

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA
Lotto funzionale Brescia-Verona

PROGETTO ESECUTIVO

SLF5 – Sottopasso Castelnuovo del Garda-Via Mantovana
Tipo F2 sotto A.C. a pk 136+735,00
Relazione Tecnica Stradale

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
Consorzio Cepav due Data: _____	Valido per costruzione Data: _____

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA/DISCIPLINA	PROGR	REV
I N O R	1 1	E	E 2	R O	S L F 5 0 0	0 0 1	A

PROGETTAZIONE								
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	
A	Emissione	S. Cislighi	21/09/2018	P. Galvanin	21/09/2018	Taranta	21/09/2018	
B								
C								

CIG. 751447334A File: IN0R11EE2ROSLF500001A_10.docx



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

CUP: F81H91000000008

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO SLF500 001

Rev.
A

Foglio
2 di 24

INDICE

1.	DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO.....	3
2.	OTTEMPERANZA ALLE PRESCRIZIONI CIPE.....	3
3.	INQUADRAMENTO NORMATIVO E CRITERI PROGETTUALI	4
4.	DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO	5
5.	CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE E VERIFICA	7
5.1.	CARATTERISTICHE PLANIMETRICHE.....	7
5.2.	DIAGRAMMA DELLE VELOCITÀ	11
5.3.	CARATTERISTICHE ALTIMETRICHE	11
5.4.	COORDINAMENTO PLANO-ALTIMETRICO	13
5.5.	ANALISI DI VISIBILITÀ	14
6.	DESCRIZIONE DEL PROGETTO STRADALE.....	17
6.1.	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	17
6.2.	SEZIONI TIPO	18
6.1.	PAVIMENTAZIONE	20
6.2.	BARRIERE DI SICUREZZA	20
7.	ANALISI DI CONGRUENZA NORMATIVA.....	21
7.1.	ANDAMENTO PLANIMETRICO E VERIFICA DIAGRAMMI DI VELOCITÀ	21
7.2.	ANDAMENTO ALTIMETRICO	24



1. DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO

Nell'ambito della progettazione della nuova linea ferroviaria AV/AC Torino-Venezia, Tratta Milano – Verona, Lotto funzionale Brescia-Verona, alla progr. Km 136+735,000, la WBS SