000	0.67	-0.3
28	Convesso	16+143.03	16+274.45	8000	-0.3	-1.94
29	Convesso	16+492.47	16+663.56	10000	-1.94	-3.65
30	Concavo	16+663.56	16+770.84	4000	-3.65	-0.97
31	Concavo	17+254.30	17+302.91	10000	-0.97	-0.49
32	Concavo	17+639.64	17+860.04	20000	-0.49	0.62
33	Concavo	18+123.16	18+411.96	30000	0.62	1.58
34	Convesso	18+411.96	18+670.59	30000	1.58	0.72
35	Convesso	19+268.53	19+321.15	15000	0.72	0.37
36	Convesso	20+420.51	20+847.98	50000	0.37	-0.49
37	Concavo	20+847.98	21+431.86	80000	-0.49	0.24
38	Convesso	21+851.79	22+015.10	30000	0.24	-0.3
39	Concavo	22+627.60	22+832.65	30000	-0.3	0.38

Tabella 5 - Riepilogo caratteristiche altimetriche

6.2 IL PROGETTO

6.2.1 INQUADRAMENTO NORMATIVO E CRITERI PROGETTUALI

Gli standard progettuali, in termini di composizione plano-altimetrica del tracciato e di dimensionamento degli elementi che compongono la sede stradale, sono stati adeguati a quanto indicato dalla norma di riferimento DM 05.11.2001 relativamente alle autostrade in ambito extraurbano (categoria A).

Nella definizione delle soluzioni progettuali particolare attenzione è stata rivolta a non modificare l'impostazione generale della Norma, cercando di conservare quelle disposizioni che possono avere implicazioni dirette sulla sicurezza stradale (ricependo quindi il principio ispiratore del "Nuovo codice della Strada" – contenuto nell' Art. 1 – secondo il quale "Le norme e i provvedimenti attuativi si ispirano al principio della sicurezza stradale, perseguendo gli obiettivi di una razionale gestione della mobilità, della protezione dell'ambiente e del risparmio energetico").

Il progetto è stato quindi sviluppato coerentemente con quanto previsto dal DM n. 67/S del 22.04.2004 di modifica delle "Norme geometriche e funzionali per la costruzione delle strade" ed in attesa di una norma specifica per i progetti di adeguamento delle strade esistenti, prendendo a riferimento i criteri progettuali contenuti nella norma non cogente DM del 5.11.2001, prot. 6792 e riportati nei seguenti paragrafi:

6.2.2 Caratteristiche planimetriche

La normativa di riferimento richiede il rispetto delle seguenti condizioni:

(a) Raggio minimo delle curve planimetriche.

Le curve circolari devono aver un raggio superiore al raggio minimo previsto dal DM 05/11/2001 che risulta:

- pari a 339 metri nel caso di autostrade extraurbane

(b) Relazione raggio della curva (R)/lunghezza del rettilo (L) che la precede:

$$\begin{aligned} \text{per } L < 300 \text{ m} \quad R &\geq L \\ \text{per } L \geq 300 \text{ m} \quad R &\geq 400 \text{ m} \end{aligned}$$

(c) Compatibilità tra i raggi di due curve successive.

Nel caso di passaggio da curve di raggio più grande a curve a curve di raggio più piccolo si dovrà fare riferimento all'abaco estratto dalla norma e riportato in Figura 17;

(d) Lunghezza massima dei rettili:

$$L_{max} = 22 \cdot V_{p,max}$$

dove V è la velocità massima dell'intervallo delle velocità dei progetto, espressa in km/h ed L si ottiene in metri.

(e) *Lunghezza minima dei rettifili.* La verifica è stata eseguita facendo riferimento alla tabella estratta dalla norma e riportata in Tabella 2; per velocità la norma intende la massima desunta dal diagramma di velocità per il rettifilo considerato.

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

Tabella 2 – Lunghezza minima dei rettifili in relazione alla velocità

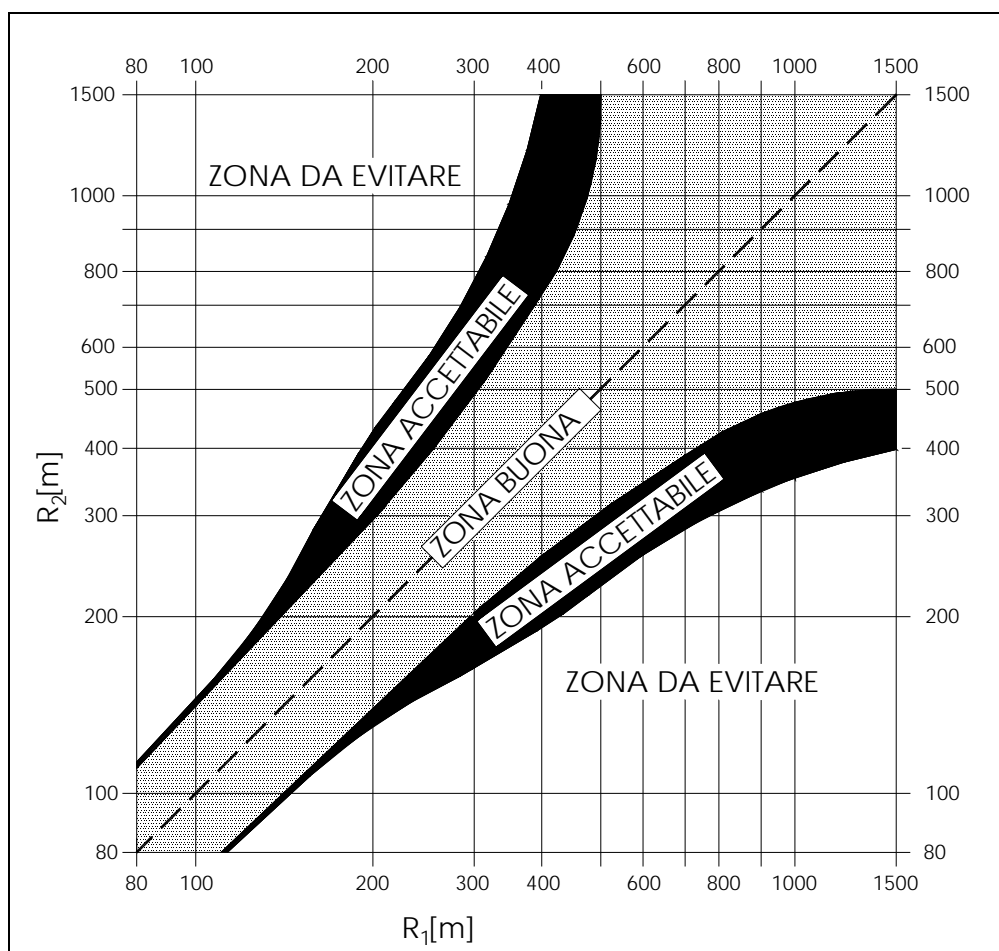


Figura 17 – Abaco di Koppel (DM 05/ 11/01)

(f) *Congruenza del diagramma delle velocità.* La norma prevede che per $V_{p,max} \geq 100$ km/h (e quindi per autostrade) nel passaggio da tratti caratterizzati dalla $V_{p,max}$ a curve a velocità inferiore, la differenza di

velocità di progetto non deve superare 10 km/h (f_1). Inoltre, fra due curve successive (nel caso di $V_{p1} > V_{p2}$) tale differenza, comunque mai superiore a 20 km/h, è consigliabile che non superi i 15 km/h (f_2).

(g) Lunghezza minima delle curve circolari. La Norma prevede che una curva circolare, per essere percepita dagli utenti deve essere percorsa per almeno 2.5 secondi e quindi deve avere uno sviluppo minimo pari a:

$$L_{c,\min} = 2.5 \cdot V_P$$

con V_P in m/s ed $L_{c,\min}$ in m.

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

Criterio 1 (Limitazione del contraccollo)

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

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{v^3}{c} - \frac{gvR \cdot (q_f - q_i)}{c}}$$

dove:

- c = contraccollo;
- v = **massima velocità (m/s)**, desunta dal diagramma di velocità, per l'elemento di clotoide considerato;
- q_i = pendenza trasversale nel punto iniziale della clotoide;
- q_f = pendenza trasversale nel punto finale della clotoide;
- g = accelerazione di gravità.

Ponendo $c = \frac{14}{v(m/s)} = \frac{50.4}{V(km/h)}$ si ottiene:

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{v^4}{14} - \frac{gv^2R \cdot (q_f - q_i)}{14}} = \frac{v}{\sqrt{14}} \sqrt{v^2 - gR \cdot (q_f - q_i)}$$

che, esprimendo la velocità in km/h diviene:

$$A_{\min} = \frac{V}{3,6\sqrt{14}} \sqrt{\frac{V^2}{12,96} - gR \cdot (q_f - q_i)}$$

Il DM 6792/2001 propone, in alternativa, di effettuare il calcolo con una formula approssimata che non tiene conto della componente dell'accelerazione centripeta compensata dalla variazione di pendenza trasversale. L'espressione per il calcolo di A_{\min} diventa, in questo caso:

$$A_{\min} = \frac{V^2}{12,96\sqrt{14}} = 0.0206125 \cdot V^2 \cong 0.021 \cdot V^2$$

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

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

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

dove:

- B_i = distanza fra l'asse di rotazione ed il ciglio della carreggiata nella sezione iniziale della curva a raggio variabile;
- Δi_{\max} (%) = sovrappendenza longitudinale massima della linea costituita dai punti che distano B_i dall'asse di rotazione; in assenza di allargamento tale linea coincide con l'estremità della carreggiata;
- $q_i = \frac{i_{ci}}{100}$ dove i_{ci} = pendenza trasversale iniziale
- $q_f = \frac{i_{cf}}{100}$ con i_{cf} = pendenza trasversale finale
- $|q_i + q_f|$ è il valore assoluto della somma delle pendenze trasversali

Nel caso di curve di continuità il medesimo criterio diventa:

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

Criterio 3 (Ottico)

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

$$R/3 \leq A \leq R$$

che, nel caso di clotoidi di continuità, diventa:

$$R_2/3 \leq A \leq R_1$$

dove R_1 è il raggio minore ed R_2 il raggio maggiore dei due cerchi raccordati con la clotoide di continuità.

Oltre ai criteri precedentemente descritti si è proceduto alla verifica del rapporto A_E/A_U delle due clotoidi in ingresso e in uscita da una curva circolare e del rapporto A_1/A_2 tra due clotoidi in un flesso asimmetrico, secondo quanto prescritto dal D.M. 5/11/2001:

$$2/3 \leq A_E/A_U \leq 3/2 \quad 2/3 \leq A_1/A_2 \leq 3/2$$

6.2.3 Caratteristiche altimetriche

La normativa di riferimento richiede il rispetto delle seguenti condizioni:

(i) Pendenze longitudinali massime

La pendenza massima delle livellette, consentita dal DM 05/11/01 per strade di tipo A (autostrade extraurbane), è pari al 5% (in galleria 4%).

(j) Raccordi verticali convessi

In base a quanto indicato dalla norma il raggio minimo dei raccordi verticali convessi (dossi) viene determinato come di seguito:

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

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

- se invece $D > L$

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

dove:

R_v = raggio del raccordo verticale convesso [m]

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

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

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

h_2 = altezza dell'ostacolo [m]

Si pone di norma $h_1 = 1.10$ m. In caso di visibilità per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso, si pone $h_2 = 0.10$ m. In caso di visibilità necessaria per il cambiamento di corsia si pone $h_2 = 1.10$ m.

(k) Raccordi verticali concavi

In base a quanto indicato dalla norma il raggio minimo dei raccordi verticali concavi (sacche) viene determinato come di seguito:

– se D è inferiore allo sviluppo del raccordo si ha

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

– se invece $D > L$

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

dove:

R_v = raggio del raccordo verticale concavo [m]

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

Δi = variazione di pendenza delle due livellette espressa in percento

h = altezza del centro dei fari del veicolo sul piano stradale

ϑ = massima divergenza verso l'alto del fascio luminoso rispetto l'asse del veicolo.

Si pone di norma $h = 0.5$ m e $\vartheta = 1^\circ$.

6.2.4 Analisi di visibilità

Per distanza di visuale libera (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.

Secondo quanto indicato dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (DM 05/11/2001, prot. N° 6792), lungo il tracciato stradale la distanza di visuale libera deve essere confrontata, nel caso di strade a carreggiate separate, con la **distanza di visibilità per l'arresto**, che è pari allo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto. Questo valore deve essere garantito lungo lo sviluppo del tracciato.

La procedura adottata per il calcolo della distanza di visibilità per l'arresto, tiene conto del nuovo quadro di riferimento rappresentato dalla disposizione del Codice della Strada, introdotta dal D.Lgs. 15 gennaio 2002 n.9, che limita a 110 km/h la velocità massima consentita in autostrada in presenza di pioggia.

Visto che il D.M. 05/11/2001 specifica che i valori di aderenza da adottare nel calcolo delle distanze di arresto sono riferiti a condizioni di pavimentazione bagnata, si è ritenuto che l'introduzione del limite di velocità di 110 km/h in presenza di pioggia consentisse di calcolare le distanze di arresto, limitando superiormente la velocità di progetto dei singoli elementi del tracciato a 120 km/h. Tale valore è stato determinato in analogia a quanto indicato nella norma, che prescrive di effettuare le verifiche adottando un valore massimo della velocità di progetto pari al limite di velocità legale previsto dal Codice della Strada incrementato di 10 km/h, al fine di mantenere il fattore di sicurezza adottato (e quindi il livello di rischio accettato) dalla norma stessa.

VELOCITA' km/h	25	40	60	80	100	120	140
f_i Autostrade	-	-	-	0.44	0.40	0.36	0.34

Tabella 3 – DM 6792/2001, coefficienti di aderenza impegnabile longitudinalmente

Per completezza nel calcolo delle distanze di arresto si è fatto anche riferimento alla condizione di pavimentazione asciutta; le verifiche sono state effettuate considerando che il tracciato sia percorso alla velocità di progetto, secondo il diagramma delle velocità, ed adottando valori di aderenza su pavimentazione asciutta. Per questi ultimi non essendo sono forniti dal D.M. si è fatto ricorso a valori reperibili in letteratura ed in particolare ai dati sperimentali del progetto VERT, finanziato dalla UE nel periodo 1999 – 2001, nell'ambito del progetto Brite Euram BRPR-CT97-0461.

Analizzando i dati disponibili di misure su superficie asciutta effettuate durante progetto VERT dai laboratori del CETE francese e del VTI svedese, è stato ottenuto un valore medio cautelativo di aderenza a ruota

bloccata di 0,70, sostanzialmente costante al variare della velocità ed indipendente dalle caratteristiche di tessitura dei piani viabili.

Per il calcolo è stata utilizzata la formula riportata al paragrafo 5.1.2. del DM 05/11/2001. Si è valutata la distanza di arresto punto per punto (passo 20 metri) in funzione della velocità di progetto limitata superiormente a 120 km/h e della pendenza longitudinale con la seguente espressione:

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

dove:

D_1 = spazio percorso nel tempo τ

D_2 = spazio di frenatura

V_0 = velocità del veicolo all'inizio della frenatura [km/h]

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

i = pendenza longitudinale del tracciato [%]

τ = tempo complessivo di reazione (percezione, riflessione, reazione e attuazione) [s]

g = accelerazione di gravità [m/s²]

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]

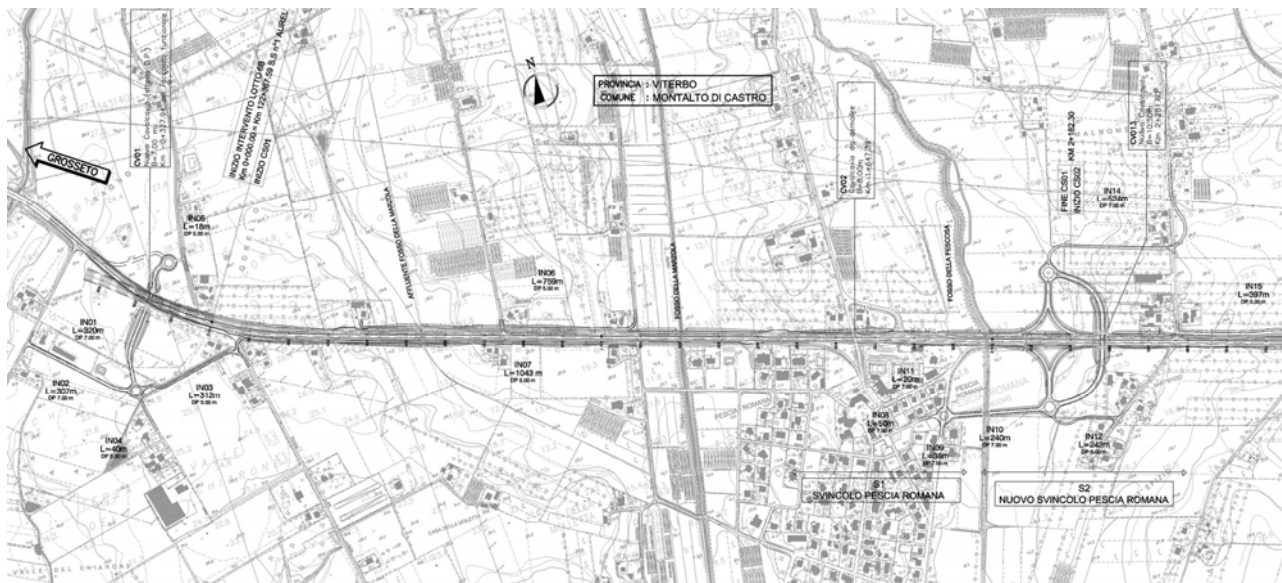
Per il tempo complessivo di reazione si sono assunti valori linearmente decrescenti con la velocità da 2,6 s per 20 km/h, a 1,4 s per 140 km/h, in considerazione della attenzione più concentrata alle alte velocità:

$$\tau = (2,8 - 0,01V) \quad [s] \quad \text{con } V \text{ in km/h}$$

Negli elaborati grafici allegati al progetto è riportata anche la verifica della **distanza di visuale libera per la manovra di cambiamento di corsia**, calcolata soltanto per le diversioni in corrispondenza degli svincoli considerando il punto di vista (occhio del guidatore) collocato al centro della corsia di sorpasso e ad un'altezza pari ad 1.10 m. rispetto al piano viabile; il punto di mira (limite più lontano della corsia adiacente a quella impegnata dal conducente) è stato trasversalmente collocato in corrispondenza del margine destro della carreggiata ed un'altezza dal piano viabile di 0.10 m.

6.2.5 ASSE AUTOSTRADALE

Come detto il tracciato inizia nel territorio della Regione Lazio, immediatamente dopo il confine regionale rappresentato dal fiume Chiarone, con una curva in sinistra congruente con la futura variante di progetto del Lotto 5A. Tale variante, che si discosta sensibilmente dal sedime attuale, prevede infatti l'attraversamento del fiume più a Ovest con l'aggiramento dell'attuale "Dogana Vaticana". Nel tratto iniziale è quindi necessaria la realizzazione di un collegamento funzionale con la SS n.1 di circa 500m lungo il quale è prevista la realizzazione di un attraversamento in cavalcavia (CV01) per garantire la connessione della viabilità locale.



Il tracciato prosegue quindi con una curva in sinistra di raggio $R=820m$ ($V_p = 131km/h$) a cui segue un tratto con un andamento praticamente in rettilineo costituito da una successione di curve di raggio elevato ($R>7500m$) che si estende per circa 4.5 km con sezione in modesto rilevato o trincea e andamento altimetrico sostanzialmente piatto.

Lungo il tratto, al km 2+150, è prevista la realizzazione del nuovo svincolo a livelli sfalsati di Pescia Romana. L'intersezione, che prevede la dismissione dell'attuale svincolo e la demolizione del cavalcavia esistente, risulta delocalizzata rispetto all'attuale di circa 800 metri in direzione Sud. In corrispondenza del Km 2+281.60 è prevista la realizzazione del nuovo cavalcavia CV12 a servizio dello svincolo di progetto.

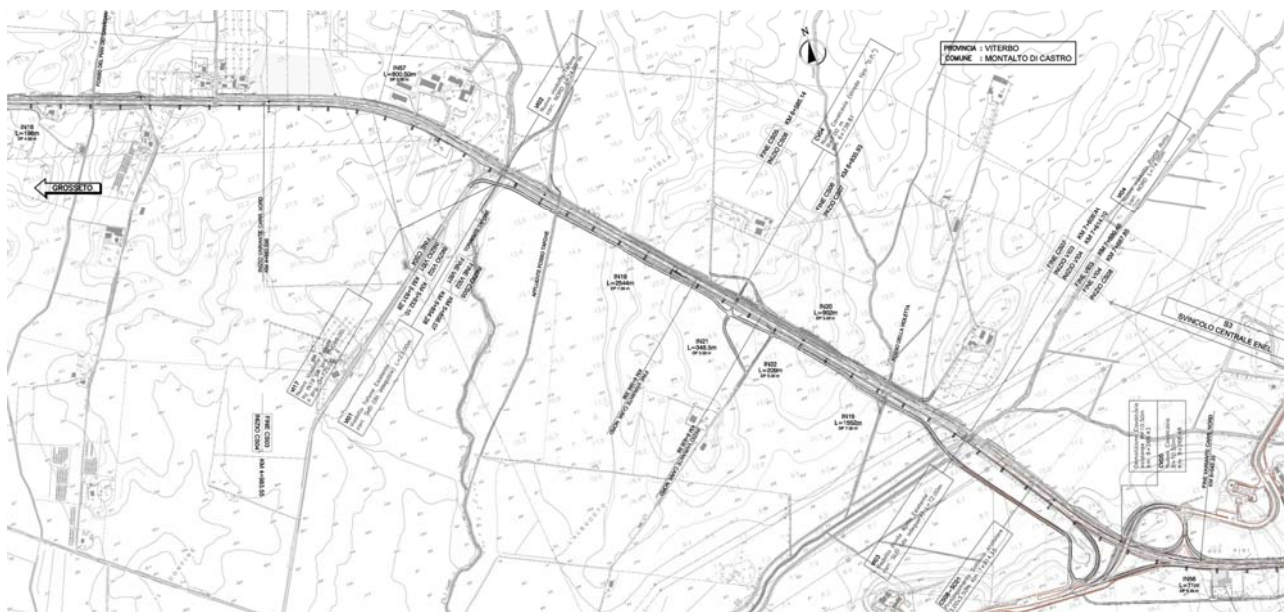
Sia prima che dopo il nuovo svincolo di Pescia Romana sono presenti due brevi tratti autostradali in cui la soluzione delle viabilità interferite viene risolta con il riposizionamento in complanare delle strade vicinali.

In corrispondenza del Km 4+067.59 è previsto un nuovo cavalcavia la cui realizzazione, insieme alla viabilità secondaria direttamente connessa, è esclusa dal progetto in quanto in onere diretto dell'Anas.

Proseguendo verso Sud, il tracciato piega verso destra, con una curva con $R=820m$ ($V_p = 131km/h$); a partire da quest'ultimo elemento ha inizio la prima variante della Carr. Nord, che gradualmente si allontana dalla Sud fino ad una distanza massima di 7,00m circa per affrontare l'attraversamento del fosso Tafone.

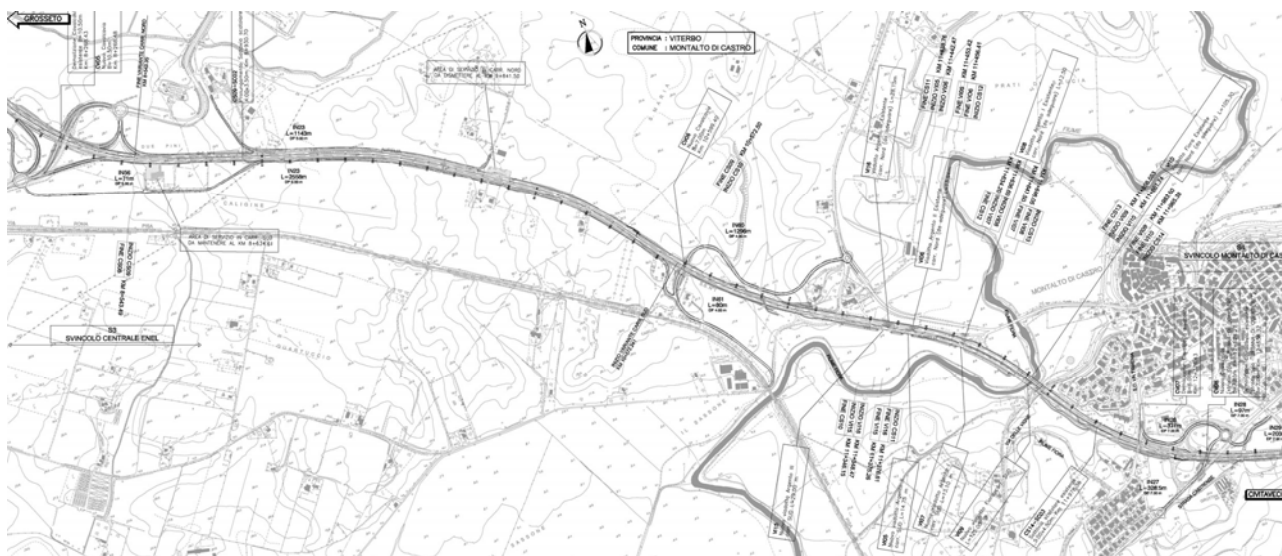
Per la variante è prevista la realizzazione del nuovo viadotto Tafone (L=24.00m), in affiancamento all'esistente, che viene invece riqualificato per l'attraversamento della Carr. Sud.

Nel tratto iniziale della variante, al Km 5+200, è prevista la realizzazione in Carr. Nord della nuova area di servizio G1 è dell'apposita viabilità di accesso, che risulta in complanare all'asse autostradale per un breve tratto a Nord e a Sud della stessa area.



Subito dopo il km 6+738.81, dove è ubicato il nuovo cavalcavia CV04, necessario per garantire la "ricucitura" della viabilità extraurbana esistente e per il collegamento al vicino Svincolo Centrale Enel, ha inizio la seconda variante della Carr. Nord per l'attraversamento del fosso Ponte Rotto: lungo il tratto è prevista la realizzazione del nuovo viadotto "Ponte Rotto" (L=74.00m) per la sede Nord, mentre per la Sud viene conservata l'opera esistente (L=.72.00)

Il tracciato prosegue poi in discesa fino al km 8+300 circa, dove in corrispondenza di una curva (R=820) (Vp = 131km/h) in sinistra è realizzato l'adeguamento dello svincolo esistente Centrale Enel per il collegamento con la Centrale Enel "Alessandro Volta" del comune di Montalto. L'intervento oltre ad un adeguamento delle rampe di svincolo prevede la realizzazione del nuovo cavalcavia CV12, in sostituzione dell'esistente da demolire in quanto incompatibile con il previsto ampliamento della sezione stradale.



Il tracciato superato lo svincolo prosegue con due rettili lunghi rispettivamente 400m e 167m, interrotti da una serie di curve in destra di raggio 1500m e 960m, con sistemazione in modesto rilevato e brevi tratti in trincea, anch'essi di modesta altezza.

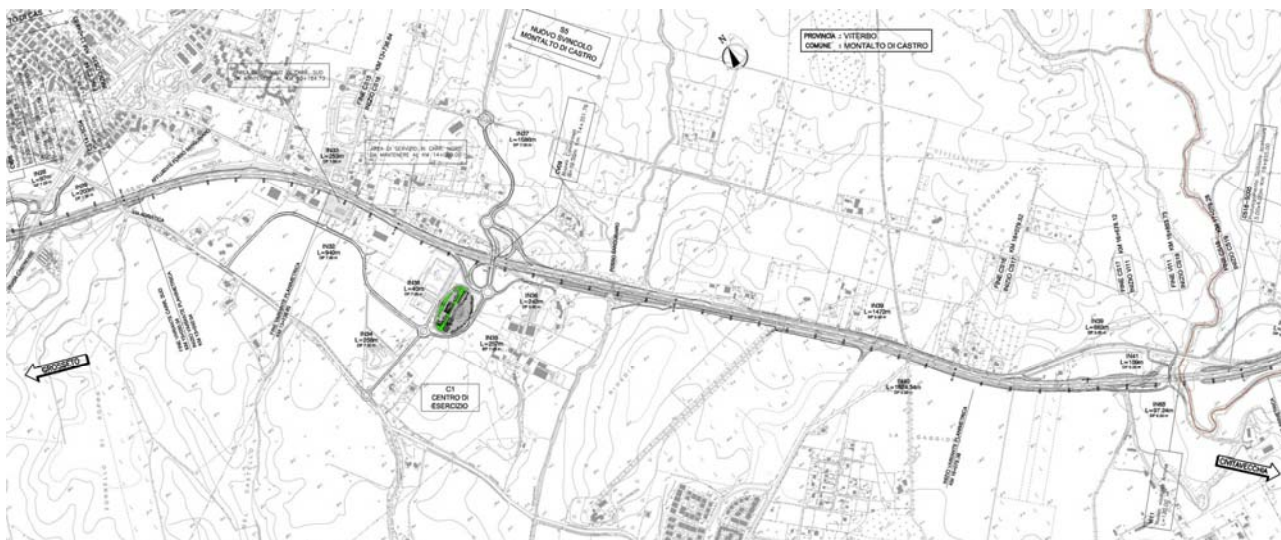
L'asse di progetto presenta una serie di raccordi altimetrici di ampio raggio, arrivando in modo puntuale alla pendenza longitudinale massima del 3,8%, comunque minore del limite da normativa del 4%.

Lungo il tratto sono presenti due viabilità in complanare, per uno sviluppo di circa 1,5 km in Carr. Sud e di circa 700m in Nord. Per la stazione di rifornimento carburanti al km 9+841 è prevista la dismissione.

Immediatamente prima del nuovo cavalcavia CV06 al km 10+599.40, ha inizio un ulteriore tratto in cui le due carreggiate di progetto tornano a separarsi, con la Nord che in questo caso ripercorre il sedime esistente in corrispondenza della successione dei viadotti esistenti Argento I, II, III e Fiora, da conservare e riqualificare. Mentre la Sud si porta in variante con la realizzazione delle nuove opere di attraversamento del fiume Fiora e della località Argento: il viadotto Argento III (L=29.00m) al Km 11+346, il viadotto Argento II (L=14.75m) al Km 11+438, il viadotto Argento I (L=13.10m) al km 11+634 ed il Viadotto Fiora (L=125 m) al Km 11+858.55.

Nel tratto in argomento l'asse autostradale presenta una curva in destra di raggio 820m ($V_p = 131\text{km/h}$), con la Carr. Nord che ripercorre sia planimetricamente che altimetricamente le opere esistenti, in modo tale da garantire i necessari allargamenti per la visibilità, mentre la Sud si pone in stretta adiacenza ad una distanza massima di circa 8 metri. Le due carreggiate nel tratto in cui sono separate risultano sfalsate altimetricamente con la Sud più alta della Nord (max 1.50m) per garantire il franco idraulico delle nuove opere di attraversamento.

Superata la fine del viadotto Fiora le due carreggiate tornano a riunirsi, con il tracciato che prosegue con un flesso planimetrico e si riporta verso sinistra, con una curva di raggio 912m, per arrivare allo Svincolo di Montalto di Castro esistente.



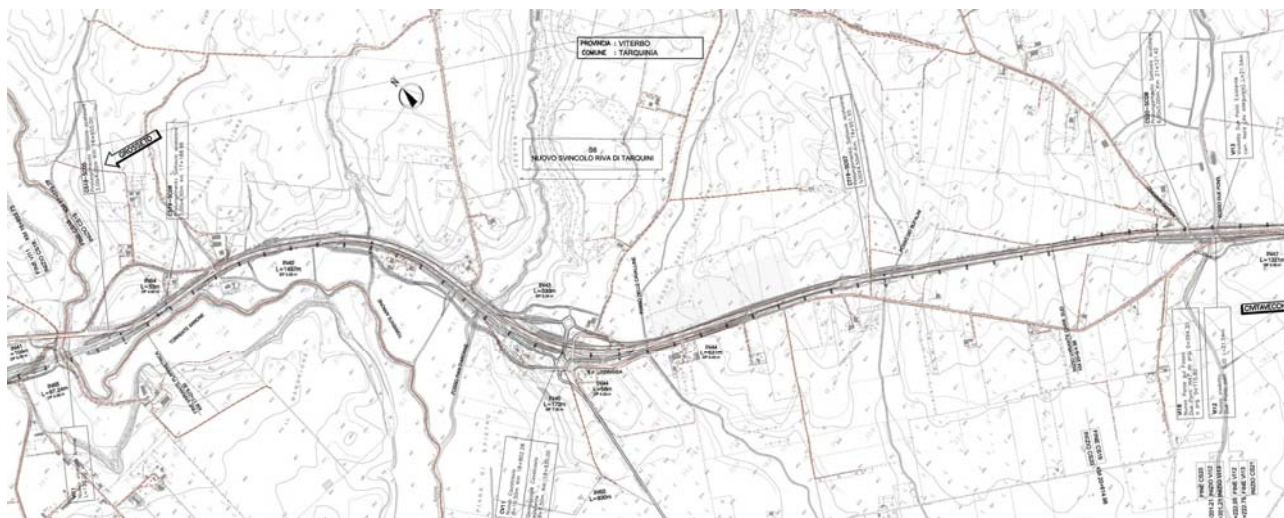
L'intervento di progetto prevede la completa dismissione e demolizione dell'intersezione esistente con la realizzazione di un nuovo cavalcavia (CV08) al Km 12+624.27 per poter garantire la riconnessione del centro urbano e del territorio comunale tramite la strada Castrense. Il progetto prevede inoltre una serie di interventi di riposizionamento della viabilità per la ricucitura alla rete esistente e l'introduzione di 2 nuove rotatorie collegate al cavalcavia di progetto.

Superata l'infrastruttura da dimettere, al km 13+049.83, inizia la prima variante planimetrica alla S.S. n.1 Aurelia: l'asse di progetto si pone in stretta adiacenza al sedime esistente con una curva in destra di raggio 820m a cui segue un ampio flesso seguito una curva in verso opposto di raggio 1236m. La variante planimetrica, che nel tratto presenta una sezione in modesto scavo, termina al km 13+736.63 in modo tale da non interferire con le due aree di servizio presenti subito dopo in adiacenza all'asse autostradale: la prima in Carr. Sud al Km 13+780 e la seconda al km 14+000 in Carr. Nord.

In corrispondenza del Km. 14+350 è prevista la realizzazione del nuovo svincolo di Montalto di Castro, in sostituzione dell'esistente da dimettere, con la realizzazione del nuovo cavalcavia CV09. In corrispondenza dello svincolo lato carr.sud è inoltre prevista la realizzazione del Centro di Esercizio C1, con accessi dalla viabilità locale.

Il tracciato ripercorre l'asse della statale esistente, fino al Km 16+079.38 con un lungo rettilineo di circa 1060m: nel tratto in argomento al Km. 15+200 in Carr. Sud è prevista la realizzazione della nuova area di servizio G2, la cui viabilità di servizio si riconnette ad una delle due complanari presenti lungo l'asse autostradale.

In corrispondenza del Km 16+079.38 inizia la seconda variante del tracciato: l'asse autostradale si pone a ovest della S.S. n.1 Aurelia, fino ad una distanza massima di circa 130m, con una successione di curve R=820m per poi tornare fino sul sedime esistente al Km 17+079. Lungo la variante è prevista al Km. 16+726 la realizzazione del nuovo viadotto Arrone (L=120 m).



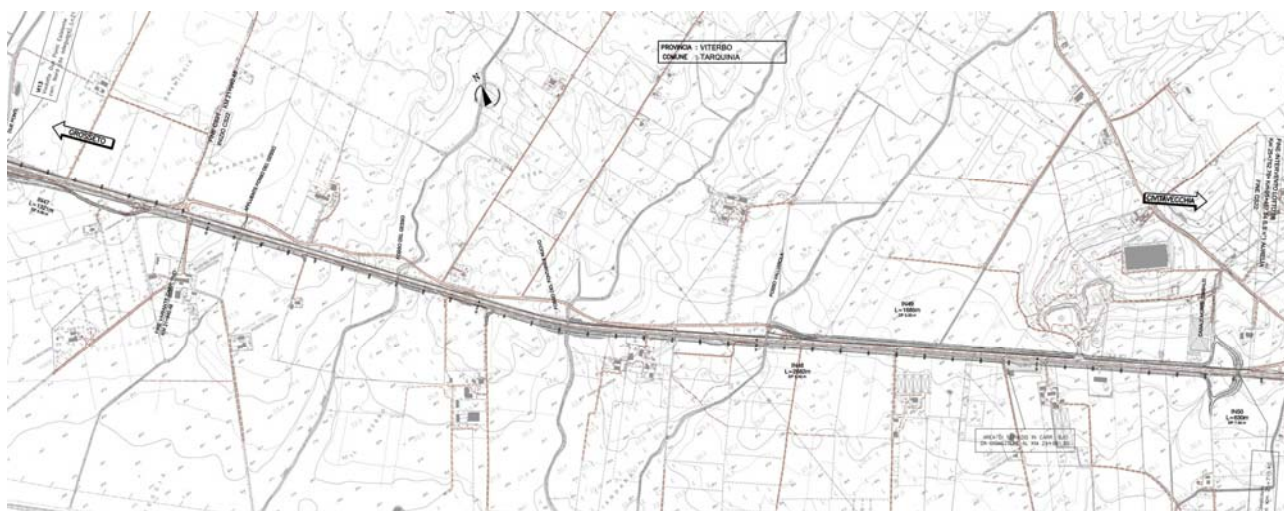
Il tracciato prosegue poi con una successione di curve di raggio 820m e 620m ($V_p = 116\text{km/h}$) fino al km 18+802 dove è ubicato lo svincolo di Riva dei Tarquini.

Il progetto prevede la sostituzione dello svincolo esistente e del relativo cavalcavia, da demolire, con la realizzazione di una nuova intersezione e del nuovo cavalcavia CV11 a servizio della stessa.

In uscita dallo svincolo l'asse di progetto riprende un andamento pressoché rettilineo, interrotto da curve in destra di raggio 1800m.

Al km 20+614.98 si colloca l'inizio dell'ultima variante della Carr. Sud, con la Nord che ripercorre l'opera esistente da riqualificare sul fosso "Due Ponti". Il nuovo viadotto Due Ponti in Carr. Sud ha inizio al Km 21+201.21 e presenta una lunghezza complessiva $L=21.54\text{m}$.

L'infrastruttura stradale di progetto continua con un rettilineo di lunghezza 2094m per poi piegare a sinistra con una curva di raggio 1236m e collegarsi con un lungo rettilineo da 2237.5m al Km 25+752.76 coincidente col km 95+467.54 della S.S. n.1 Aurelia, che segna la fine del progetto del Lotto 6B e la connessione con l'inizio del progetto di ampliamento del Lotto 6A.



A partire dal Km 22+800 la sezione autostradale è caratterizzata dalla presenza in Carr. Sud di una viabilità secondaria complanare a cui si aggiunge una analoga in Carr. Nord a partire dal Km 25+100; entrambe proseguono fino alla termine dell'intervento di progetto per poi collegarsi alla viabilità di Casale Monte Cimbalò.

Per quest'ultima viabilità, al fine di garantire la connessione del territorio, a Est ed Ovest dell'asse di progetto, in corrispondenza della fine del tracciato è previsto l'attraversamento in cavalcavia con la realizzazione della nuova opera CV12 ubicata al Km. 25+715.

6.2.6 Aspetti geometrici dell'infrastruttura di progetto

6.2.6.1 Sezione tipo

L'intervento prevede l'allargamento dell'attuale sede stradale ad una sezione di tipo autostradale di larghezza complessiva pari a 24.00m, composta da due carreggiate distinte suddivise da un margine interno di 3.00m con banchine in sinistra di 70 cm. Ciascuna carreggiata sarà composta da 2 corsie di marcia di larghezza $L=3.75m$ e da corsie di emergenza di larghezza $L=3.00m$, L'arginello dei rilevati sarà caratterizzato da una larghezza di 1.30m mentre nelle sezioni in trincea è prevista una cunetta di circa 1.00m di larghezza.

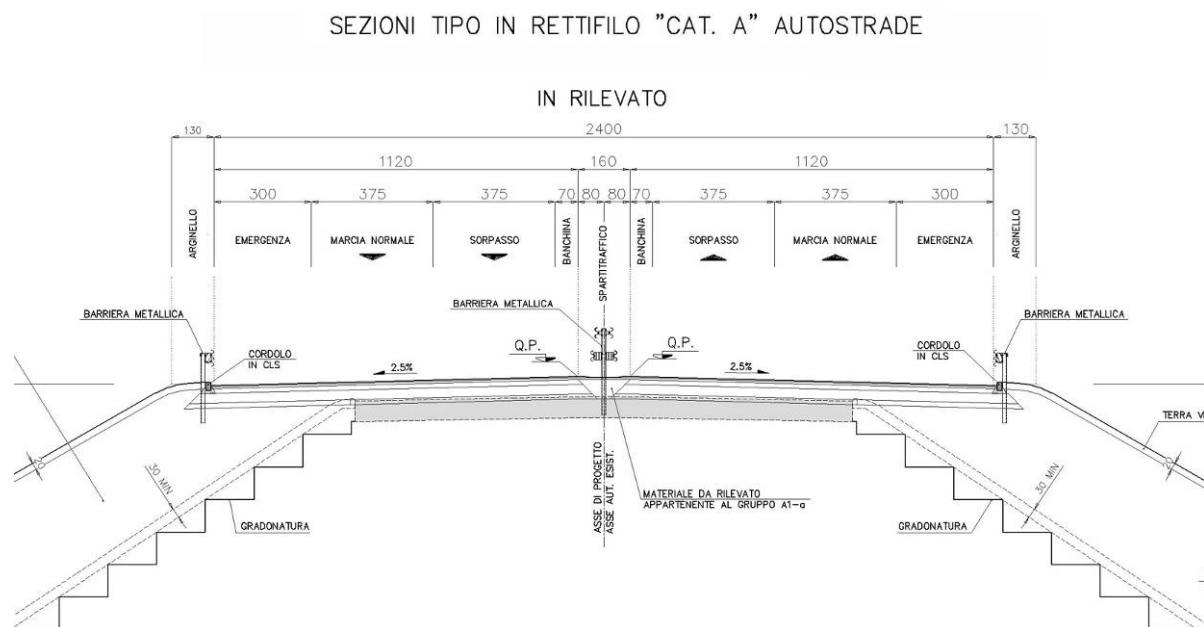


Figura 18: Sezione tipo di progetto (adeguamento simmetrico Variante SS1 Aurelia)

Le pendenze delle scarpate in rilevato è posta pari a 4:7 (altezza:base) con banca ogni 5 m di altezza, mentre in trincea sono previste scarpate con pendenza pari a 2:3 (altezza:base) con banca ogni 5 m di altezza. Nello spartitraffico di larghezza 1.60 metri è prevista l'installazione di una barriera metallica monofilare di classe H4. Sui bordi laterali è prevista, laddove necessario, l'installazione di barriere di sicurezza metalliche di classe H2/H3.

Laddove possibile entrambe le carreggiate sono state mantenute sostanzialmente alla stessa quota: ad eccezione del tratto interessato dalla successione dei Viadotti Argento I, II, III e Fiora, nel quale le due

carreggiate risultano leggermente sfalsate (max 1,50m) per garantire il franco idraulico delle opere di nuova costruzione.

SEZIONE TIPO IN RILEVATO "CAT. A"
(CON CARREGGIATA IN VARIANTE) AUTOSTRADA IN RETTIFILO

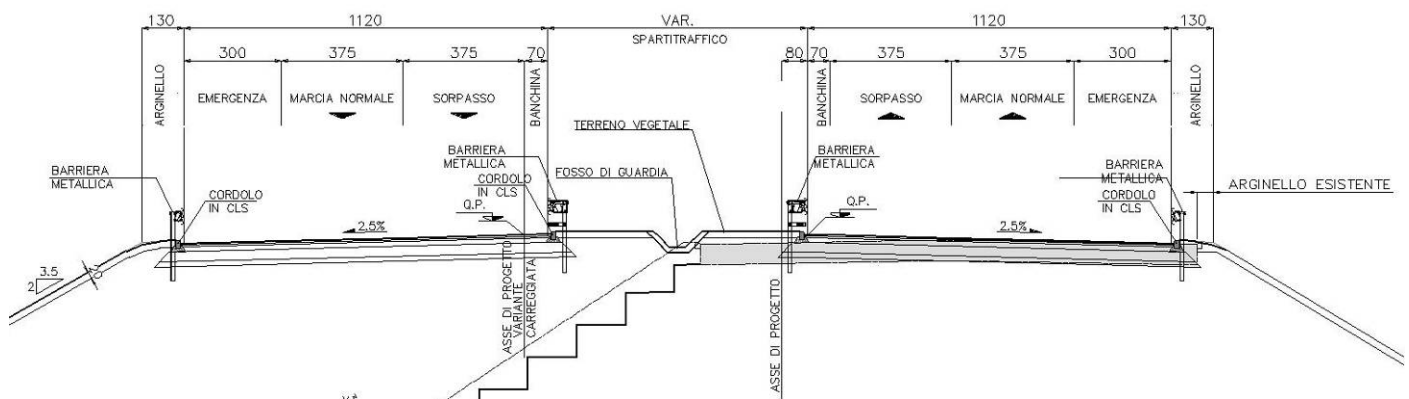


Figura 19: Sezione tipo di progetto con Carr. Nord in variante (adeguamento SS1 Aurelia)

Nell'ambito del progetto sono poi compresi una serie di interventi finalizzati a riqualificare e integrare parte della viabilità connessa di tipo extraurbano, interferita dall'autostrada o comunque ricadente nell'area di interesse. Nello specifico si evidenziano 3 tipologie di viabilità a destinazione particolare (D.P.) con sezione trasversale di 4.00m, di 5.00m e di 7.00m.

In alcuni casi il riposizionamento o la realizzazione delle nuove viabilità D.P. da 5.00m vicinali ha reso preferibile la loro sistemazione in complanare all'asse autostradale al fine di contenere gli ingombri ed il consumo di territorio.

SEZIONE TIPO IN RILEVATO "CAT.A"
(CON VIABILITA' D.P. 5,00 m IN COMPLANARE) SEZIONE TIPO IN RETTIFILO

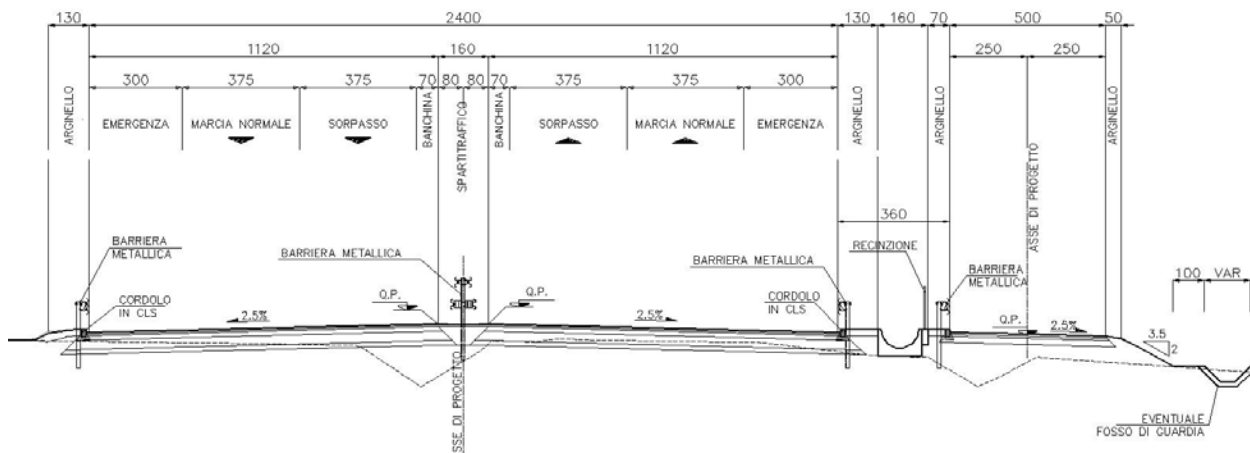


Figura 20: Sezione tipo di progetto con viabilità secondaria in complanare (adeguamento SS1 Aurelia)

6.2.6.2 Andamento plano-altimetrico di progetto

Nella successiva Tabella 4 vengono riportati i dati planimetrici dell'asse autostradale di progetto. In colonna (5) è riportato il tipo di elemento planimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- R = Rettifilo
- C = Curva Circolare
- AT = Clotoide di Transizione
- AF = Clotoide di Flesso
- AC = Clotoide di Continuità

In colonna (7) è indicato il verso di percorrenza delle curve circolari nella direzione delle progressive crescenti (DX = curva destrorsa, SX = curva sinistrorsa), mentre in colonna (8) si riporta il valore di pendenza trasversale calcolato per una V_{max} di 140km/h.

	Tipo Elemento	Prog	Iniz	Prog Finale	Lungh. (m)	V. Max (km/h)	Raggio (m)	A
1	Circonferenza	-0+346.34	-0+344.34	-0+344.34	2	140	1236	
2	Clotoide	-0+344.34	-0+207.01	-0+207.01	137.333	140		412
3	Clotoide	-0+207.01	0+000.00	0+000.00	207.005	140		412
4	Circonferenza	0+000.00	0+111.03	0+111.03	111.032	135.37	-820	
5	Clotoide	0+111.03	0+318.04	0+318.04	207.004	140		412
6	Rettifilo	0+318.04	1+447.59	1+447.59	1129.551	140		
7	Clotoide	1+447.59	1+497.61	1+497.61	50.026	140		1937

	Tipo Elemento	Prog Iniz	Prog Finale	Lungh. (m)	V. Max (km/h)	Raggio (m)	A
8	Circonferenza	1+497.61	1+889.24	391.63	140	75000	
9	Clotoide	1+889.24	1+939.26	50.012	140		1937
10	Clotoide	1+939.26	1+989.27	50.011	140		1937
11	Circonferenza	1+989.27	2+273.20	283.936	140	-75000	
12	Clotoide	2+273.20	2+323.25	50.052	140		1937
13	Rettifilo	2+323.25	3+325.98	1002.729	140		
14	Clotoide	3+325.98	3+377.99	52.006	140		2793
15	Circonferenza	3+377.99	3+611.88	233.891	140	-150000	
16	Clotoide	3+611.88	3+663.89	52.006	140		2793
17	Rettifilo	3+663.89	3+997.68	333.794	140		
18	Clotoide	3+997.68	4+047.70	50.023	140		3163
19	Circonferenza	4+047.70	4+391.04	343.332	140	200000	
20	Clotoide	4+391.04	4+441.06	50.023	140		3163
21	Rettifilo	4+441.06	4+808.55	367.494	140		
22	Clotoide	4+808.55	4+858.61	50.055	140		1733
23	Circonferenza	4+858.61	4+933.50	74.893	140	-60000	
24	Clotoide	4+933.50	4+983.56	50.055	140		1733
25	Rettifilo	4+983.56	5+070.60	87.045	140		
26	Clotoide	5+070.60	5+277.61	207.005	140		412
27	Circonferenza	5+277.61	5+473.75	196.142	136.63	820	
28	Clotoide	5+473.75	5+754.72	280.976	140		480
29	Clotoide	5+754.72	5+805.30	50.576	140		720
30	Circonferenza	5+805.30	6+117.44	312.138	140	-10250	
31	Clotoide	6+117.44	6+168.01	50.575	140		720
32	Rettifilo	6+168.01	6+585.14	417.131	140		
33	Clotoide	6+585.14	6+635.72	50.576	140		720
34	Circonferenza	6+635.72	6+785.35	149.632	140	10250	
35	Clotoide	6+785.35	6+835.93	50.576	140		720
36	Rettifilo	6+835.93	7+432.84	596.915	140		
37	Clotoide	7+432.84	7+506.64	73.801	140		412
38	Circonferenza	7+506.64	7+665.54	158.9	140	2300	
39	Clotoide	7+665.54	7+739.34	73.801	140		412
40	Rettifilo	7+739.34	7+999.96	260.617	140		
41	Clotoide	7+999.96	8+206.97	207.005	140		412
42	Circonferenza	8+206.97	8+543.49	336.525	137.67	-820	
43	Clotoide	8+543.49	8+750.50	207.005	140		412
44	Rettifilo	8+750.50	9+150.50	400.008	140		
45	Clotoide	9+150.50	9+317.17	166.666	140		500
46	Circonferenza	9+317.17	9+552.28	235.113	140	1500	
47	Clotoide	9+552.28	9+718.95	166.667	140		500

	Tipo Elemento	Prog Iniz	Prog Finale	Lungh. (m)	V. Max (km/h)	Raggio (m)	A
48	Rettifilo	9+718.95	9+886.82	167.867	140		
49	Clotoide	9+886.82	10+063.63	176.817	140		412
50	Circonferenza	10+063.63	10+220.92	157.287	140	960	
51	Clotoide	10+220.92	10+397.74	176.816	140		412
52	Clotoide	10+397.74	10+572.19	174.452	140		520
53	Circonferenza	10+572.19	11+049.04	476.852	140	-1550	
54	Clotoide	11+049.04	11+223.49	174.452	140		520
55	Rettifilo	11+223.49	11+376.94	153.451	140		
56	Clotoide	11+376.94	11+583.95	207.005	140		412
57	Circonferenza	11+583.95	11+775.34	191.387	136.57	820	
58	Clotoide	11+775.34	11+982.34	207.005	140		412
59	Clotoide	11+982.34	12+168.46	186.123	140		412
60	Circonferenza	12+168.46	12+631.99	463.523	137	-912	
61	Clotoide	12+631.99	12+818.11	186.123	140		412
62	Rettifilo	12+818.11	13+049.83	231.724	140		
63	Clotoide	13+049.83	13+256.84	207.005	140		412
64	Circonferenza	13+256.84	13+736.64	479.804	138.23	820	
65	Clotoide	13+736.64	13+943.65	207.005	140		412
66	Clotoide	13+943.65	14+080.98	137.333	140		412
67	Circonferenza	14+080.98	14+306.91	225.931	140	-1236	
68	Clotoide	14+306.91	14+444.25	137.333	140		412
69	Rettifilo	14+444.25	15+502.96	1058.716	140		
70	Clotoide	15+502.96	15+702.96	200	140		600
71	Circonferenza	15+702.96	15+729.69	26.725	140	1800	
72	Clotoide	15+729.69	15+929.69	200	140		600
73	Clotoide	15+929.69	16+136.69	207.004	140		412
74	Circonferenza	16+136.69	16+253.81	117.121	135.49	-820	
75	Clotoide	16+253.81	16+460.82	207.005	140		412
76	Rettifilo	16+460.82	16+758.56	297.748	140		
77	Clotoide	16+758.56	16+965.57	207.005	140		412
78	Circonferenza	16+965.57	17+017.26	51.691	133.75	-820	
79	Clotoide	17+017.26	17+224.27	207.005	140		412
80	Clotoide	17+224.27	17+431.27	207.005	140		412
81	Circonferenza	17+431.27	17+964.14	532.874	131	820	
82	Clotoide	17+964.14	18+030.92	66.776	121.41		412
83	Circonferenza	18+030.92	18+263.31	232.394	116	620	
84	Clotoide	18+263.31	18+398.96	135.646	126.99		290
85	Clotoide	18+398.96	18+534.61	135.645	126.99		290
86	Circonferenza	18+534.61	18+815.09	280.481	116	-620	
87	Clotoide	18+815.09	18+881.86	66.776	121.41		412

	Tipo Elemento	Prog	Iniz	Prog Finale	Lungh. (m)	V. Max (km/h)	Raggio (m)	A
88	Circonferenza	18+881.86	19+118.75	19+118.75	236.889	135.52	-820	
89	Clotoide	19+118.75	19+325.76	19+325.76	207.005	140		412
90	Rettifilo	19+325.76	19+493.29	19+493.29	167.535	140		
91	Clotoide	19+493.29	19+693.29	19+693.29	200	140		600
92	Circonferenza	19+693.29	19+834.82	19+834.82	141.532	140	1800	
93	Clotoide	19+834.82	20+034.82	20+034.82	200	140		600
94	Rettifilo	20+034.82	20+714.44	20+714.44	679.614	140		
95	Clotoide	20+714.44	20+808.74	20+808.74	94.302	140		412
96	Circonferenza	20+808.74	20+922.51	20+922.51	113.769	140	1800	
97	Clotoide	20+922.51	21+016.81	21+016.81	94.302	140		412
98	Rettifilo	21+016.81	23+110.80	23+110.80	2093.992	140		
99	Clotoide	23+110.80	23+248.14	23+248.14	137.333	140		412
100	Circonferenza	23+248.14	23+373.61	23+373.61	125.47	140	-1236	
101	Clotoide	23+373.61	23+510.94	23+510.94	137.333	140		412
102	Rettifilo	23+510.94	25+748.49	25+748.49	2237.547	140		
103	Clotoide	25+748.49	25+955.49	25+955.49	207.005	140		412
104	Circonferenza	25+955.49	25+960.49	25+960.49	5	131	820	

Tabella 4: Riepilogo caratteristiche planimetriche

Nella seguente Figura 21 si riporta il diagramma delle velocità determinato come previsto al punto 5.4 del D.M. n. 6792/2001. Nella medesima figura è riportato, per comodità di lettura, anche l'andamento delle curvature planimetriche.

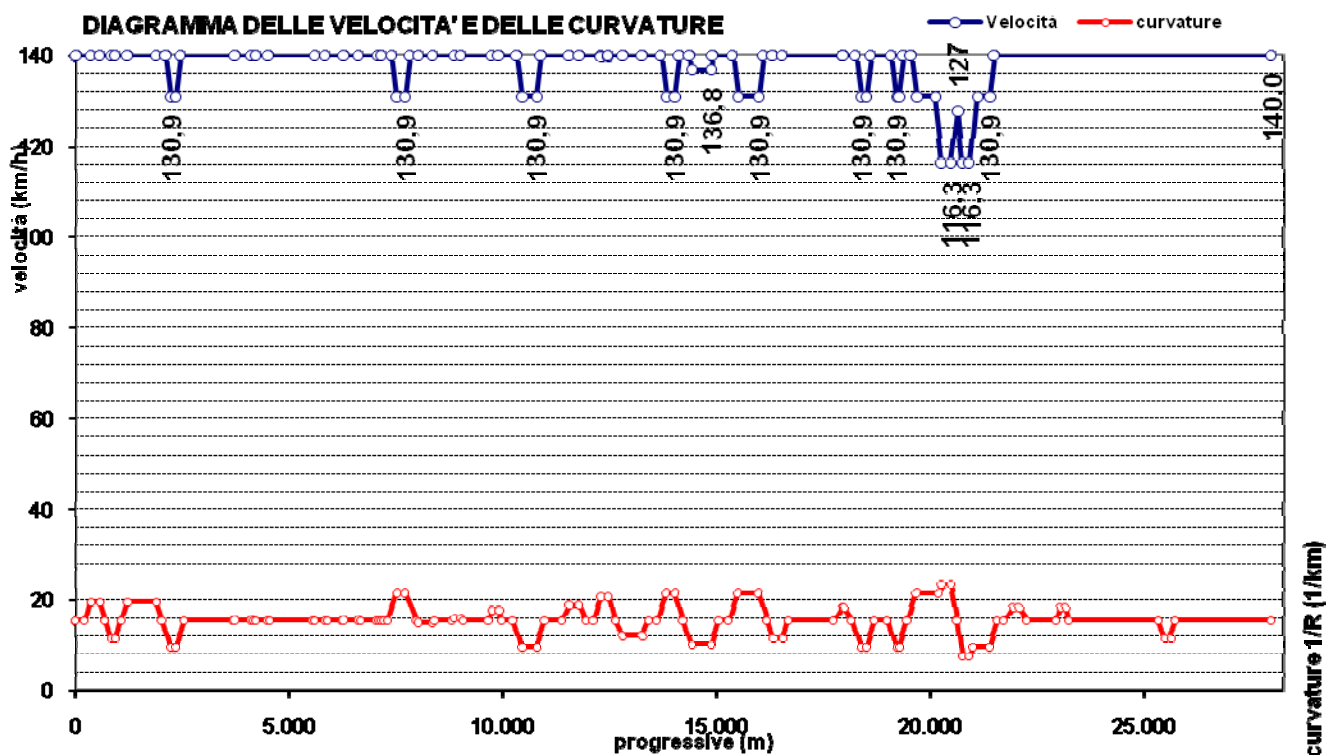


Figura 21: Diagramma delle velocità e delle curvature di progetto

Nella successiva Tabella 5 vengono sintetizzate le caratteristiche degli elementi altimetrici che compongono l'asse stradale. In colonna (1), in colonna (2) e (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (6) e (7) la pendenza di ogni livelletta, in colonna (4) il valore del raggio verticale.

Tipo Racc. (1)	Prog In (2)	Prog Fin (3)	Raggio (m) (4)	Pin (%) (5)	Pfin (%) (6)	Pm (%) (7)
Convesso	-0+346.34	-0+126.85	20,000	0.34	-0.76	-0.21
Convesso	0+389.02	0+428.06	100,000	-0.76	-0.8	-0.78
Concavo	1+040.76	1+124.49	10,000	-0.8	0.04	-0.38
Concavo	2+031.19	2+101.55	20,000	0.04	0.39	0.215
Convesso	2+474.79	2+693.82	30,000	0.39	-0.34	0.025
Concavo	2+954.25	3+311.95	50,000	-0.34	0.38	0.02
Concavo	4+230.99	4+273.14	40,000	0.38	0.48	0.43
Concavo	4+529.61	4+632.52	10,000	0.48	1.51	0.995
Convesso	4+963.50	5+668.11	15,000	1.51	-3.19	-0.84
Concavo	5+668.11	5+967.24	9,500	-3.19	-0.04	-1.615
Convesso	6+524.24	6+852.04	80,000	-0.04	-0.45	-0.245
Concavo	7+145.51	7+363.61	50,000	-0.45	-0.01	-0.23
Convesso	7+363.61	7+496.99	50,000	-0.01	-0.28	-0.145

Tipo Racc. (1)	Prog In (2)	Prog Fin (3)	Raggio (m) (4)	Pin (%) (5)	Pfin (%) (6)	Pm (%) (7)
Concavo	7+699.45	8+081.06	17,000	-0.28	1.97	0.845
Convesso	8+366.47	8+757.80	14,000	1.97	-0.83	0.57
Concavo	8+757.80	9+135.67	20,000	-0.83	1.06	0.115
Convesso	9+135.67	9+656.42	70,000	1.06	0.32	0.69
Convesso	10+152.28	10+572.49	10,000	0.32	-3.88	-1.78
Concavo	10+572.49	10+875.29	12,000	-3.88	-1.36	-2.62
Concavo	11+202.63	11+339.95	12,000	-1.36	-0.22	-0.79
Concavo	11+383.28	11+601.69	34,500	-0.22	0.42	0.1
Concavo	11+601.69	11+765.36	10,000	0.42	2.05	1.235
Convesso	11+765.36	11+859.12	25,000	2.05	1.68	1.865
Concavo	11+937.14	12+080.74	9,000	1.68	3.27	2.475
Convesso	12+080.74	12+478.65	20,000	3.27	1.28	2.275
Convesso	12+903.10	13+050.44	20,000	1.28	0.55	0.915
Concavo	13+135.85	13+285.91	20,000	0.55	1.3	0.925
Convesso	13+477.45	13+717.03	15,000	1.3	-0.3	0.5
Convesso	14+109.11	14+286.87	15,000	-0.3	-1.48	-0.89
Concavo	14+614.38	14+902.52	13,000	-1.48	0.73	-0.375
Convesso	15+282.92	15+712.19	50,000	0.73	-0.13	0.3
Convesso	16+110.90	16+454.73	15,000	-0.13	-2.42	-1.275
Concavo	16+631.82	16+739.20	15,000	-2.42	-1.7	-2.06
Concavo	17+020.12	17+390.26	25,000	-1.7	-0.22	-0.96
Concavo	17+585.20	18+017.67	50,000	-0.22	0.64	0.21
Concavo	18+120.67	18+193.25	15,000	0.64	1.13	0.885
Convesso	18+311.63	19+706.97	180,000	1.13	0.35	0.74
Convesso	20+338.78	20+647.10	50,000	0.35	-0.27	0.04
Concavo	20+865.16	21+584.16	140,000	-0.27	0.25	-0.01
Convesso	21+872.03	21+990.67	20,000	0.25	-0.34	-0.045
Concavo	22+488.31	22+908.68	50,000	-0.35	0.5	0.075
Convesso	22+908.68	23+789.47	300,000	0.5	0.2	0.35
Concavo	23+789.47	23+935.32	100,000	0.2	0.35	0.275
Concavo	24+746.67	24+934.37	100,000	0.35	0.54	0.445
Convesso	25+381.96	25+571.39	50,000	0.54	0.16	0.35

Tabella 5: Riepilogo caratteristiche altimetriche per il Lotto2 Parte1

6.2.7 Analisi del progetto con riferimento al DM del 05.11.2001

Nel seguito si riportano i risultati delle analisi di congruenza del progetto stradale rispetto ai criteri indicati nella normativa di riferimento DM 05/11/2001.

Andamento planimetrico e verifica diagrammi di velocità

Il tratto autostradale in oggetto è stato considerato strada di categoria A (autostrada in ambito extraurbano), al quale le "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" assegnano un intervallo di velocità di progetto compreso tra 90 e 140 km/h.

Nelle successive tabelle vengono sintetizzati i risultati della verifica delle caratteristiche planimetriche rispettivamente per la carreggiata Sud e per la carreggiata Nord. In colonna (5) è riportato il tipo di elemento planimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- R = Rettifilo
- C = Curva Circolare
- AT = Clotoide di Transizione
- AF = Clotoide di Flesso
- AC = Clotoide di Continuità

In colonna (7) è indicato il verso di percorrenza delle curve circolari nella direzione delle progressive crescenti (DX = curva destrorsa, SX = curva sinistrorsa), in colonna (8) il valore di pendenza trasversale, mentre in colonna (9) è riportato per ogni elemento il valore massimo della velocità di progetto dedotto dal diagramma delle velocità.

Per quanto concerne gli elementi planimetrici che non rispettano le indicazioni normative vengono indicati in rosso nelle colonne 10÷13:

- i valori minimi (o massimi) dei parametri che permettono di ricondurre l'elemento a quanto indicato dalla norma;
- Il motivo della non congruenza secondo l'elenco riportato al paragrafo 6.2.1.

Nella restante porzione della tabella si riportano i valori dei parametri di verifica.

L'adeguamento prevalentemente "in sede" si è dimostrato in grado di conferire al tracciato autostradale standard in linea con il DM 05/11/2001. Dalle verifiche effettuate lungo il tracciato di progetto, gli scostamenti riscontrati, dovuti alla conformazione geometrica dell'esistente, riguardano sostanzialmente non conformità minori di carattere ottico e non dinamico, quali il mancato rispetto dei criteri di composizione geometrica per le lunghezze massime e minime dei rettifili, lo sviluppo dei cerchi inferiore ai minimi, ed il criterio ottico per due clotoidi (elementi 4 e 6) che raccordano raggi per i quali il rispetto di tale criterio avrebbe comportato un impatto tecnico-economico eccessivo sul tracciato.

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lung. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note	CLOTTOIDI						CURVE CIRCOLARI			RETTIFILI				D. VEL			
													Parametri min/max [m]				Rapporti		Raggi minimi [m]			Lmin	Lmin	Lmax	Lmax,fl	ΔV			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	A1	A2	A3min	A3max	AE/AU	A1/A2	(a)	(b)	(c)	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[km/h]	ΔV	
1	0,000	206,570	206,570	R																									
2	206,570	343,903	137,333	AT	412,00																								
3	343,903	550,653	206,750	C	1236,00	DX	5,97	140,0																					
4	550,653	687,987	137,333	AF	412,00																								
5	687,987	825,320	137,333	AF	412,00																								
6	825,320	928,260	102,940	C	1236,00	SX	5,97	140,0																					
7	928,260	1.065,593	137,333	AF	412,00																								
8	1.065,593	1.202,927	137,333	AF	412,00																								
9	1.202,927	1.875,077	672,150	C	1236,00	DX	5,97	140,0																					
10	1.875,077	2.012,410	137,333	AF	412,00																								
11	2.012,410	2.219,415	207,005	AF	412,00																								
12	2.219,415	2.330,445	111,030	C	820,00	SX	7,00	130,9																					
13	2.330,445	2.537,450	207,005	AT	412,00																								
14	2.537,450	3.667,000	1.129,550	R																									
15	3.667,000	3.717,052	50,052	AT	1937,50					25000,00	NO																		
16	3.717,052	4.108,662	391,610	C	75000,00	DX	2,50	140,0																					
17	4.108,662	4.158,674	50,012	AF	1936,72					25000,00	NO																		
18	4.158,674	4.208,685	50,012	AF	1936,72					25000,00	NO																		
19	4.208,685	4.492,615	283,930	C	75000,00	SX	2,50	140,0																					
20	4.492,615	4.542,667	50,052	AT	1937,50					25000,00	NO																		
21	4.542,667	5.545,387	1002,720	R																									
22	5.545,387	5.597,393	52,006	AT	2793,00					50000,00	NO																		
23	5.597,393	5.831,303	233,910	C	150000,00	SX	2,50	140,0																					
24	5.831,303	5.883,309	52,006	AT	2793,00					50000,00	NO																		
25	5.883,309	6.217,059	333,750	R																									
26	6.217,059	6.267,082	50,023	AT	3163,00					66666,67	NO																		
27	6.267,082	6.610,422	343,340	C	200000,00	DX	2,50	140,0																					
28	6.610,422	6.660,444	50,023	AT	3163,00					66666,67	NO		Err. A1/A2																
29	6.660,444	7.027,944	367,500	R																									
30	7.027,944	7.077,999	50,055	AT	1733,00					20000,00	NO		Err. A1/A2																
31	7.077,999	7.152,859	74,860	C	60000,00	SX	2,50	140,0	97,22		NO		Err. A1/A2																
32	7.152,859	7.202,914	50,055	AT	1733,00					20000,00	NO		Err. A1/A2																
33	7.202,914	7.290,014	87,100	R																									
34	7.290,014	7.497,019	207,005	AT	412,00																								
35	7.497,019	7.693,159	196,140	C	820,00	DX	7,00	130,9																					
36	7.693,159	7.974,135	280,976	AF	480,00																								
37	7.974,135	8.024,710	50,576	AF	720,00					3416,67	NO																		
38	8.024,710	8.336,850	312,140	C	10250,00	SX	2,50	140,0																					
39	8.336,850	8.387,426	50,576	AT	720,00					3416,67	NO																		
40	8.387,426	8.804,496	417,070	R																									
41	8.804,496	8.855,071	50,576	AT	720,00					3416,67	NO																		
42	8.855,071	9.004,681	149,610	C	10250,00	DX	2,50	140,0																					
43	9.004,681	9.055,257	50,576	AT	720,00					3416,67	NO																		
44	9.055,257	9.652,247	596,990	R																									
45	9.652,247	9.726,049	73,802	AT	412,00					766,67	NO																		
46	9.726,049	9.884,949	158,900	C	2300,00	DX	4,01	140,0																					
47	9.884,949	9.958,750	73,802	AT	412,00					766,67	NO																		
48	9.958,750	10.219,370	260,620	R					360,00		NO		(e)																
49	10.219,370	10.426,375	207,005	AT	412,00																								
50	10.426,375	10.762,895	336,520	C	820,00	SX	7,00	130,9																					
51	10.762,895	10.969,900	207,005	AT	412,00																								

6.2.8 Andamento altimetrico

La pendenza longitudinale delle livellette nel tratto in esame risulta sempre inferiore al valore massimo indicato dalla normativa che prescrive per strade di categoria A – Autostrade extraurbane di non superare la pendenza del 5%.

In Tabella 6 sono riportati i risultati attinenti l'andamento altimetrico dell'asse autostradale: in particolare nelle colonne (9) e (10) sono riportati i valori minimi dei raccordi verticali in funzione della verifica della distanza di visibilità per l'arresto, effettuata con riferimento al caso di pavimentazione asciutta e limitazione della velocità di progetto a 140 km/h. Dalla verifica risulta che i valori di progetto dei raggi sono sempre superiori a quelli minimi indicati dalla norma di riferimento.

Tipo Racc. (1)	P. In (2)	P. Fin (3)	P media (4)	Raggio (5)	Prog In (6)	Prog Fin (7)	V max (8)	R ottico (9)	R din (10)
Convesso	0,34	-0,76	-0,21	20.000	-0+346,34	-0+126,85	140	10883	
Convesso	-0,76	-0,8	-0,78	100.000	0+389,02	0+428,06	140	Qualsiasi	2521
Concavo	-0,8	0,04	-0,38	10.000	1+040,76	1+124,49	140	Qualsiasi	2521
Concavo	0,04	0,39	0,215	20.000	2+031,19	2+101,55	140	Qualsiasi	2521
Convesso	0,39	-0,34	0,025	30.000	2+474,79	2+693,82	140	Qualsiasi	2521
Concavo	-0,34	0,38	0,02	50.000	2+954,25	3+311,95	140	Qualsiasi	2521
Concavo	0,38	0,48	0,43	40.000	4+230,99	4+273,14	140	Qualsiasi	2521
Concavo	0,48	1,51	0,995	10.000	4+529,61	4+632,52	140	Qualsiasi	2521
Convesso	1,51	-3,19	-0,84	15.000	4+963,50	5+668,11	140	14421	
Concavo	-3,19	-0,04	-1,615	9.500	5+668,11	5+967,24	140	5649	
Convesso	-0,04	-0,45	-0,245	80.000	6+524,24	6+852,04	140	Qualsiasi	2521
Concavo	-0,45	-0,01	-0,23	50.000	7+145,51	7+363,61	140	Qualsiasi	2521
Convesso	-0,01	-0,28	-0,145	50.000	7+363,61	7+496,99	140	Qualsiasi	2521
Concavo	-0,28	1,97	0,845	17.000	7+699,45	8+081,06	140	2514	2521
Convesso	1,97	-0,83	0,57	14.000	8+366,47	8+757,80	140	13726	
Concavo	-0,83	1,06	0,115	20.000	8+757,80	9+135,67	140	Qualsiasi	2521
Convesso	1,06	0,32	0,69	70.000	9+135,67	9+656,42	140	Qualsiasi	2521
Convesso	0,32	-3,88	-1,78	10.000	10+152,28	10+572,49	140	9997	
Concavo	-3,88	-1,36	-2,62	12.000	10+572,49	10+875,29	140	4270	
Concavo	-1,36	-0,22	-0,79	12.000	11+202,63	11+339,95	140	Qualsiasi	2521
Concavo	-0,22	0,42	0,1	34.500	11+383,28	11+601,69	140	Qualsiasi	2521
Concavo	0,42	2,05	1,235	10.000	11+601,69	11+765,36	136,28	Qualsiasi	2388
Convesso	2,05	1,68	1,865	25.000	11+765,36	11+859,12	139,01	Qualsiasi	2485
Concavo	1,68	3,27	2,475	9.000	11+937,14	12+080,74	140	Qualsiasi	2521
Convesso	3,27	1,28	2,275	20.000	12+080,74	12+478,65	140	12963	
Convesso	1,28	0,55	0,915	20.000	12+903,10	13+050,44	140	Qualsiasi	2521
Concavo	0,55	1,3	0,925	20.000	13+135,85	13+285,91	140	Qualsiasi	2521
Convesso	1,3	-0,3	0,5	15.000	13+477,45	13+717,03	137,93	13024	
Convesso	-0,3	-1,48	-0,89	15.000	14+109,11	14+286,87	140	12563	
Concavo	-1,48	0,73	-0,375	13.000	14+614,38	14+902,52	140	2328	2521
Convesso	0,73	-0,13	0,3	50.000	15+282,92	15+712,19	140	2454	2521
Convesso	-0,13	-2,42	-1,275	15.000	16+110,90	16+454,73	140	14648	
Concavo	-2,42	-1,7	-2,06	15.000	16+631,82	16+739,20	140	Qualsiasi	2521
Concavo	-1,7	-0,22	-0,96	25.000	17+020,12	17+390,26	140	Qualsiasi	2521
Concavo	-0,22	0,64	0,21	50.000	17+585,20	18+017,67	131	Qualsiasi	2207
Concavo	0,64	1,13	0,885	15.000	18+120,67	18+193,25	116	Qualsiasi	1730

Tipo Racc. (1)	P. In (2)	P. Fin (3)	P media (4)	Raggio (5)	Prog In (6)	Prog Fin (7)	V max (8)	R ottico (9)	R din (10)
Convesso	1,13	0,35	0,74	180.000	18+311,63	19+706,97	140	Qualsiasi	2521
Convesso	0,35	-0,27	0,04	50.000	20+338,78	20+647,10	140	Qualsiasi	2521
Concavo	-0,27	0,25	-0,01	140.000	20+865,16	21+584,16	140	Qualsiasi	2521
Convesso	0,25	-0,34	-0,045	20.000	21+872,03	21+990,67	140	Qualsiasi	2521
Concavo	-0,35	0,5	0,075	50.000	22+488,31	22+908,68	140	Qualsiasi	2521
Convesso	0,5	0,2	0,35	300.000	22+908,68	23+789,47	140	Qualsiasi	2521
Concavo	0,2	0,35	0,275	100.000	23+789,47	23+935,32	140	Qualsiasi	2521
Concavo	0,35	0,54	0,445	100.000	24+746,67	24+934,37	140	Qualsiasi	2521
Convesso	0,54	0,16	0,35	50.000	25+381,96	25+571,39	140	Qualsiasi	2521

Tabella 6: Verifica delle caratteristiche altimetriche di progetto

Dall'osservazione dei risultati riportati nelle tabelle si evidenzia che per alcuni raccordi, in relazione ai bassi valori della differenza di pendenza fra le due livellette (Δi), la formula di calcolo non fornisce risultati per il calcolo di R_v min. I valori adottati in progetto per i raccordi verticali sono pertanto da ritenersi adeguati.

Si riportano di seguito le tabelle relative alle varianti di tracciato in carreggiata Nord e carreggiata Sud.

- **Carreggiata Nord**

Variante n.1

Tipo Raccordo	P. In (%)	P. Fin (%)	P media (%)	Raggio (m)	Prog In	Prog Fin	V max (km/h)	R ottico	R din
Convesso	1,38	-3,24	-0,93	15000	4+983,56	5+676,85	140	14467	
Concavo	-3,24	-1,06	-2,15	8000	5+676,85	5+851,55	140	2240	2521
Concavo	-1,06	-0,04	-0,55	8000	5+882,44	5+964,35	140	Qualsiasi	2521
Convesso	-0,04	-0,11	-0,075	80000	6+526,21	6+586,32	140	Qualsiasi	2521

Variante n.2

Tipo Raccordo	P. In (%)	P. Fin (%)	P media (%)	Raggio (m)	Prog In	Prog Fin	V max (km/h)	R ottico	R din
Concavo	-0,49	-0,04	-0,265	25000	7+147,42	7+260,59	140	Qualsiasi	2521
Concavo	-0,04	1,97	0,965	15000	7+795,92	8+097,02	140	469	2521
Convesso	1,97	0,71	1,34	14000	8+367,72	8+543,30	131	8179	

- **Carreggiata Sud**

Variante n.3

Tipo Raccordo	P. In (%)	P. Fin (%)	P media (%)	Raggio (m)	Prog In	Prog Fin	V max (km/h)	R ottico	R din
Concavo	-3,89	-1,36	-2,625	12000	10+572,51	10+875,34	120	2924	
Concavo	-1,36	2,17	0,405	18000	11+172,88	11+807,84	120	4194	
Convesso	2,17	1,28	1,725	18000	12+310,01	12+469,40	120	Qualsiasi	1852
Convesso	1,28	0,55	0,915	20000	12+905,04	13+050,32	120	Qualsiasi	1852

Variante n.4

Tipo Raccordo	P. In (%)	P. Fin (%)	P media (%)	Raggio (m)	Prog In	Prog Fin	V max (km/h)	R ottico	R din
Convesso	-0,2	-0,27	-0,235	50000	20+614,98	20+650,10	140	Qualsiasi	2521
Convesso	-0,27	-0,39	-0,33	95000	20+678,76	20+790,42	140	Qualsiasi	2521
Concavo	-0,39	0,3	-0,045	114788	20+790,42	21+578,64	140	Qualsiasi	2521
Convesso	0,3	-0,09	0,105	20000	21+861,84	21+940,16	140	Qualsiasi	2521

6.2.9 Verifiche di visibilità

In termini di visibilità plano-altimetrica, in virtù degli allargamenti previsti in progetto, la distanza di visibilità per l'arresto, calcolata a 120 km/h su pavimentazione bagnata, è garantita lungo tutto il tracciato di progetto.

Nella seguente Tabella 7 vengono riportati i risultati emersi dall'analisi di visibilità, in termini di allargamenti necessari, e dei quali è prevista nel progetto la realizzazione, al fine di garantire una distanza di visuale libera compatibile con la distanza necessaria per l'arresto calcolata a 120 km/h che risulta essere la condizione maggiormente vincolante (tra le due condizioni descritte al paragrafo 6.2.9). Le verifiche sono state effettuate tenendo conto del diagramma delle velocità, e dell'effettiva visibilità del conducente alla guida del veicolo: essa è stata calcolata considerando il punto di vista (occhio del guidatore) collocato al centro della corsia e ad un'altezza pari ad 1.10 m. rispetto al piano viabile, mentre il punto di mira (limite più lontano della corsia adiacente a quella impegnata dal conducente) è stato trasversalmente collocato in corrispondenza del margine destro (in cui si materializza l'ostacolo costituito dalla barriera di sicurezza) ed un'altezza dal piano viabile di 0.10 m.

Come prescritto dal DM 2001 se l'allargamento risulta di entità minore di 0.20m allora la corsia conserva la larghezza del rettilineo (cfr 5.2.7); inoltre l'allargamento complessivo della carreggiata è stato riportato tutto sul lato interno della curva mentre le banchine e le corsie di emergenza conservano la larghezza che hanno in rettilineo.

Per una analisi di dettaglio si rimanda agli elaborati specifici "Diagrammi delle velocità e delle visuali libere"

VERIFICHE DI VISIBILITA' IN CURVA - VELOCITA' MAX = 120 km/h

CURVA N.	PROGR INIZ	PROGR FIN	VERSO	Margine	R Prog. (m)	Allarg. D (m)	PI (%/100)	V (Km/h)	D a (m)	D v (m)	Δ D
CARREGGIATA SUD											
1	0+000,00	0+111,03	SX	INT	820	1,85	-0,00750	120	178,05558	178,05557	0,0000
2	5+277,61	5+473,75	DX	EXT	820	0,40	-0,03080	120	184,82705	184,82697	-0,0001
3	7+506,64	7+665,54	DX	EXT	2300		-0,00060	120	176,18403	298,87633	122,6923
4	8+206,97	8+543,49	SX	INT	820	1,48	0,01900	120	171,16564	171,16547	-0,0002
5	9+317,17	9+552,28	DX	EXT	1500		0,00340	120	175,12493	241,09555	65,9706
6	10+063,63	10+220,92	DX	EXT	960		0,00340	120	175,12493	192,52808	17,4031
7	10+572,19	11+049,04	SX	INT	1550	0,20	-0,03540	120	186,2532	185,61822	-0,6350
8	11+583,95	11+775,34	DX	EXT	812		0,02640	120	169,37739	177,06937	7,6920
9	12+168,46	12+631,99	SX	INT	920	1,48	0,01270	120	172,73273	172,73246	-0,0003
10	13+256,84	13+736,64	DX	EXT	820		-0,00260	120	176,72061	184,91085	8,1902
11	14+080,98	14+306,91	SX	INT	1236	0,30	-0,01480	120	180,09971	180,09971	0,0000
12	15+702,96	15+729,69	DX	EXT	1800		-0,00090	120	176,26421	264,24811	87,9839
13	16+136,69	16+253,81	SX	INT	820	1,74	0,00000	120	176,02397	176,02397	0,0000
14	16+965,57	17+017,26	SX	INT	820	2,00	-0,01700	120	180,72915	180,72912	0,0000
15	17+431,27	17+964,14	DX	EXT	820		-0,00460	120	177,26198	184,91085	7,6489
16	18+030,92	18+263,31	DX	EXT	620	0,71	0,00600	116	165,1308	165,1308	0,0000
17	18+534,61	18+815,09	SX	INT	620	2,44	0,01120	116	163,90421	163,90397	-0,0002
18	18+881,86	19+118,75	SX	INT	820	1,70	0,00300	120	175,23001	175,23001	0,0000
19	19+693,29	19+834,82	DX	EXT	1800		0,00300	120	175,23001	274,86001	99,6300
20	20+808,74	20+922,51	DX	EXT	1800		-0,00480	120	177,31638	274,86001	97,5436
21	23+248,14	23+373,61	SX	INT	1236	0,42	0,00320	120	175,17745	175,17744	0,0000
CARREGGIATA NORD											
1	0+000,00	0+111,03	DX	EXT	820		0,00790	120	173,95539	184,91085	10,9555
2	5+277,61	5+473,75	SX	INT	855	1,24	0,02500	120	169,71147	169,71143	0,0000
3	7+506,64	7+665,54	SX	INT	2300		0,00000	120	176,02397	217,76823	41,7443
4	8+206,97	8+543,49	DX	EXT	820		-0,01950	120	181,45218	184,91085	3,4587
5	9+317,17	9+552,28	SX	INT	1500		-0,00340	120	176,93658	189,06328	12,1267
6	10+063,63	10+220,92	SX	INT	960	1,10	-0,00340	120	176,93658	176,93657	0,0000
7	10+572,19	11+049,04	DX	EXT	1550		0,03550	120	167,25238	245,10623	77,8538
8	11+583,95	11+775,34	SX	INT	820	2,55	-0,02640	120	183,49169	183,4911	-0,0006
9	12+168,46	12+631,99	DX	EXT	912		-0,02640	120	183,49169	195,12668	11,6350
10	13+256,84	13+736,64	SX	INT	820	1,94	-0,01300	120	179,58938	179,58936	0,0000
11	14+080,98	14+306,91	DX	EXT	1236		0,00260	120	175,33527	227,48016	52,1449
12	15+702,96	15+729,69	SX	INT	1800		0,00000	120	176,02397	207,08675	31,0628
13	16+136,69	16+253,81	DX	EXT	820		0,00000	120	176,02397	177,78375	1,7598
14	16+965,57	17+017,26	DX	EXT	820		0,01700	120	171,65859	177,78375	6,1252
15	17+431,27	17+964,14	SX	INT	820	1,84	-0,00640	120	177,75335	177,75334	0,0000
16	18+030,92	18+263,31	SX	INT	620	2,80	-0,01100	116	169,34013	169,33937	-0,0008
17	18+534,61	18+815,09	DX	EXT	620	0,61	-0,01120	116	169,39156	169,39156	0,0000
18	18+881,86	19+118,75	DX	EXT	820	0,07	-0,01120	120	179,08321	179,0832	0,0000
19	19+693,29	19+834,82	SX	INT	1800		-0,00320	120	176,88252	207,08675	30,2042
20	20+808,74	20+922,51	SX	INT	1800		0,00480	120	174,75862	192,67331	17,9147
21	23+248,14	23+373,61	DX	EXT	1236		-0,00320	120	176,88252	218,70314	41,8206

Tabella 7: Allargamenti di piattaforma previsti in progetto

6.3 SVINCOLI ED AREE DI SERVIZIO

6.3.1 Criteri progettuali

La normativa utilizzata per l'adeguamento ed il dimensionamento delle intersezioni, richiamate al paragrafo precedente è rappresentata dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" (D.M. 19.04.2006), che assume valore di cogenza per le nuove intersezioni.

La progettazione delle intersezioni è stata condotta con particolare riferimento ai seguenti aspetti della progettazione stradale:

- geometria degli elementi modulari delle rampe;
- larghezza degli elementi modulari delle rampe e delle corsie specializzate (sezione tipo);
- dimensionamento delle corsie specializzate;
- distanze di visibilità per l'arresto.

Gli interventi previsti per gli svincoli inseriti in progetto consistono in adeguamenti di quelli attualmente esistenti, pertanto il D.M. 19.04.2006 assume solo valore di riferimento per la progettazione.

6.3.2 Geometria degli elementi modulari delle rampe

Con riferimento alla geometria degli elementi modulari delle rampe, secondo quanto previsto esplicitamente nella norma in oggetto e facendo anche riferimento ai rimandi che questa fa al D.M. 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", la progettazione ha, nell'ambito in cui si è intervenuti a modificare le geometrie esistenti, garantito il rispetto dei parametri minimi dei seguenti elementi piano altimetrici :

- a) raggi minimi planimetrici;
- b) parametri minimi e massimi delle clotoidi;
- c) pendenze longitudinali massime;
- d) raggi altimetrici minimi (raccordi concavi e convessi);

(f) Raggio minimo delle curve planimetriche.

Le curve circolari garantiscono raggi superiori al raggio minimo previsto dal DM 19/04/2006 che risulta funzione della velocità minima dell'intervallo di progetto (vedi tabella 8).

Velocità di progetto minima	(km/h)	30	40	50	60	70	80
Raggio planimetrico minimo	(m)	25	45	75	120	180	250

Tabella 8 – Raggi minimi delle rampe in funzione della velocità di progetto minima

(b) Parametro A degli elementi a curvatura variabile (Clotoidi)

Per l'inserimento di curve a raggio variabile, il progetto delle rampe rispetta i seguenti criteri contenuti nel D.M. 5/11/2001 relativi agli assi stradali:

Criterio 1 (Limitazione del contraccolpo)

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

Criterio 3 (Ottico)

Oltre ai criteri precedentemente descritti sono stati verificati il rapporto AE/AU delle due clotoidi in ingresso e in uscita da una curva circolare ed il rapporto A1/A2 tra due clotoidi in un flesso asimmetrico, secondo quanto prescritto dal D.M. 5/11/2001.

In particolare per il dimensionamento della prima ed ultima clotoide impiegate all'interno delle corsie specializzate (rispettivamente in diversione ed immissione) la velocità di progetto dell'elemento è stata determinata sulla base del criterio cinematico imposto dalle due manovre. Pertanto in decelerazione la V_p della clotoide è pari a quella della curva circolare, mentre in accelerazione la V_p della clotoide è stata ottenuta imponendo un'accelerazione pari a 1m/s^2 .

(c) Pendenze longitudinali massime

La pendenza massima delle livellette, consentita dal DM 19/04/2006, è funzione della velocità di progetto come riportato in tabella 9.

Velocità di progetto minima	(km/h)	30	40	50	60	70	80
Pendenza massima in salita	(%)	10	7.0		8.0		
Pendenza massima in discesa	(%)	10	8.0		6.0		

Tabella 9 – Pendenze massime delle rampe

(d) Raccordi verticali concavi e convessi minimi

L'inserimento dei raccordi verticali minimi concavi e convessi garantisce i valori minimi riportati in tabella 10 e, in ogni caso, assicura la distanza di arresto calcolata con riferimento alla velocità di progetto desunta dal diagramma di velocità utilizzando gli stessi criteri previsti dal DM 5/11/2001 per gli assi stradali.

Velocità di progetto minima	(km/h)	30	40	50	60	70	80
Raggi minimi verticali convessi	(m)	500	1000	1500	2000	2800	4000
Raggi minimi verticali concavi	(m)	250	500	750	1000	1400	2000

Tabella 10 – Valori minimi dei raccordi concavi e convessi

I valori dei raggi verticali minimi da adottati indicati dal D.M. 19.04.2006 sono quelli associati al valore minimo dell'intervallo di velocità di progetto dell'intersezione presa in esame (vedi par. 4.7.2).

6.3.3 Sezioni tipo delle rampe e delle corsie specializzate

Per quanto riguarda le larghezze degli elementi modulari delle rampe di progetto di nuova realizzazione si rimanda alle sezioni tipo contenute nell'elaborato allegato alla presente relazione.

Tali sezioni tipologiche di progetto rappresentano la sintesi delle indicazioni contenute nella Tabella 9 del paragrafo 4.7.3 del D.M. 19/04/2006 che, relativamente al caso di strade extraurbane, fornisce le indicazioni riportate nella seguente tabella:

Strade extraurbane				
elemento modulare	Tipo di strada principale	Larghezza corsie (m)	Larghezza banchina in destra (m)	Larghezza banchina in sinistra (m)
Corsie specializzate di uscita e di immissione	A	3.75	2.50	-
	B	3.75	1.75	-
Rampe monodirezionali	A	1 corsia: 4.00	1.00	1.00
		2 corsie: 2 x 3.50		
	B	1 corsia: 4.00	1.00	1.00
		2 corsie: 2 x 3.50		
Rampe bidirezionali	A	1 corsia: 3.50	1.00	-
	B	1 corsia: 3.50	1.00	-

Tabella 11 – Larghezze degli elementi modulari

Rispetto a quanto riportato dalla tabella relativamente alle larghezze minime da impiegare per le rampe bidirezionali di nuova realizzazione (corsie da 3.50m) il progetto ha previsto in questo caso corsie da 3.75m (vedi elaborato allegato). Tale scelta progettuale scaturisce dalla necessità di limitare il più possibile la variazione di larghezza della corsia della rampa nel tratto di passaggio da monodirezionale con larghezza pari a 4.00m a bidirezionale.

Le rampe monodirezionali presentano una larghezza di piattaforma di 6,50 m, con una corsia di marcia da 4.00m e banchina in destra da 1,50m e in sinistra da 1,00.

6.3.4 Criteri per il dimensionamento delle corsie specializzate

Il dimensionamento delle corsie specializzate di immissione e diversione è stato effettuato con riferimento ai criteri contenuti nelle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" (D.M. 19.04.2006).

6.3.4.1 Corsie di immissione (o di entrata)

Con riferimento allo schema di Figura 22 la lunghezza del tratto di accelerazione $L_{a,e}$ è calcolata mediante la seguente espressione:

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

dove:

- $L_{a,e}$ (m) è la lunghezza necessaria per la variazione cinematica;
- v_1 (m/s) è la velocità all'inizio del tratto di accelerazione (per v_1 si assume la velocità di progetto corrispondente al raggio della curva di deviazione della rampa di entrata);
- v_2 (m/s) è la velocità alla fine del tratto di accelerazione, pari a $0,80 \cdot v_p$ (velocità di progetto della strada sulla quale la corsia si immette, desunta dal diagramma di velocità)
- a (m/s²) è l'accelerazione assunta per la manovra pari a 1 m/s^2 .

Il tratto di raccordo $L_{v,e}$ ha una lunghezza pari a 75 metri per velocità di progetto, della strada su cui la corsia si immette, superiori a 80km/h ($L_{v,e} = 50$ metri per velocità di progetto minori o uguali a 80km/h).

La zona di immissione corrisponde alla lunghezza complessiva del tratto di corsia specializzata in cui è ammessa la manovra di immissione (tratto con linea tratteggiata pari alla somma del tratto parallelo, a meno dei primi 30 metri, e del tratto di raccordo), da verificare con procedure basate su criteri funzionali.

In questa fase di studio non disponendo dei dati di traffico necessari al calcolo funzionale della zona di immissione, la lunghezza della complessiva della corsia specializzata è stato determinata come quella risultante dal dimensionamento geometrico – cinematico, ottenuta sommando al tratto di accelerazione $L_{a,e}$, calcolato con i parametri sopra citati, il tratto di raccordo $L_{v,e}$.

Per le successive fasi di progettazione, il progetto delle corsie di immissione dovrà prevedere, la verifica funzionale dell'intera "zona di immissione" seguendo il metodo indicato dall'Highway Capacity Manual (HCM 2000). In particolare, la verifica accerterà che la lunghezza della zona di immissione, come risultante dal predimensionamento geometrico-cinematico (e cioè pari alla lunghezza complessiva della porzione parallela del tratto di accelerazione, a meno dei primi 30 metri, e del tratto di raccordo), fornisca un livello di servizio

risultati non inferiore a LOS B (come indicato al capitolo 5 del D.M. 19.04.2006). Diversamente la lunghezza dovrà essere maggiorata fino al raggiungimento di un LOS adeguato.

Per la definizione dei livelli di traffico si farà riferimento allo scenario progettuale di lungo periodo.



Figura 22: – Schema planimetrico corsia di immissione

6.3.4.2 Corsie di diversione (o di uscita)

Con riferimento al caso di configurazione parallela (Figura 23), la lunghezza del tratto di decelerazione $L_{d,u}$ (avente inizio a metà del tratto di manovra e fine all’inizio della rampa in uscita, coincidente con il punto di inizio della clotoide) è correlata alla diminuzione di velocità longitudinale tra quella del ramo da cui provengono i veicoli in uscita e quella ammissibile con il raggio di curvatura della rampa.

La lunghezza del tratto di decelerazione $L_{d,u}$ viene calcolata pertanto mediante criterio cinematico utilizzando la seguente espressione:

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

dove:

- $L_{d,u}$ (m) è la lunghezza necessaria per la variazione cinematica;
- v_1 (m/s) è la velocità di ingresso nel tronco di decelerazione pari alla velocità di progetto del ramo da cui provengono i veicoli in uscita (velocità di progetto desunta dal diagramma di velocità);
- v_2 (m/s) è la velocità di uscita dal tronco di decelerazione (per v_2 si assume la velocità di progetto corrispondente al raggio della curva di deviazione della rampa di uscita);
- a (m/s^2) è la decelerazione assunta per la manovra pari a $3 m/s^2$ per le strade tipo A, B e $2,0 m/s^2$ per le altre strade.

Il tratto di manovra $L_{m,u}$ ha una lunghezza pari a 90 m per velocità di progetto del tratto di strada dal quale si dirama la corsia superiori ai 120 km/h.

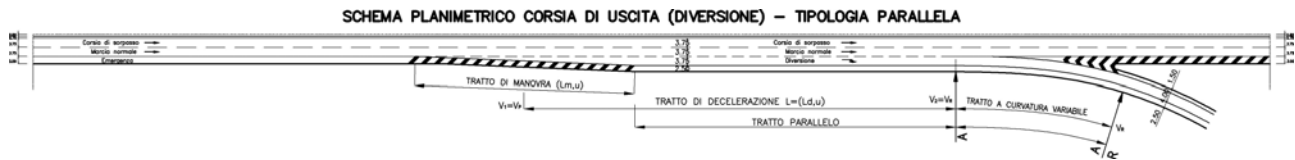


Figura 23: schema planimetrico corsia di uscita (diversione) - tipologia parallela

Lungo il tracciato di progetto sono presenti 4 svincoli, di cui 2 vengono adeguati (Centrale Enel e Riva dei Tarquini) rispetto alla configurazione attuale e 2 delocalizzati (Pescia Romana e Montalto di Castro); l'adeguamento consiste in un aumento delle lunghezze dei tratti paralleli relativi alle corsie di ingresso e uscita, e alla realizzazione di svincoli a rotatoria in sostituzione delle intersezioni a raso tra le rampe di ingresso e uscita e la viabilità locale di connessione.

Le corsie di immissione e diversione sono state sviluppate prettamente con la soluzione in affiancamento all'asse autostradale.

6.3.4.3 Corsie specializzate di immissione

Le zone di immissione sono state verificate funzionalmente tramite la procedura proposta dall'Highway Capacity Manual (HCM) ed. 2000. I livelli di servizio per le nuove strade sono definiti dal DM 05.11.2001 e dal DM 19.04.2006; per la progettazione di una nuova opera, gli adeguamenti o i potenziamenti la suddetta normativa è di riferimento. Nel caso in oggetto l'intervento, relativo al Lotto 6b: confine regionale Lazio-Toscana - Tarquinia sulla A12 Livorno - Civitavecchia, si configura come adeguamento e potenziamento di un'opera.

I risultati ottenuti dalle verifiche funzionali per gli scenari feriale invernale e sabato estivo dell'anno 2016, sintetizzati nella tabella seguente, hanno dato esito positivo garantendo il LOS del tratto stradale a monte.

ZONA DI IMMISSIONE	SCENARIO PROGETTUALE DI RIFERIMENTO OdP giorno Feriale di Ottobre 2016	LOS minimo tratta a monte	LOS area influenza immissione	Risultato verifica
Pescia Romana	Direzione Sud	A	A	OK
Pescia Romana	Direzione Nord	A	A	OK
Centrale Enel	Direzione Sud	A	A	OK
Centrale Enel	Direzione Nord	A	A	OK
Montalto di Castro	Direzione Sud	A	A	OK
Montalto di Castro	Direzione Nord	A	A	OK
Riva dei Tarquini	Direzione Sud	A	A	OK
Riva dei Tarquini	Direzione Nord	A	A	OK

Tabella 12 Livelli di servizio zone di immissione scenario 2016 Feriale Ottobre Lotto 6B

ZONA DI IMMISSIONE	SCENARIO PROGETTUALE DI RIFERIMENTO OdP giorno Sabato Estivo 2016	LOS minimo tratta a monte	LOS area influenza immissione	Risultato verifica
Pescia Romana	Direzione Sud	A	A	OK
Pescia Romana	Direzione Nord	B	B	OK
Centrale Enel	Direzione Sud	A	A	OK
Centrale Enel	Direzione Nord	B	B	OK
Montalto di Castro	Direzione Sud	A	A	OK
Montalto di Castro	Direzione Nord	B	B	OK
Riva dei Tarquini	Direzione Sud	A	A	OK
Riva dei Tarquini	Direzione Nord	B	B	OK

Tabella 2 Livelli di servizio zone di immissione scenario 2016 Sabato Estivo Lotto 6B

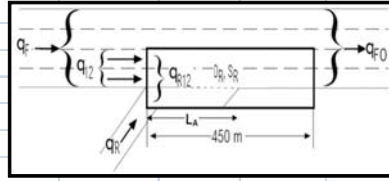
Il dettaglio dell'analisi funzionale condotta è riportato nelle seguenti figure.

Scenario 2016 Feriale Invernale

HCM 2000 CALCOLO LEVEL OF SERVICE FREEWAY MERGE INFLUENCE AREA			
Oggetto	Svincolo Pescia Romana		
INFORMAZIONI GENERALI			
AUTOSTRADA	A12 Tirrenica		
DIREZIONE	Nord		
NOTE	Scenario di progetto anno 2016 Ora di Punta Feriale Invernale		
CONDIZIONI DI RIFERIMENTO			
Meteo	Tempo buono	Visibilità	Buona
		Luce	Diurna
FREEWAY IMMEDIATAMENTE A MONTE			
FREEWAY DATI GEOMETRICI e CAPACITA'			
Freeway urbana o extraurbana			Extraurbana
Numero corsie	N		2
Larghezza corsia di accelerazione	Largh.	3,75	m
Distanza dallo spartitraffico centrale	D _{spartitr}	0,75	m
Pendenza massima raggiunta		< 2%	%
Vi è una salita con pendenza >= 3% più lunga di 500 m?		NO	
Vi è una salita con pendenza < 3% più lunga di 1000 m?		NO	
Tipo di terreno: pianeggiante, collinare o montuoso		pianeggiante	
Frequenza svincoli		0	
Distanza media svincoli 5 km a valle e 5 km a monte		#DIV/0!	km
Capacità freeway a valle dell'immissione	Extraurbana	C _{FO}	4800 Veq/h/corsia
Flusso totale a valle dell'immissione		Q _{FO}	381 Veq/h
FREEWAY DATI DI TRAFFICO			
Flusso orario di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _F	379	veicoli/ora
Flusso orario veicoli leggeri di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _{F LEG}	297	veic legg/ora
Flusso orario veicoli pesanti di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _{F TRUCK}	82	veic pes/ora
Percentuale veicoli pesanti	P _T	22%	
Free Flow Speed Freeway a monte dell'immissione	FFS	113	Km/h
FREEWAY TASSO DI FLUSSO SULLE PRIME DUE CORSIE			
Tasso di flusso orario	q _F	420	Veq/h
Tasso di flusso orario a monte per corsia	q _F	210	Veq/h
Tasso di flusso orario sulle prime due corsie	q ₁₂	420	Veq/h
Tasso di flusso orario dopo l'area di immissione	q _{FO}	423	Veq/h
VELOCITA' MEDIA ORARIA			
Velocità media oraria	S	113	Km/h
CALCOLO LIVELLO DI SERVIZIO FREEWAY A MONTE			
Capacità Basic Freeway Segment per corsia	C _F	2400	Veq/h/corsia
Capacità Basic Freeway Segment totale	C _F	4800	Veq/h
Condizione c _F > q _F		OK	
Densità	D	2	Veq/km/corsia
LOS freeway a monte	LOS	A	
CORSIA DI IMMISSIONE - ON RAMP			
CORSIA DI IMMISSIONE DATI GEOMETRICI e CAPACITA'			
Numero corsie	N	1	
Larghezza corsia di accelerazione	Largh.	3,75	m
Lunghezza linea discontinua (dopo i 30 m di linea continua)	L _A	150	m
ON RAMP STIMA/RILIEVO FREE FLOW SPEED			
Free Flow Speed dopo i 30 m di linea continua	FFS _R	55	Km/h
ON RAMP DATI DI TRAFFICO			
Flusso orario	Q _R	2	veicoli/ora
Flusso orario veicoli leggeri	Q _{R LEG}	1	veic legg/ora
Flusso orario veicoli pesanti	Q _{R TRUCK}	1	veic pes/ora
Percentuale veicoli pesanti	P _T	50%	
ON RAMP TASSO DI FLUSSO			
Tasso di flusso orario in rampa	q _R	2	Veq/h
AREA DI IMMISSIONE TASSO DI FLUSSO			
Tasso di flusso orario in ingresso nell'area di immissione	q _{R12}	423	Veq/h
Capacità area di influenza	C _{R12}	4600	Veq/h
AREA DI INFLUENZA			
condizione 1: c _{FO} > q _{FO}		OK	
condizione 2: q _{R12} < c _{R12}		OK	
Densità area di influenza	D _R	3,512	Veq/km*c
LOS Area di influenza	LOS	A	
LOS freeway a monte	LOS	A	
LOS Area di influenza considerando il LOS del tratto a monte	LOS	A	

La lunghezza minima è data dal cinematismo.

HCM 2000 CALCOLO LEVEL OF SERVICE FREEWAY MERGE INFLUENCE AREA			
Oggetto	Svincolo Pescia Romana		
INFORMAZIONI GENERALI			
AUTOSTRADA	A12 Tirrenica		
DIREZIONE	Sud		
NOTE	Scenario di progetto anno 2016 Ora di Punta Ferie Invernale		
CONDIZIONI DI RIFERIMENTO			
Meteo	Tempo buono	Visibilità	Buona
			Luce Diurna
FREEWAY IMMEDIATAMENTE A MONTE			
FREEWAY DATI GEOMETRICI e CAPACITA'			
Freeway urbana o extraurbana			Extraurbana
Numero corsie	N		2
Larghezza corsia di accelerazione	Largh.	3,75	m
Distanza dallo spartitraffico centrale	D _{spartitr}	0,75	m
Pendenza massima raggiunta		< 2%	%
Vi è una salita con pendenza >= 3% più lunga di 500 m?		NO	
Vi è una salita con pendenza < 3% più lunga di 1000 m?		NO	
Tipo di terreno: pianeggiante, collinare o montuoso		pianeggiante	
Frequenza svincoli		0	
Distanza media svincoli 5 km a valle e 5 km a monte		#DIV/0!	km
Capacità freeway a valle dell'immissione	Extraurbana	C _{FO}	4800
Flusso totale a valle dell'immissione		Q _{FO}	610
FREEWAY DATI DI TRAFFICO			
Flusso orario di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _F	365	veicoli/ora
Flusso orario veicoli leggeri di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _{F LEG}	270	veic legg/ora
Flusso orario veicoli pesanti di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _{F TRUCK}	95	veic pes/ora
Percentuale veicoli pesanti	P _T	26%	
Free Flow Speed Freeway a monte dell'immissione	FFS	113	Km/h
FREEWAY TASSO DI FLUSSO SULLE PRIME DUE CORSIE			
Tasso di flusso orario	q _F	413	Veq/h
Tasso di flusso orario a monte per corsia	q _F	206	Veq/h
Tasso di flusso orario sulle prime due corsie	q ₁₂	413	Veq/h
Tasso di flusso orario dopo l'area di immissione	q _{FO}	678	Veq/h
VELOCITA' MEDIA ORARIA			
Velocità media oraria	S	113	Km/h
CALCOLO LIVELLO DI SERVIZIO FREEWAY A MONTE			
Capacità Basic Freeway Segment per corsia	C _F	2400	Veq/h/corsia
Capacità Basic Freeway Segment totale	C _F	4800	Veq/h
Condizione c _F > q _F		OK	
Densità	D	2	Veq/km/corsia
LOS freeway a monte	LOS	A	
CORSIA DI IMMISSIONE - ON RAMP			
CORSIA DI IMMISSIONE DATI GEOMETRICI e CAPACITA'			
Numero corsie	N	1	
Larghezza corsia di accelerazione	Largh.	3,75	m
Lunghezza linea discontinua (dopo i 30 m di linea continua)	L _A	150	m
ON RAMP STIMA/RILIEVO FREE FLOW SPEED			
Free Flow Speed dopo i 30 m di linea continua	FFS _R	55	Km/h
ON RAMP DATI DI TRAFFICO			
Flusso orario	Q _R	245	veicoli/ora
Flusso orario veicoli leggeri	Q _{R LEG}	205	veic legg/ora
Flusso orario veicoli pesanti	Q _{R TRUCK}	40	veic pes/ora
Percentuale veicoli pesanti	P _T	16%	
ON RAMP TASSO DI FLUSSO			
Tasso di flusso orario in rampa	q _R		Veq/h
AREA DI IMMISSIONE TASSO DI FLUSSO			
Tasso di flusso orario in ingresso nell'area di immissione		678	Veq/h
Capacità area di influenza	C _{R12}	4600	Veq/h
LOS AREA DI INFLUENZA			
condizione 1: c _{FO} > c		OK	
condizione 2: q _{R12} < c _{R12}		OK	
Densità area di influenza	D _R	4,673	Veq/km*c
LOS Area di influenza	LOS	A	
LOS freeway a monte	LOS	A	
LOS Area di influenza considerando il LOS del tratto a monte	LOS	A	



La lunghezza minima è data dal cinematismo.

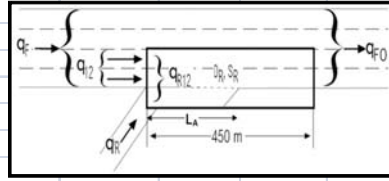
HCM 2000 CALCOLO LEVEL OF SERVICE FREEWAY MERGE INFLUENCE AREA			
Oggetto	Svincolo Centrale ENEL		
INFORMAZIONI GENERALI			
AUTOSTRADA	A12 Tirrenica		
DIREZIONE	Nord		
NOTE	Scenario di progetto anno 2016 Ora di Punta Feriale Invernale		
CONDIZIONI DI RIFERIMENTO			
Meteo	Tempo buono	Visibilità Buona	Luce Diurna
FREEWAY IMMEDIATAMENTE A MONTE			
FREEWAY DATI GEOMETRICI e CAPACITA'			
Freeway urbana o extraurbana		Extraurbana	
Numero corsie	N	2	
Larghezza corsia di accelerazione	Largh.	3,75	m
Distanza dallo spartitraffico centrale	D _{spartitr}	0,75	m
Pendenza massima raggiunta		< 2%	%
Vi è una salita con pendenza >= 3% più lunga di 500 m?		NO	
Vi è una salita con pendenza < 3% più lunga di 1000 m?		NO	
Tipo di terreno: pianeggiante, collinare o montuoso		pianeggiante	
Frequenza svincoli		0	
Distanza media svincoli 5 km a valle e 5 km a monte		#DIV/0!	km
Capacità freeway a valle dell'immissione	Extraurbana	C _{FO}	4800
Flusso totale a valle dell'immissione		Q _{FO}	621
FREEWAY DATI DI TRAFFICO			
Flusso orario di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _F	426	veicoli/ora
Flusso orario veicoli leggeri di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _{F LEG}	329	veic legg/ora
Flusso orario veicoli pesanti di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _{F TRUCK}	97	veic pes/ora
Percentuale veicoli pesanti	P _T	23%	
Free Flow Speed Freeway a monte dell'immissione	FFS	113	Km/h
FREEWAY TASSO DI FLUSSO SULLE PRIME DUE CORSIE			
Tasso di flusso orario	q _F	475	Veq/h
Tasso di flusso orario a monte per corsia	q _F	237	Veq/h
Tasso di flusso orario sulle prime due corsie	q ₁₂	475	Veq/h
Tasso di flusso orario dopo l'area di immissione	q _{FO}	682	Veq/h
VELOCITA' MEDIA ORARIA			
Velocità media oraria	S	113	Km/h
CALCOLO LIVELLO DI SERVIZIO FREEWAY A MONTE			
Capacità Basic Freeway Segment per corsia	C _F	2400	Veq/h/corsia
Capacità Basic Freeway Segment totale	C _F	4800	Veq/h
Condizione c _F > q _F		OK	
Densità	D	2	Veq/km/corsia
LOS freeway a monte	LOS	A	
CORSIA DI IMMISSIONE - ON RAMP			
CORSIA DI IMMISSIONE DATI GEOMETRICI e CAPACITA'			
Numero corsie	N	1	
Larghezza corsia di accelerazione	Largh.	3,75	m
Lunghezza linea discontinua (dopo i 30 m di linea continua)	L _A	150	m
ON RAMP STIMA/RILIEVO FREE FLOW SPEED			
Free Flow Speed dopo i 30 m di linea continua	FFS _R	55	Km/h
ON RAMP DATI DI TRAFFICO			
Flusso orario	Q _R	195	veicoli/ora
Flusso orario veicoli leggeri	Q _{R LEG}	171	veic legg/ora
Flusso orario veicoli pesanti	Q _{R TRUCK}	24	veic pes/ora
Percentuale veicoli pesanti	P _T	12%	
ON RAMP TASSO DI FLUSSO			
Tasso di flusso orario in rampa	q _R		Veq/h
AREA DI IMMISSIONE TASSO DI FLUSSO			
Tasso di flusso orario in ingresso nell'area di immissione	q _{R12}	682	Veq/h
Capacità area di influenza	C _{R12}	4600	Veq/h
LOS AREA DI INFLUENZA			
condizione 1: c _{FO} > q _{FO}		OK	
condizione 2: q _{R12} < C _{R12}		OK	
Densità area di influenza	D _R	4,707	Veq/km*c
LOS Area di influenza	LOS	A	
LOS freeway a monte	LOS	A	
LOS Area di influenza considerando il LOS del tratto a monte	LOS	A	

La lunghezza minima è data dal cinematismo.

HCM 2000 CALCOLO LEVEL OF SERVICE FREEWAY MERGE INFLUENCE AREA			
Oggetto	Svincolo Centrale ENEL		
INFORMAZIONI GENERALI			
AUTOSTRADA	A12 Tirrenica		
DIREZIONE	Sud		
NOTE	Scenario di progetto anno 2016 Ora di Punta Feriale Invernale		
CONDIZIONI DI RIFERIMENTO			
Meteo	Tempo buono	Visibilità Buona	Luce Diurna
FREEWAY IMMEDIATAMENTE A MONTE			
FREEWAY DATI GEOMETRICI e CAPACITA'			
Freeway urbana o extraurbana		Extraurbana	
Numero corsie	N	2	
Larghezza corsia di accelerazione	Largh.	3,75	m
Distanza dallo spartitraffico centrale	D _{spartitr}	0,75	m
Pendenza massima raggiunta		< 2%	%
Vi è una salita con pendenza >= 3% più lunga di 500 m?		NO	
Vi è una salita con pendenza < 3% più lunga di 1000 m?		NO	
Tipo di terreno: pianeggiante, collinare o montuoso		pianeggiante	
Frequenza svincoli		0	
Distanza media svincoli 5 km a valle e 5 km a monte		#DIV/0!	km
Capacità freeway a valle dell'immissione	Extraurbana	C _{FO}	4800
Flusso totale a valle dell'immissione		Q _{FO}	430
FREEWAY DATI DI TRAFFICO			
Flusso orario di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _F	413	veicoli/ora
Flusso orario veicoli leggeri di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _{F LEG}	304	veic legg/ora
Flusso orario veicoli pesanti di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _{F TRUCK}	109	veic pes/ora
Percentuale veicoli pesanti	P _T	26%	
Free Flow Speed Freeway a monte dell'immissione	FFS	113	Km/h
FREEWAY TASSO DI FLUSSO SULLE PRIME DUE CORSIE			
Tasso di flusso orario	q _F	468	Veq/h
Tasso di flusso orario a monte per corsia	q _F	234	Veq/h
Tasso di flusso orario sulle prime due corsie	q ₁₂	468	Veq/h
Tasso di flusso orario dopo l'area di immissione	q _{FO}	485	Veq/h
VELOCITA' MEDIA ORARIA			
Velocità media oraria	S	113	Km/h
CALCOLO LIVELLO DI SERVIZIO FREEWAY A MONTE			
Capacità Basic Freeway Segment per corsia	C _F	2400	Veq/h/corsia
Capacità Basic Freeway Segment totale	C _F	4800	Veq/h
Condizione c _F > q _F		OK	
Densità	D	2	Veq/km/corsia
LOS freeway a monte	LOS	A	
CORSIA DI IMMISSIONE - ON RAMP			
CORSIA DI IMMISSIONE DATI GEOMETRICI e CAPACITA'			
Numero corsie	N	1	
Larghezza corsia di accelerazione	Largh.	3,75	m
Lunghezza linea discontinua (dopo i 30 m di linea continua)	L _A	150	m
ON RAMP STIMA/RILIEVO FREE FLOW SPEED			
Free Flow Speed dopo i 30 m di linea continua	FFS _R	55	Km/h
ON RAMP DATI DI TRAFFICO			
Flusso orario	Q _R	17	veicoli/ora
Flusso orario veicoli leggeri	Q _{R LEG}	16	veic legg/ora
Flusso orario veicoli pesanti	Q _{R TRUCK}	1	veic pes/ora
Percentuale veicoli pesanti	P _T	6%	
ON RAMP TASSO DI FLUSSO			
Tasso di flusso orario in rampa	q _R		Veq/h
AREA DI IMMISSIONE TASSO DI FLUSSO			
Tasso di flusso orario in ingresso nell'area di immissione	q _{R12}	485	Veq/h
Capacità area di influenza	C _{R12}	4600	Veq/h
LOS AREA DI INFLUENZA			
condizione 1: c _{FO} > q _{FO}		OK	
condizione 2: q _{R12} < C _{R12}		OK	
Densità area di influenza	D _R	3,809	Veq/km*c
LOS Area di influenza	LOS	A	
LOS freeway a monte	LOS	A	
LOS Area di influenza considerando il LOS del tratto a monte	LOS	A	

La lunghezza minima è data dal cinematismo.

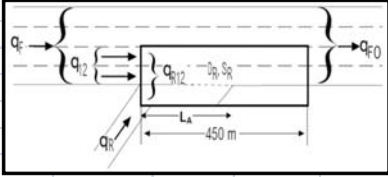
HCM 2000 CALCOLO LEVEL OF SERVICE FREEWAY MERGE INFLUENCE AREA			
Oggetto	Svincolo Montalto di Castro		
INFORMAZIONI GENERALI			
AUTOSTRADA	A12 Tirrenica		
DIREZIONE	Nord		
NOTE	Scenario di progetto anno 2016 Ora di Punta Ferie Invernale		
CONDIZIONI DI RIFERIMENTO			
Meteo	Tempo buono	Visibilità	Buona
			Luce Diurna
FREEWAY IMMEDIATAMENTE A MONTE			
FREEWAY DATI GEOMETRICI e CAPACITA'			
Freeway urbana o extraurbana			Extraurbana
Numero corsie	N		2
Larghezza corsia di accelerazione	Largh.	3,75	m
Distanza dallo spartitraffico centrale	D _{spartitr}	0,75	m
Pendenza massima raggiunta		< 2%	%
Vi è una salita con pendenza >= 3% più lunga di 500 m?		NO	
Vi è una salita con pendenza < 3% più lunga di 1000 m?		NO	
Tipo di terreno: pianeggiante, collinare o montuoso		pianeggiante	
Frequenza svincoli		0,1	
Distanza media svincoli 5 km a valle e 5 km a monte		10,0	km
Capacità freeway a valle dell'immissione	Extraurbana	C _{FO}	4800
Flusso totale a valle dell'immissione		Q _{FO}	440
FREEWAY DATI DI TRAFFICO			
Flusso orario di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _F	426	veicoli/ora
Flusso orario veicoli leggeri di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _{F LEG}	334	veic legg/ora
Flusso orario veicoli pesanti di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _{F TRUCK}	92	veic pes/ora
Percentuale veicoli pesanti	P _T	22%	
Free Flow Speed Freeway a monte dell'immissione	FFS	113	Km/h
FREEWAY TASSO DI FLUSSO SULLE PRIME DUE CORSIE			
Tasso di flusso orario	q _F	472	Veq/h
Tasso di flusso orario a monte per corsia	q _F	236	Veq/h
Tasso di flusso orario sulle prime due corsie	q ₁₂	472	Veq/h
Tasso di flusso orario dopo l'area di immissione	q _{FO}	489	Veq/h
VELOCITA' MEDIA ORARIA			
Velocità media oraria	S	113	Km/h
CALCOLO LIVELLO DI SERVIZIO FREEWAY A MONTE			
Capacità Basic Freeway Segment per corsia	C _F	2400	Veq/h/corsia
Capacità Basic Freeway Segment totale	C _F	4800	Veq/h
Condizione c _F > q _F		OK	
Densità	D	2	Veq/km/corsia
LOS freeway a monte	LOS	A	
CORSIA DI IMMISSIONE - ON RAMP			
CORSIA DI IMMISSIONE DATI GEOMETRICI e CAPACITA'			
Numero corsie	N	1	
Larghezza corsia di accelerazione	Largh.	3,75	m
Lunghezza linea discontinua (dopo i 30 m di linea continua)	L _A	150	m
ON RAMP STIMA/RILIEVO FREE FLOW SPEED			
Free Flow Speed dopo i 30 m di linea continua	FFS _R	55	Km/h
ON RAMP DATI DI TRAFFICO			
Flusso orario	Q _R	14	veicoli/ora
Flusso orario veicoli leggeri	Q _{R LEG}	9	veic legg/ora
Flusso orario veicoli pesanti	Q _{R TRUCK}	5	veic pes/ora
Percentuale veicoli pesanti	P _T	36%	
ON RAMP TASSO DI FLUSSO			
Tasso di flusso orario in rampa	q _R		Veq/h
AREA DI IMMISSIONE TASSO DI FLUSSO			
Tasso di flusso orario in ingresso nell'area di immissione		489	Veq/h
Capacità area di influenza	C _{R12}	4600	Veq/h
LOS AREA DI INFLUENZA			
condizione 1: c _{FO} > Q _{FO}		OK	
condizione 2: q _{R12} < C _{R12}		OK	
Densità area di influenza	D _R	3,826	Veq/km*c
LOS Area di influenza	LOS	A	
LOS freeway a monte	LOS	A	
LOS Area di influenza considerando il LOS del tratto a monte	LOS	A	



La lunghezza minima è data dal cinematismo.

HCM 2000 CALCOLO LEVEL OF SERVICE FREEWAY MERGE INFLUENCE AREA			
Oggetto	Svincolo Montalto di Castro		
INFORMAZIONI GENERALI			
AUTOSTRADA	A12 Tirrenica		
DIREZIONE	Sud		
NOTE	Scenario di progetto anno 2016 Ora di Punta Feriale Invernale		
CONDIZIONI DI RIFERIMENTO			
Meteo	Tempo buono	Visibilità	Buona
			Luce Diurna
FREEWAY IMMEDIATAMENTE A MONTE			
FREEWAY DATI GEOMETRICI e CAPACITA'			
Freeway urbana o extraurbana			Extraurbana
Numero corsie	N		2
Larghezza corsia di accelerazione	Largh.	3,75	m
Distanza dallo spartitraffico centrale	D _{spartitr}	0,75	m
Pendenza massima raggiunta		< 2%	%
Vi è una salita con pendenza >= 3% più lunga di 500 m?		NO	
Vi è una salita con pendenza < 3% più lunga di 1000 m?		NO	
Tipo di terreno: pianeggiante, collinare o montuoso		pianeggiante	
Frequenza svincoli		0,1	
Distanza media svincoli 5 km a valle e 5 km a monte		10,0	km
Capacità freeway a valle dell'immissione	Extraurbana	C _{FO}	4800
Flusso totale a valle dell'immissione		Q _{FO}	577
FREEWAY DATI DI TRAFFICO			
Flusso orario di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _F	417	veicoli/ora
Flusso orario veicoli leggeri di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _{F LEG}	311	veic legg/ora
Flusso orario veicoli pesanti di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _{F TRUCK}	106	veic pes/ora
Percentuale veicoli pesanti	P _T	25%	
Free Flow Speed Freeway a monte dell'immissione	FFS	113	Km/h
FREEWAY TASSO DI FLUSSO SULLE PRIME DUE CORSIE			
Tasso di flusso orario	q _F	470	Veq/h
Tasso di flusso orario a monte per corsia	q _F	235	Veq/h
Tasso di flusso orario sulle prime due corsie	q ₁₂	470	Veq/h
Tasso di flusso orario dopo l'area di immissione	q _{FO}	638	Veq/h
VELOCITA' MEDIA ORARIA			
Velocità media oraria	S	113	Km/h
CALCOLO LIVELLO DI SERVIZIO FREEWAY A MONTE			
Capacità Basic Freeway Segment per corsia	C _F	2400	Veq/h/corsia
Capacità Basic Freeway Segment totale	C _F	4800	Veq/h
Condizione c _F > q _F		OK	
Densità	D	2	Veq/km/corsia
LOS freeway a monte	LOS	A	
CORSIA DI IMMISSIONE - ON RAMP			
CORSIA DI IMMISSIONE DATI GEOMETRICI e CAPACITA'			
Numero corsie	N	1	
Larghezza corsia di accelerazione	Largh.	3,75	m
Lunghezza linea discontinua (dopo i 30 m di linea continua)	L _A	150	m
ON RAMP STIMA/RILIEVO FREE FLOW SPEED			
Free Flow Speed dopo i 30 m di linea continua	FFS _R	55	Km/h
ON RAMP DATI DI TRAFFICO			
Flusso orario	Q _R	160	veicoli/ora
Flusso orario veicoli leggeri	Q _{R LEG}	144	veic legg/ora
Flusso orario veicoli pesanti	Q _{R TRUCK}	16	veic pes/ora
Percentuale veicoli pesanti	P _T	10%	
ON RAMP TASSO DI FLUSSO			
Tasso di flusso orario in rampa	q _R		Veq/h
AREA DI IMMISSIONE TASSO DI FLUSSO			
Tasso di flusso orario in ingresso nell'area di immissione		638	Veq/h
Capacità area di influenza	C _{R12}	4600	Veq/h
LOS AREA DI INFLUENZA			
condizione 1: c _{FO} > q _{FO}		OK	
condizione 2: q _{R12} < C _{R12}		OK	
Densità area di influenza	D _R	4,507	Veq/km*c
LOS Area di influenza	LOS	A	
LOS freeway a monte	LOS	A	
LOS Area di influenza considerando il LOS del tratto a monte	LOS	A	

La lunghezza minima è data dal cinematismo.

HCM 2000 CALCOLO LEVEL OF SERVICE FREEWAY MERGE INFLUENCE AREA			
Oggetto	Svincolo Riva dei Tarquini		
INFORMAZIONI GENERALI			
AUTOSTRADA	A12 Tirrenica		
DIREZIONE	Nord		
NOTE	Scenario di progetto anno 2016 Ora di Punta Feriale Invernale		
			
CONDIZIONI DI RIFERIMENTO			
Meteo	Tempo buono	Visibilità	Buona
			Luce Diurna
FREEWAY IMMEDIATAMENTE A MONTE			
FREEWAY DATI GEOMETRICI e CAPACITA'			
Freeway urbana o extraurbana			Extraurbana
Numero corsie	N		2
Larghezza corsia di accelerazione	Largh.	3,75	m
Distanza dallo spartitraffico centrale	D _{spartitr}	0,75	m
Pendenza massima raggiunta		< 2%	%
Vi è una salita con pendenza >= 3% più lunga di 500 m?		NO	
Vi è una salita con pendenza < 3% più lunga di 1000 m?		NO	
Tipo di terreno: pianeggiante, collinare o montuoso		pianeggiante	
Frequenza svincoli		0,1	
Distanza media svincoli 5 km a valle e 5 km a monte		10,0	km
Capacità freeway a valle dell'immissione	Extraurbana	C _{FO}	4800
Flusso totale a valle dell'immissione		Q _{FO}	582
FREEWAY DATI DI TRAFFICO			
Flusso orario di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _F	570	veicoli/ora
Flusso orario veicoli leggeri di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _{F LEG}	464	veic legg/ora
Flusso orario veicoli pesanti di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _{F TRUCK}	106	veic pes/ora
Percentuale veicoli pesanti	P _T	19%	
Free Flow Speed Freeway a monte dell'immissione	FFS	113	Km/h
FREEWAY TASSO DI FLUSSO SULLE PRIME DUE CORSIE			
Tasso di flusso orario	q _F	623	Veq/h
Tasso di flusso orario a monte per corsia	q _F	312	Veq/h
Tasso di flusso orario sulle prime due corsie	q ₁₂	623	Veq/h
Tasso di flusso orario dopo l'area di immissione	q _{FO}	636	Veq/h
VELOCITA' MEDIA ORARIA			
Velocità media oraria	S	113	Km/h
CALCOLO LIVELLO DI SERVIZIO FREEWAY A MONTE			
Capacità Basic Freeway Segment per corsia	C _F	2400	Veq/h/corsia
Capacità Basic Freeway Segment totale	C _F	4800	Veq/h
Condizione c _F > q _F		OK	
Densità	D	3	Veq/km/corsia
LOS freeway a monte	LOS	A	
CORSIA DI IMMISSIONE - ON RAMP			
CORSIA DI IMMISSIONE DATI GEOMETRICI e CAPACITA'			
Numero corsie	N	1	
Larghezza corsia di accelerazione	Largh.	3,75	m
Lunghezza linea discontinua (dopo i 30 m di linea continua)	L _A	150	m
ON RAMP STIMA/RILIEVO FREE FLOW SPEED			
Free Flow Speed dopo i 30 m di linea continua	FFS _R	55	Km/h
ON RAMP DATI DI TRAFFICO			
Flusso orario	Q _R	12	veicoli/ora
Flusso orario veicoli leggeri	Q _{R LEG}	11	veic legg/ora
Flusso orario veicoli pesanti	Q _{R TRUCK}	1	veic pes/ora
Percentuale veicoli pesanti	P _T	8%	
ON RAMP TASSO DI FLUSSO			
Tasso di flusso orario in rampa	q _R		Veq/h
AREA DI IMMISSIONE TASSO DI FLUSSO			
Tasso di flusso orario in ingresso nell'area di immissione		636	Veq/h
Capacità area di influenza	C _{R12}	4600	Veq/h
LOS AREA DI INFLUENZA			
condizione 1: c _{FO} > q _{FO}		OK	
condizione 2: q _{R12} < C _{R12}		OK	
Densità area di influenza	D _R	4,532	Veq/km*c
LOS Area di influenza	LOS	A	
LOS freeway a monte	LOS	A	
LOS Area di influenza considerando il LOS del tratto a monte	LOS	A	

La lunghezza minima è data dal cinematismo.

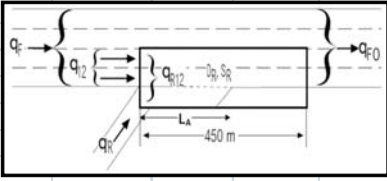
HCM 2000 CALCOLO LEVEL OF SERVICE FREEWAY MERGE INFLUENCE AREA			
Oggetto	Svincolo Riva dei Tarquini		
INFORMAZIONI GENERALI			
AUTOSTRADA	A12 Tirrenica		
DIREZIONE	Sud		
NOTE	Scenario di progetto anno 2016 Ora di Punta Feriale Invernale		
CONDIZIONI DI RIFERIMENTO			
Meteo	Tempo buono	Visibilità	Buona
			Luce Diurna
FREEWAY IMMEDIATAMENTE A MONTE			
FREEWAY DATI GEOMETRICI e CAPACITA'			
Freeway urbana o extraurbana			Extraurbana
Numero corsie	N		2
Larghezza corsia di accelerazione	Largh.	3,75	m
Distanza dallo spartitraffico centrale	D _{spartitr}	0,75	m
Pendenza massima raggiunta		< 2%	%
Vi è una salita con pendenza >= 3% più lunga di 500 m?		NO	
Vi è una salita con pendenza < 3% più lunga di 1000 m?		NO	
Tipo di terreno: pianeggiante, collinare o montuoso		pianeggiante	
Frequenza svincoli		0,1	
Distanza media svincoli 5 km a valle e 5 km a monte		10,0	km
Capacità freeway a valle dell'immissione	Extraurbana	C _{FO}	4800
Flusso totale a valle dell'immissione		Q _{FO}	552
FREEWAY DATI DI TRAFFICO			
Flusso orario di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _F	541	veicoli/ora
Flusso orario veicoli leggeri di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _{F LEG}	424	veic legg/ora
Flusso orario veicoli pesanti di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _{F TRUCK}	117	veic pes/ora
Percentuale veicoli pesanti	P _T	22%	
Free Flow Speed Freeway a monte dell'immissione	FFS	113	Km/h
FREEWAY TASSO DI FLUSSO SULLE PRIME DUE CORSIE			
Tasso di flusso orario	q _F	600	Veq/h
Tasso di flusso orario a monte per corsia	q _F	300	Veq/h
Tasso di flusso orario sulle prime due corsie	q ₁₂	600	Veq/h
Tasso di flusso orario dopo l'area di immissione	q _{FO}	612	Veq/h
VELOCITA' MEDIA ORARIA			
Velocità media oraria	S	113	Km/h
CALCOLO LIVELLO DI SERVIZIO FREEWAY A MONTE			
Capacità Basic Freeway Segment per corsia	C _F	2400	Veq/h/corsia
Capacità Basic Freeway Segment totale	C _F	4800	Veq/h
Condizione c _F > q _F		OK	
Densità	D	3	Veq/km/corsia
LOS freeway a monte	LOS	A	
CORSIA DI IMMISSIONE - ON RAMP			
CORSIA DI IMMISSIONE DATI GEOMETRICI e CAPACITA'			
Numero corsie	N	1	
Larghezza corsia di accelerazione	Largh.	3,75	m
Lunghezza linea discontinua (dopo i 30 m di linea continua)	L _A	150	m
ON RAMP STIMA/RILIEVO FREE FLOW SPEED			
Free Flow Speed dopo i 30 m di linea continua	FFS _R	55	Km/h
ON RAMP DATI DI TRAFFICO			
Flusso orario	Q _R	11	veicoli/ora
Flusso orario veicoli leggeri	Q _{R LEG}	8	veic legg/ora
Flusso orario veicoli pesanti	Q _{R TRUCK}	3	veic pes/ora
Percentuale veicoli pesanti	P _T	27%	
ON RAMP TASSO DI FLUSSO			
Tasso di flusso orario in rampa	q _R		Veq/h
AREA DI IMMISSIONE TASSO DI FLUSSO			
Tasso di flusso orario in ingresso nell'area di immissione	q _{R12}	612	Veq/h
Capacità area di influenza	C _{R12}	4600	Veq/h
LOS AREA DI INFLUENZA			
condizione 1: c _{FO} > q _{FO}		OK	
condizione 2: q _{R12} < C _{R12}		OK	
Densità area di influenza	D _R	4,420	Veq/km*c
LOS Area di influenza	LOS	A	
LOS freeway a monte	LOS	A	
LOS Area di influenza considerando il LOS del tratto a monte	LOS	A	

La lunghezza minima è data dal cinematismo.

Scenario 2016 Sabato Estivo

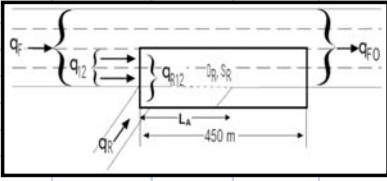
HCM 2000 CALCOLO LEVEL OF SERVICE FREEWAY MERGE INFLUENCE AREA			
Oggetto	Svincolo Pescia Romana		
INFORMAZIONI GENERALI			
AUTOSTRADA	A12 Tirrenica		
DIREZIONE	Nord		
NOTE	Scenario di progetto anno 2016 Ora di Punta Sabato Estivo		
CONDIZIONI DI RIFERIMENTO			
Meteo	Tempo buono	Visibilità	Buona
		Luce	Diurna
FREEWAY IMMEDIATAMENTE A MONTE			
FREEWAY DATI GEOMETRICI e CAPACITA'			
Freeway urbana o extraurbana			Extraurbana
Numero corsie	N		2
Larghezza corsia di accelerazione	Largh.	3,75	m
Distanza dallo spartitraffico centrale	D _{spartitr}	0,75	m
Pendenza massima raggiunta		< 2%	%
Vi è una salita con pendenza >= 3% più lunga di 500 m?		NO	
Vi è una salita con pendenza < 3% più lunga di 1000 m?		NO	
Tipo di terreno: pianeggiante, collinare o montuoso		pianeggiante	
Frequenza svincoli		0	
Distanza media svincoli 5 km a valle e 5 km a monte		#DIV/0!	km
Capacità freeway a valle dell'immissione	Extraurbana	C _{FO}	4800
			Veq/h/corsia
Flusso totale a valle dell'immissione		Q _{FO}	1590
			Veq/h
FREEWAY DATI DI TRAFFICO			
Flusso orario di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _F	1582	veicoli/ora
Flusso orario veicoli leggeri di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _{F LEG}	1461	veic legg/ora
Flusso orario veicoli pesanti di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _{F TRUCK}	121	veic pes/ora
Percentuale veicoli pesanti	P _T	8%	
Free Flow Speed Freeway a monte dell'immissione	FFS	113	Km/h
FREEWAY TASSO DI FLUSSO SULLE PRIME DUE CORSIE			
Tasso di flusso orario	q _F	1643	Veq/h
Tasso di flusso orario a monte per corsia	q _F	821	Veq/h
Tasso di flusso orario sulle prime due corsie	q ₁₂	1643	Veq/h
Tasso di flusso orario dopo l'area di immissione	q _{FO}	1652	Veq/h
VELOCITA' MEDIA ORARIA			
Velocità media oraria	S	113	Km/h
CALCOLO LIVELLO DI SERVIZIO FREEWAY A MONTE			
Capacità Basic Freeway Segment per corsia	C _F	2400	Veq/h/corsia
Capacità Basic Freeway Segment totale	C _F	4800	Veq/h
Condizione C _F > q _F		OK	
Densità	D	7	Veq/km/corsia
LOS freeway a monte	LOS	B	
CORSIA DI IMMISSIONE - ON RAMP			
CORSIA DI IMMISSIONE DATI GEOMETRICI e CAPACITA'			
Numero corsie	N	1	
Larghezza corsia di accelerazione	Largh.	3,75	m
Lunghezza linea discontinua (dopo i 30 m di linea continua)	L _A	150	m
ON RAMP STIMA/RILIEVO FREE FLOW SPEED			
Free Flow Speed dopo i 30 m di linea continua	FFS _R	55	Km/h
ON RAMP DATI DI TRAFFICO			
Flusso orario	Q _R	8	veicoli/ora
Flusso orario veicoli leggeri	Q _{R LEG}	6	veic legg/ora
Flusso orario veicoli pesanti	Q _{R TRUCK}	2	veic pes/ora
Percentuale veicoli pesanti	P _T	25%	
ON RAMP TASSO DI FLUSSO			
Tasso di flusso orario in rampa	q _R	8	Veq/h
AREA DI IMMISSIONE TASSO DI FLUSSO			
Tasso di flusso orario in ingresso nell'area di immissione	q _{R12}	1652	Veq/h
Capacità area di influenza	C _{R12}	4600	Veq/h
LOS AREA DI INFLUENZA			
condizione 1: C _{FO} > Q _{FO}		OK	
condizione 2: q _{R12} < C _{R12}		OK	
Densità area di influenza	D _R	9,410	Veq/km*c
LOS Area di influenza	LOS	B	
LOS freeway a monte	LOS	B	
LOS Area di influenza considerando il LOS del tratto a monte	LOS	B	

La lunghezza minima è data dal cinematismo.

HCM 2000 CALCOLO LEVEL OF SERVICE FREEWAY MERGE INFLUENCE AREA			
Oggetto	Svincolo Pescia Romana		
INFORMAZIONI GENERALI			
AUTOSTRADA	A12 Tirrenica		
DIREZIONE	Sud		
NOTE	Scenario di progetto anno 2016 Ora di Punta Sabato Estivo		
			
CONDIZIONI DI RIFERIMENTO			
Meteo	Tempo buono	Visibilità	Buona
			Luce Diurna
FREEWAY IMMEDIATAMENTE A MONTE			
FREEWAY DATI GEOMETRICI e CAPACITA'			
Freeway urbana o extraurbana			Extraurbana
Numero corsie	N		2
Larghezza corsia di accelerazione	Largh.	3,75	m
Distanza dallo spartitraffico centrale	D _{spartitr}	0,75	m
Pendenza massima raggiunta		< 2%	%
Vi è una salita con pendenza >= 3% più lunga di 500 m?		NO	
Vi è una salita con pendenza < 3% più lunga di 1000 m?		NO	
Tipo di terreno: pianeggiante, collinare o montuoso		pianeggiante	
Frequenza svincoli		0	
Distanza media svincoli 5 km a valle e 5 km a monte		#DIV/0!	km
Capacità freeway a valle dell'immissione	Extraurbana	C _{FO}	4800
Flusso totale a valle dell'immissione		Q _{FO}	884
FREEWAY DATI DI TRAFFICO			
Flusso orario di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _F	617	veicoli/ora
Flusso orario veicoli leggeri di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _{F LEG}	532	veic legg/ora
Flusso orario veicoli pesanti di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _{F TRUCK}	85	veic pes/ora
Percentuale veicoli pesanti	P _T	14%	
Free Flow Speed Freeway a monte dell'immissione	FFS	113	Km/h
FREEWAY TASSO DI FLUSSO SULLE PRIME DUE CORSIE			
Tasso di flusso orario	q _F	660	Veq/h
Tasso di flusso orario a monte per corsia	q _F	330	Veq/h
Tasso di flusso orario sulle prime due corsie	q ₁₂	660	Veq/h
Tasso di flusso orario dopo l'area di immissione	q _{FO}	942	Veq/h
VELOCITA' MEDIA ORARIA			
Velocità media oraria	S	113	Km/h
CALCOLO LIVELLO DI SERVIZIO FREEWAY A MONTE			
Capacità Basic Freeway Segment per corsia	C _F	2400	Veq/h/corsia
Capacità Basic Freeway Segment totale	C _F	4800	Veq/h
Condizione c _F > q _F		OK	
Densità	D	3	Veq/km/corsia
LOS freeway a monte	LOS	A	
CORSIA DI IMMISSIONE - ON RAMP			
CORSIA DI IMMISSIONE DATI GEOMETRICI e CAPACITA'			
Numero corsie	N	1	
Larghezza corsia di accelerazione	Largh.	3,75	m
Lunghezza linea discontinua (dopo i 30 m di linea continua)	L _A	150	m
ON RAMP STIMA/RILIEVO FREE FLOW SPEED			
Free Flow Speed dopo i 30 m di linea continua	FFS _R	55	Km/h
ON RAMP DATI DI TRAFFICO			
Flusso orario	Q _R	267	veicoli/ora
Flusso orario veicoli leggeri	Q _{R LEG}	237	veic legg/ora
Flusso orario veicoli pesanti	Q _{R TRUCK}	30	veic pes/ora
Percentuale veicoli pesanti	P _T	11%	
ON RAMP TASSO DI FLUSSO			
Tasso di flusso orario in rampa	q _R		Veq/h
AREA DI IMMISSIONE TASSO DI FLUSSO			
Tasso di flusso orario in ingresso nell'area di immissione	q _{R12}	942	Veq/h
Capacità area di influenza	C _{R12}	4600	Veq/h
LOS AREA DI INFLUENZA			
condizione 1: c _{FO} > q _{FO}		OK	
condizione 2: q _{R12} < C _{R12}		OK	
Densità area di influenza	D _R	5,937	Veq/km*c
LOS Area di influenza	LOS	A	
LOS freeway a monte	LOS	A	
LOS Area di influenza considerando il LOS del tratto a monte	LOS	A	

La lunghezza minima è data dal cinematismo.

HCM 2000 CALCOLO LEVEL OF SERVICE FREEWAY MERGE INFLUENCE AREA			
Oggetto	Svincolo Centrale ENEL		
INFORMAZIONI GENERALI			
AUTOSTRADA	A12 Tirrenica		
DIREZIONE	Nord		
NOTE	Scenario di progetto anno 2016 Ora di Punta Sabato Estivo		
CONDIZIONI DI RIFERIMENTO			
Meteo	Tempo buono	Visibilità Buona	Luce Diurna
FREEWAY IMMEDIATAMENTE A MONTE			
FREEWAY DATI GEOMETRICI e CAPACITA'			
Freeway urbana o extraurbana		Extraurbana	
Numero corsie	N	2	
Larghezza corsia di accelerazione	Largh.	3,75	m
Distanza dallo spartitraffico centrale	D _{spartitr}	0,75	m
Pendenza massima raggiunta		< 2%	%
Vi è una salita con pendenza >= 3% più lunga di 500 m?		NO	
Vi è una salita con pendenza < 3% più lunga di 1000 m?		NO	
Tipo di terreno: pianeggiante, collinare o montuoso		pianeggiante	
Frequenza svincoli		0	
Distanza media svincoli 5 km a valle e 5 km a monte		#DIV/0!	km
Capacità freeway a valle dell'immissione	Extraurbana	C _{FO}	4800
Flusso totale a valle dell'immissione		Q _{FO}	1873
FREEWAY DATI DI TRAFFICO			
Flusso orario di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _F	1658	veicoli/ora
Flusso orario veicoli leggeri di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _{F LEG}	1516	veic legg/ora
Flusso orario veicoli pesanti di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _{F TRUCK}	142	veic pes/ora
Percentuale veicoli pesanti	P _T	9%	
Free Flow Speed Freeway a monte dell'immissione	FFS	113	Km/h
FREEWAY TASSO DI FLUSSO SULLE PRIME DUE CORSIE			
Tasso di flusso orario	q _F	1729	Veq/h
Tasso di flusso orario a monte per corsia	q _F	865	Veq/h
Tasso di flusso orario sulle prime due corsie	q ₁₂	1729	Veq/h
Tasso di flusso orario dopo l'area di immissione	q _{FO}	1962	Veq/h
VELOCITA' MEDIA ORARIA			
Velocità media oraria	S	113	Km/h
CALCOLO LIVELLO DI SERVIZIO FREEWAY A MONTE			
Capacità Basic Freeway Segment per corsia	C _F	2400	Veq/h/corsia
Capacità Basic Freeway Segment totale	C _F	4800	Veq/h
Condizione c _F > q _F		OK	
Densità	D	8	Veq/km/corsia
LOS freeway a monte	LOS	B	
CORSIA DI IMMISSIONE - ON RAMP			
CORSIA DI IMMISSIONE DATI GEOMETRICI e CAPACITA'			
Numero corsie	N	1	
Larghezza corsia di accelerazione	Largh.	3,75	m
Lunghezza linea discontinua (dopo i 30 m di linea continua)	L _A	60	m
ON RAMP STIMA/RILIEVO FREE FLOW SPEED			
Free Flow Speed dopo i 30 m di linea continua	FFS _R	55	Km/h
ON RAMP DATI DI TRAFFICO			
Flusso orario	Q _R	215	veicoli/ora
Flusso orario veicoli leggeri	Q _{R LEG}	180	veic legg/ora
Flusso orario veicoli pesanti	Q _{R TRUCK}	35	veic pes/ora
Percentuale veicoli pesanti	P _T	16%	
ON RAMP TASSO DI FLUSSO			
Tasso di flusso orario in rampa	q _R	233	Veq/h
AREA DI IMMISSIONE TASSO DI FLUSSO			
Tasso di flusso orario in ingresso nell'area di immissione	q _{R12}	1962	Veq/h
Capacità area di influenza	C _{R12}	4600	Veq/h
CALCOLO LOS AREA DI INFLUENZA			
condizione 1: c _{FO} > q _{FO}		OK	
condizione 2: q _{R12} < C _{R12}		OK	
Densità area di influenza	D _R	11,995	Veq/km*c
LOS Area di influenza	LOS	B	
LOS freeway a monte	LOS	B	
LOS Area di influenza considerando il LOS del tratto a monte	LOS	B	

HCM 2000 CALCOLO LEVEL OF SERVICE FREEWAY MERGE INFLUENCE AREA			
Oggetto	Svincolo Centrale ENEL		
INFORMAZIONI GENERALI			
AUTOSTRADA	A12 Tirrenica		
DIREZIONE	Sud		
NOTE	Scenario di progetto anno 2016 Ora di Punta Sabato Estivo		
			
CONDIZIONI DI RIFERIMENTO			
Meteo	Tempo buono	Visibilità	Buona
			Luce Diurna
FREEWAY IMMEDIATAMENTE A MONTE			
FREEWAY DATI GEOMETRICI e CAPACITA'			
Freeway urbana o extraurbana			Extraurbana
Numero corsie	N		2
Larghezza corsia di accelerazione	Largh.	3,75	m
Distanza dallo spartitraffico centrale	D _{spartitr}	0,75	m
Pendenza massima raggiunta		< 2%	%
Vi è una salita con pendenza >= 3% più lunga di 500 m?		NO	
Vi è una salita con pendenza < 3% più lunga di 1000 m?		NO	
Tipo di terreno: pianeggiante, collinare o montuoso		pianeggiante	
Frequenza svincoli		0	
Distanza media svincoli 5 km a valle e 5 km a monte		#DIV/0!	km
Capacità freeway a valle dell'immissione	Extraurbana	C _{FO}	4800
Flusso totale a valle dell'immissione		Q _{FO}	645
FREEWAY DATI DI TRAFFICO			
Flusso orario di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _F	639	veicoli/ora
Flusso orario veicoli leggeri di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _{F LEG}	549	veic legg/ora
Flusso orario veicoli pesanti di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _{F TRUCK}	90	veic pes/ora
Percentuale veicoli pesanti	P _T	14%	
Free Flow Speed Freeway a monte dell'immissione	FFS	113	Km/h
FREEWAY TASSO DI FLUSSO SULLE PRIME DUE CORSIE			
Tasso di flusso orario	q _F	684	Veq/h
Tasso di flusso orario a monte per corsia	q _F	342	Veq/h
Tasso di flusso orario sulle prime due corsie	q ₁₂	684	Veq/h
Tasso di flusso orario dopo l'area di immissione	q _{FO}	692	Veq/h
VELOCITA' MEDIA ORARIA			
Velocità media oraria	S	113	Km/h
CALCOLO LIVELLO DI SERVIZIO FREEWAY A MONTE			
Capacità Basic Freeway Segment per corsia	C _F	2400	Veq/h/corsia
Capacità Basic Freeway Segment totale	C _F	4800	Veq/h
Condizione c _F > q _F		OK	
Densità	D	3	Veq/km/corsia
LOS freeway a monte	LOS	A	
CORSIA DI IMMISSIONE - ON RAMP			
CORSIA DI IMMISSIONE DATI GEOMETRICI e CAPACITA'			
Numero corsie	N	1	
Larghezza corsia di accelerazione	Largh.	3,75	m
Lunghezza linea discontinua (dopo i 30 m di linea continua)	L _A	60	m
ON RAMP STIMA/RILIEVO FREE FLOW SPEED			
Free Flow Speed dopo i 30 m di linea continua	FFS _R	55	Km/h
ON RAMP DATI DI TRAFFICO			
Flusso orario	Q _R	6	veicoli/ora
Flusso orario veicoli leggeri	Q _{R LEG}	3	veic legg/ora
Flusso orario veicoli pesanti	Q _{R TRUCK}	3	veic pes/ora
Percentuale veicoli pesanti	P _T	50%	
ON RAMP TASSO DI FLUSSO			
Tasso di flusso orario in rampa	q _R	8	Veq/h
AREA DI IMMISSIONE TASSO DI FLUSSO			
Tasso di flusso orario in ingresso nell'area di influenza	q _{R12}	692	Veq/h
Capacità area di influenza	C _{R12}	4600	Veq/h
CALCOLO LOS AREA DI INFLUENZA			
condizione 1: c _{FO} > q _{FO}		OK	
condizione 2: q _{R12} < C _{R12}		OK	
Densità area di influenza	D _R	5,953	Veq/km*c
LOS Area di influenza	LOS	A	
LOS freeway a monte	LOS	A	
LOS Area di influenza considerando il LOS del tratto a monte	LOS	A	

La lunghezza minima è data dal cinematismo.

HCM 2000 CALCOLO LEVEL OF SERVICE FREEWAY MERGE INFLUENCE AREA			
Oggetto	Svincolo Montalto di Castro		
INFORMAZIONI GENERALI			
AUTOSTRADA	A12 Tirrenica		
DIREZIONE	Nord		
NOTE	Scenario di progetto anno 2016 Ora di Punta Sabato Estivo		
CONDIZIONI DI RIFERIMENTO			
Meteo	Tempo buono	Visibilità Buona	Luce Diurna
FREEWAY IMMEDIATAMENTE A MONTE			
FREEWAY DATI GEOMETRICI e CAPACITA'			
Freeway urbana o extraurbana		Extraurbana	
Numero corsie	N	2	
Larghezza corsia di accelerazione	Largh.	3,75	m
Distanza dallo spartitraffico centrale	D _{spartitr}	0,75	m
Pendenza massima raggiunta		< 2%	%
Vi è una salita con pendenza >= 3% più lunga di 500 m?		NO	
Vi è una salita con pendenza < 3% più lunga di 1000 m?		NO	
Tipo di terreno: pianeggiante, collinare o montuoso		pianeggiante	
Frequenza svincoli		0,1	
Distanza media svincoli 5 km a valle e 5 km a monte		10,0	km
Capacità freeway a valle dell'immissione	Extraurbana	C _{FO}	4800
Flusso totale a valle dell'immissione		Q _{FO}	1676
FREEWAY DATI DI TRAFFICO			
Flusso orario di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _F	1638	veicoli/ora
Flusso orario veicoli leggeri di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _{F LEG}	1505	veic legg/ora
Flusso orario veicoli pesanti di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _{F TRUCK}	133	veic pes/ora
Percentuale veicoli pesanti	P _T	8%	
Free Flow Speed Freeway a monte dell'immissione	FFS	113	Km/h
FREEWAY TASSO DI FLUSSO SULLE PRIME DUE CORSIE			
Tasso di flusso orario	q _F	1705	Veq/h
Tasso di flusso orario a monte per corsia	q _F	852	Veq/h
Tasso di flusso orario sulle prime due corsie	q ₁₂	1705	Veq/h
Tasso di flusso orario dopo l'area di immissione	q _{FO}	1748	Veq/h
VELOCITA' MEDIA ORARIA			
Velocità media oraria	S	113	Km/h
CALCOLO LIVELLO DI SERVIZIO FREEWAY A MONTE			
Capacità Basic Freeway Segment per corsia	C _F	2400	Veq/h/corsia
Capacità Basic Freeway Segment totale	C _F	4800	Veq/h
Condizione c _F > q _F		OK	
Densità	D	8	Veq/km/corsia
LOS freeway a monte	LOS	B	
CORSIA DI IMMISSIONE - ON RAMP			
CORSIA DI IMMISSIONE DATI GEOMETRICI e CAPACITA'			
Numero corsie	N	1	
Larghezza corsia di accelerazione	Largh.	3,75	m
Lunghezza linea discontinua (dopo i 30 m di linea continua)	L _A	150	m
ON RAMP STIMA/RILIEVO FREE FLOW SPEED			
Free Flow Speed dopo i 30 m di linea continua	FFS _R	55	Km/h
ON RAMP DATI DI TRAFFICO			
Flusso orario	Q _R	38	veicoli/ora
Flusso orario veicoli leggeri	Q _{R LEG}	27	veic legg/ora
Flusso orario veicoli pesanti	Q _{R TRUCK}	11	veic pes/ora
Percentuale veicoli pesanti	P _T	29%	
ON RAMP TASSO DI FLUSSO			
Tasso di flusso orario in rampa	q _R		Veq/h
AREA DI IMMISSIONE TASSO DI FLUSSO			
Tasso di flusso orario in ingresso nell'area di immissione	q _{R12}	1748	Veq/h
Capacità area di influenza	C _{R12}	4600	Veq/h
LOS AREA DI INFLUENZA			
condizione 1: c _{FO} > q _{FO}		OK	
condizione 2: q _{R12} < C _{R12}		OK	
Densità area di influenza	D _R	9,865	Veq/km*c
LOS Area di influenza	LOS	B	
LOS freeway a monte	LOS	B	
LOS Area di influenza considerando il LOS del tratto a monte	LOS	B	

La lunghezza minima è data dal cinematismo.

HCM 2000 CALCOLO LEVEL OF SERVICE FREEWAY MERGE INFLUENCE AREA			
Oggetto	Svincolo Montalto di Castro		
INFORMAZIONI GENERALI			
AUTOSTRADA	A12 Tirrenica		
DIREZIONE	Sud		
NOTE	Scenario di progetto anno 2016 Ora di Punta Sabato Estivo		
CONDIZIONI DI RIFERIMENTO			
Meteo	Tempo buono	Visibilità	Buona
			Luce Diurna
FREEWAY IMMEDIATAMENTE A MONTE			
FREEWAY DATI GEOMETRICI e CAPACITA'			
Freeway urbana o extraurbana			Extraurbana
Numero corsie	N		2
Larghezza corsia di accelerazione	Largh.	3,75	m
Distanza dallo spartitraffico centrale	D _{spartitr}	0,75	m
Pendenza massima raggiunta		< 2%	%
Vi è una salita con pendenza >= 3% più lunga di 500 m?		NO	
Vi è una salita con pendenza < 3% più lunga di 1000 m?		NO	
Tipo di terreno: pianeggiante, collinare o montuoso		pianeggiante	
Frequenza svincoli		0,1	
Distanza media svincoli 5 km a valle e 5 km a monte		10,0	km
Capacità freeway a valle dell'immissione	Extraurbana	C _{FO}	4800
Flusso totale a valle dell'immissione		Q _{FO}	792
FREEWAY DATI DI TRAFFICO			
Flusso orario di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _F	626	veicoli/ora
Flusso orario veicoli leggeri di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _{F LEG}	538	veic legg/ora
Flusso orario veicoli pesanti di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _{F TRUCK}	88	veic pes/ora
Percentuale veicoli pesanti	P _T	14%	
Free Flow Speed Freeway a monte dell'immissione	FFS	113	Km/h
FREEWAY TASSO DI FLUSSO SULLE PRIME DUE CORSIE			
Tasso di flusso orario	q _F	670	Veq/h
Tasso di flusso orario a monte per corsia	q _F	335	Veq/h
Tasso di flusso orario sulle prime due corsie	q ₁₂	670	Veq/h
Tasso di flusso orario dopo l'area di immissione	q _{FO}	840	Veq/h
VELOCITA' MEDIA ORARIA			
Velocità media oraria	S	113	Km/h
CALCOLO LIVELLO DI SERVIZIO FREEWAY A MONTE			
Capacità Basic Freeway Segment per corsia	C _F	2400	Veq/h/corsia
Capacità Basic Freeway Segment totale	C _F	4800	Veq/h
Condizione c _F > q _F		OK	
Densità	D	3	Veq/km/corsia
LOS freeway a monte	LOS	A	
CORSIA DI IMMISSIONE - ON RAMP			
CORSIA DI IMMISSIONE DATI GEOMETRICI e CAPACITA'			
Numero corsie	N	1	
Larghezza corsia di accelerazione	Largh.	3,75	m
Lunghezza linea discontinua (dopo i 30 m di linea continua)	L _A	150	m
ON RAMP STIMA/RILIEVO FREE FLOW SPEED			
Free Flow Speed dopo i 30 m di linea continua	FFS _R	55	Km/h
ON RAMP DATI DI TRAFFICO			
Flusso orario	Q _R	166	veicoli/ora
Flusso orario veicoli leggeri	Q _{R LEG}	158	veic legg/ora
Flusso orario veicoli pesanti	Q _{R TRUCK}	8	veic pes/ora
Percentuale veicoli pesanti	P _T	5%	
ON RAMP TASSO DI FLUSSO			
Tasso di flusso orario in rampa	q _R		Veq/h
AREA DI IMMISSIONE TASSO DI FLUSSO			
Tasso di flusso orario in ingresso nell'area di immissione	q _{R12}	840	Veq/h
Capacità area di influenza	C _{R12}	4600	Veq/h
LOS AREA DI INFLUENZA			
condizione 1: c _{FO} > q _{FO}		OK	
condizione 2: q _{R12} < C _{R12}		OK	
Densità area di influenza	D _R	5,476	Veq/km*c
LOS Area di influenza	LOS	A	
LOS freeway a monte	LOS	A	
LOS Area di influenza considerando il LOS del tratto a monte	LOS	A	

La lunghezza minima è data dal cinematismo.

HCM 2000 CALCOLO LEVEL OF SERVICE FREEWAY MERGE INFLUENCE AREA			
Oggetto	Svincolo Riva dei Tarquini		
INFORMAZIONI GENERALI			
AUTOSTRADA	A12 Tirrenica		
DIREZIONE	Nord		
NOTE	Scenario di progetto anno 2016 Ora di Punta Sabato Estivo		
CONDIZIONI DI RIFERIMENTO			
Meteo	Tempo buono	Visibilità	Buona
		Luce	Diurna
FREEWAY IMMEDIATAMENTE A MONTE			
FREEWAY DATI GEOMETRICI e CAPACITA'			
Freeway urbana o extraurbana			Extraurbana
Numero corsie	N		2
Larghezza corsia di accelerazione	Largh.	3,75	m
Distanza dallo spartitraffico centrale	D _{spartitr}	0,75	m
Pendenza massima raggiunta		< 2%	%
Vi è una salita con pendenza >= 3% più lunga di 500 m?		NO	
Vi è una salita con pendenza < 3% più lunga di 1000 m?		NO	
Tipo di terreno: pianeggiante, collinare o montuoso		pianeggiante	
Frequenza svincoli		0,1	
Distanza media svincoli 5 km a valle e 5 km a monte		10,0	km
Capacità freeway a valle dell'immissione	Extraurbana	C _{FO}	4800
Flusso totale a valle dell'immissione		Q _{FO}	1960
FREEWAY DATI DI TRAFFICO			
Flusso orario di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _F	1938	veicoli/ora
Flusso orario veicoli leggeri di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _{F LEG}	1780	veic legg/ora
Flusso orario veicoli pesanti di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _{F TRUCK}	158	veic pes/ora
Percentuale veicoli pesanti	P _T	8%	
Free Flow Speed Freeway a monte dell'immissione	FFS	113	Km/h
FREEWAY TASSO DI FLUSSO SULLE PRIME DUE CORSIE			
Tasso di flusso orario	q _F	2017	Veq/h
Tasso di flusso orario a monte per corsia	q _F	1009	Veq/h
Tasso di flusso orario sulle prime due corsie	q ₁₂	2017	Veq/h
Tasso di flusso orario dopo l'area di immissione	q _{FO}	2040	Veq/h
VELOCITA' MEDIA ORARIA			
Velocità media oraria	S	113	Km/h
CALCOLO LIVELLO DI SERVIZIO FREEWAY A MONTE			
Capacità Basic Freeway Segment per corsia	C _F	2400	Veq/h/corsia
Capacità Basic Freeway Segment totale	C _F	4800	Veq/h
Condizione c _F > q _F		OK	
Densità	D	9	Veq/km/corsia
LOS freeway a monte	LOS	B	
CORSIA DI IMMISSIONE - ON RAMP			
CORSIA DI IMMISSIONE DATI GEOMETRICI e CAPACITA'			
Numero corsie	N	1	
Larghezza corsia di accelerazione	Largh.	3,75	m
Lunghezza linea discontinua (dopo i 30 m di linea continua)	L _A	93	m
ON RAMP STIMA/RILIEVO FREE FLOW SPEED			
Free Flow Speed dopo i 30 m di linea continua	FFS _R	55	Km/h
ON RAMP DATI DI TRAFFICO			
Flusso orario	Q _R	22	veicoli/ora
Flusso orario veicoli leggeri	Q _{R LEG}	21	veic legg/ora
Flusso orario veicoli pesanti	Q _{R TRUCK}	1	veic pes/ora
Percentuale veicoli pesanti	P _T	5%	
ON RAMP TASSO DI FLUSSO			
Tasso di flusso orario in rampa	q _R	23	Veq/h
AREA DI IMMISSIONE TASSO DI FLUSSO			
Tasso di flusso orario in ingresso nell'area di immissione	q _{R12}	2040	Veq/h
Capacità area di influenza	C _{R12}	4600	Veq/h
CALCOLO LOS AREA DI INFLUENZA			
condizione 1: c _{FO} > q _{FO}		OK	
condizione 2: q _{R12} < C _{R12}		OK	
Densità area di influenza	D _R	11,998	Veq/km*c
LOS Area di influenza	LOS	B	
LOS freeway a monte	LOS	B	
LOS Area di influenza considerando il LOS del tratto a monte	LOS	B	

HCM 2000 CALCOLO LEVEL OF SERVICE FREEWAY MERGE INFLUENCE AREA			
Oggetto	Svincolo Riva dei Tarquini		
INFORMAZIONI GENERALI			
AUTOSTRADA	A12 Tirrenica		
DIREZIONE	Sud		
NOTE	Scenario di progetto anno 2016 Ora di Punta Sabato Estivo		
CONDIZIONI DI RIFERIMENTO			
Meteo	Tempo buono	Visibilità	Buona
			Luce Diurna
FREEWAY IMMEDIATAMENTE A MONTE			
FREEWAY DATI GEOMETRICI e CAPACITA'			
Freeway urbana o extraurbana			Extraurbana
Numero corsie	N		2
Larghezza corsia di accelerazione	Largh.	3,75	m
Distanza dallo spartitraffico centrale	D _{spartitr}	0,75	m
Pendenza massima raggiunta		< 2%	%
Vi è una salita con pendenza >= 3% più lunga di 500 m?		NO	
Vi è una salita con pendenza < 3% più lunga di 1000 m?		NO	
Tipo di terreno: pianeggiante, collinare o montuoso		pianeggiante	
Frequenza svincoli		0,1	
Distanza media svincoli 5 km a valle e 5 km a monte		10,0	km
Capacità freeway a valle dell'immissione	Extraurbana	C _{FO}	4800
Flusso totale a valle dell'immissione		Q _{FO}	767
FREEWAY DATI DI TRAFFICO			
Flusso orario di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _F	752	veicoli/ora
Flusso orario veicoli leggeri di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _{F LEG}	658	veic legg/ora
Flusso orario veicoli pesanti di progetto/rilevato/simulato a monte	Q _{F TRUCK}	94	veic pes/ora
Percentuale veicoli pesanti	P _T	13%	
Free Flow Speed Freeway a monte dell'immissione	FFS	113	Km/h
FREEWAY TASSO DI FLUSSO SULLE PRIME DUE CORSIE			
Tasso di flusso orario	q _F	799	Veq/h
Tasso di flusso orario a monte per corsia	q _F	400	Veq/h
Tasso di flusso orario sulle prime due corsie	q ₁₂	799	Veq/h
Tasso di flusso orario dopo l'area di immissione	q _{FO}	815	Veq/h
VELOCITA' MEDIA ORARIA			
Velocità media oraria	S	113	Km/h
CALCOLO LIVELLO DI SERVIZIO FREEWAY A MONTE			
Capacità Basic Freeway Segment per corsia	C _F	2400	Veq/h/corsia
Capacità Basic Freeway Segment totale	C _F	4800	Veq/h
Condizione c _F > q _F		OK	
Densità	D	4	Veq/km/corsia
LOS freeway a monte	LOS	A	
CORSIA DI IMMISSIONE - ON RAMP			
CORSIA DI IMMISSIONE DATI GEOMETRICI e CAPACITA'			
Numero corsie	N	1	
Larghezza corsia di accelerazione	Largh.	3,75	m
Lunghezza linea discontinua (dopo i 30 m di linea continua)	L _A	150	m
ON RAMP STIMA/RILIEVO FREE FLOW SPEED			
Free Flow Speed dopo i 30 m di linea continua	FFS _R	55	Km/h
ON RAMP DATI DI TRAFFICO			
Flusso orario	Q _R	15	veicoli/ora
Flusso orario veicoli leggeri	Q _{R LEG}	13	veic legg/ora
Flusso orario veicoli pesanti	Q _{R TRUCK}	2	veic pes/ora
Percentuale veicoli pesanti	P _T	13%	
ON RAMP TASSO DI FLUSSO			
Tasso di flusso orario in rampa	q _R		Veq/h
AREA DI IMMISSIONE TASSO DI FLUSSO			
Tasso di flusso orario in ingresso nell'area di immissione		815	Veq/h
Capacità area di influenza	C _{R12}	4600	Veq/h
LOS AREA DI INFLUENZA			
condizione 1: c _{FO} > c _{R12}		OK	
condizione 2: q _{R12} < c _{R12}		OK	
Densità area di influenza	D _R	5,393	Veq/km*c
LOS Area di influenza	LOS	A	
LOS freeway a monte	LOS	A	
LOS Area di influenza considerando il LOS del tratto a monte	LOS	A	

La lunghezza minima è data dal cinematismo.

6.4 Pavimentazioni

L'intervento oggetto del presente progetto prevede l'impiego di una sovrastruttura di spessore complessivo pari a 69 cm e così composta:

- usura drenante in conglomerato bituminoso (CB) con bitumi modificati tipo Hard di 4 cm;
- binder in CB con bitumi modificati tipo Hard di 5 cm;
- base in CB bitumi modificati tipo Hard di 15 cm;
- fondazione legata in misto cementato di 30 cm;
- fondazione non legata in misto granulare (MGNL) di 15 cm.

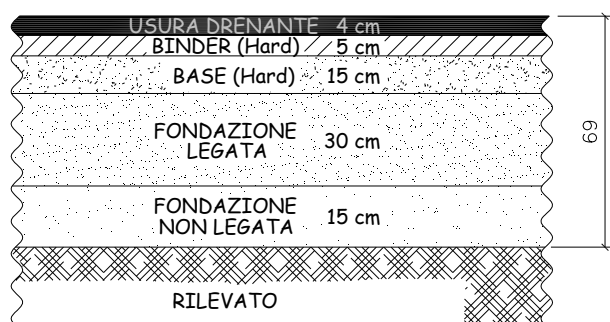


Figura 24: Sovrastruttura di progetto

La verifica strutturale della pavimentazione è stata eseguita con una procedura di tipo razionale utilizzando i criteri di progetto proposti dall'Asphalt Institute e ipotizzando per l'infrastruttura un periodo di progetto pari a 20 anni. La verifica è stata condotta facendo riferimento al tratto elementare maggiormente critico dal punto di vista dei carichi di traffico pesante a cui sarà soggetta la pavimentazione ovvero il tratto elementare Pescia Romana – Centrale Enel dove è stata considerata una percentuale di veicoli pesanti transitanti sulla corsia di marcia pari all'80% (trattandosi di una sezione a due corsie per senso di marcia). I volumi di traffico pesante bidirezionale transitanti nei tre scenari progettuali (breve termine al 2016, medio termine al 2026 e lungo termine al 2036) sono stati determinati dallo studio di traffico.

Il traffico pesante di progetto transitante è stato successivamente determinato attraverso la conversione in passaggi di assi equivalenti singoli da 80 kN; ai fini del calcolo strutturale, il numero di ripetizioni di carico di progetto è stato infine espresso in termini di assi equivalenti/mese.

6.5 VERIFICHE FUNZIONALI

6.5.1 Rotatorie

Il progetto prevede la realizzazione nel Lotto 6b di otto rotatorie di adduzione all'A12, situate nelle località di Riva dei Tarquini ed in prossimità della centrale ENEL, Montalto di Castro e Pescia Romana . Sono previste inoltre altre opere di ricucitura della viabilità a margine del progetto dell'A12 in prossimità della località di Montaldo di Castro.

Anche per le rotatorie è stata condotta un'analisi funzionale che consentisse di verificare le performance trasportistiche della soluzione progettuale adottata in base alla geometria, all'entità dei flussi transitanti e alle differenti manovre di svolta.

La verifica è stata effettuata calcolando il perditempo medio di tutti i veicoli all'ingresso in rotatoria, tramite metodologia SETRA per le rotatorie con diametro esterno inferiore ai 50m e tramite microsimulazione per quelle con diametro esterno maggior di 50m, e raffrontando il risultato con la scala dei livelli di servizio proposta dall' HCM ed.2000.

I livelli di servizio minimi per le nuove intersezioni sono definiti dal DM 05.11.2001 e dal DM 19.04.2006; per la progettazione di nuove opere, gli adeguamenti o i potenziamenti la suddetta normativa è di riferimento. Nel caso in oggetto le intersezioni sulla rete di adduzione alla Livorno Civitavecchia Lotto 6b si configurano come di nuova realizzazione o adeguamento o potenziamento, e pertanto il LOS minimo che l'intersezione deve garantire è definito dal DM 05.11.2001.

I risultati ottenuti dalle verifiche funzionali delle opere di adduzione e delle opere di ricucitura alla viabilità, non mostrano casi con flusso totale presente nella rotatoria maggiore di 1500 Veq/h, in tali casi la rotatoria non ha problemi a smaltire la domanda anche con un assetto geometrico minimo. I risultati ottenuti sono sintetizzati nelle tabelle seguenti.

6.5.2 Opere di adduzione:

SCENARIO PROGETTUALE DI RIFERIMENTO: OdP FERIALE di OTTOBRE 2016			
Rotatoria	LOS	Risultato Verifica	Flusso (Veq/h)
6B-01 Riva dei Tarquini dir. Sud	A	non necessaria	69
6B-02 Riva dei Tarquini dir. Nord	A	non necessaria	39
6B-03 Montaldo di Castro dir. Sud	A	non necessaria	274
6B-04 Montaldo di Castro dir. Nord	A	non necessaria	400
6B-13 Centrale ENEL dir. Sud	A	non necessaria	505
6B-12 Centrale ENEL dir. Nord	A	non necessaria	202
6B-15 Pescia Romana dir. Nord	A	non necessaria	286
6B-16 Pescia Romana dir. Sud	A	non necessaria	493

SCENARIO PROGETTUALE DI RIFERIMENTO: OdP SABATO ESTIVO 2016			
Rotatoria	LOS	Risultato Verifica	Flusso (Veq/h)
6B-01 Riva dei Tarquini dir. Sud	A	non necessaria	111
6B-02 Riva dei Tarquini dir. Nord	A	non necessaria	58
6B-03 Montaldo di Castro dir. Sud	A	non necessaria	342
6B-04 Montaldo di Castro dir. Nord	A	non necessaria	557
6B-13 Centrale ENEL dir. Sud	A	non necessaria	575
6B-12 Centrale ENEL dir. Nord	A	non necessaria	243
6B-15 Pescia Romana dir. Nord	A	non necessaria	366
6B-16 Pescia Romana dir. Sud	A	non necessaria	606

Tabella 3 Livelli di servizio intersezioni scenario invernale ed estivo 2016

SCENARIO PROGETTUALE DI RIFERIMENTO: OdP FERIALE di OTTOBRE 2036			
Rotatoria	LOS	Risultato Verifica	Flusso (Veq/h)
6B-01 Riva dei Tarquini dir. Sud	A	non necessaria	100
6B-02 Riva dei Tarquini dir. Nord	A	non necessaria	52
6B-03 Montaldo di Castro dir. Sud	A	non necessaria	333
6B-04 Montaldo di Castro dir. Nord	A	non necessaria	503
6B-13 Centrale ENEL dir. Sud	A	non necessaria	767
6B-12 Centrale ENEL dir. Nord	A	non necessaria	300
6B-15 Pescia Romana dir. Nord	A	non necessaria	395
6B-16 Pescia Romana dir. Sud	A	non necessaria	688

SCENARIO PROGETTUALE DI RIFERIMENTO: OdP SABATO ESTIVO 2036			
Rotatoria	LOS	Risultato Verifica	Flusso (Veq/h)
6B-01 Riva dei Tarquini dir. Sud	A	non necessaria	174
6B-02 Riva dei Tarquini dir. Nord	A	non necessaria	103
6B-03 Montaldo di Castro dir. Sud	A	non necessaria	477
6B-04 Montaldo di Castro dir. Nord	A	non necessaria	830
6B-13 Centrale ENEL dir. Sud	A	non necessaria	860
6B-12 Centrale ENEL dir. Nord	A	non necessaria	353
6B-15 Pescia Romana dir. Nord	A	non necessaria	447
6B-16 Pescia Romana dir. Sud	A	non necessaria	779

Tabella 4 Livelli di servizio intersezioni scenario invernale ed estivo 2036

6.5.3 Opere di ricucitura:

SCENARIO PROGETTUALE DI RIFERIMENTO: OdP FERIALE di OTTOBRE 2016				SCENARIO PROGETTUALE DI RIFERIMENTO: OdP SABATO ESTIVO 2016			
Rotatoria	LOS	Risultato Verifica	Flusso (Veq/h)	Rotatoria	LOS	Risultato Verifica	Flusso (Veq/h)
6B-09	A	Non necessaria	77	6B-09	A	Non necessaria	137
6B-11	A	Non necessaria	435	6B-11	A	Non necessaria	530
6B-06	A	Non necessaria	94	6B-06	A	Non necessaria	162
6B-05	A	Non necessaria	99	6B-05	A	Non necessaria	189
6B-07	A	Non necessaria	351	6B-07	A	Non necessaria	438
6B-10	A	Non necessaria	172	6B-10	A	Non necessaria	247
6B-17	A	Non necessaria	79	6B-17	A	Non necessaria	149

Tabella 5 Livelli di servizio intersezioni di ricucitura scenario invernale ed estivo 2016

SCENARIO PROGETTUALE DI RIFERIMENTO: OdP FERIALE di OTTOBRE 2036				SCENARIO PROGETTUALE DI RIFERIMENTO: OdP SABATO ESTIVO 2036			
Rotatoria	LOS	Risultato Verifica	Flusso (Veq/h)	Rotatoria	LOS	Risultato Verifica	Flusso (Veq/h)
6B-09	A	Non necessaria	76	6B-09	A	Non necessaria	170
6B-11	A	Non necessaria	695	6B-11	A	Non necessaria	810
6B-06	A	Non necessaria	98	6B-06	A	Non necessaria	199
6B-05	A	Non necessaria	107	6B-05	A	Non necessaria	242
6B-07	A	Non necessaria	450	6B-07	A	Non necessaria	666
6B-10	A	Non necessaria	233	6B-10	A	Non necessaria	347
6B-17	A	Non necessaria	131	6B-17	A	Non necessaria	150

Tabella 6 Livelli di servizio intersezioni di ricucitura scenario invernale ed estivo 2036

Il dettaglio dell'analisi funzionale per le opere di adduzione e di cucitura della viabilità non viene riportato in quanto i flussi in termini di veicoli equivalenti nell'ora di punta sono inferiori ai 1500 Veq/h.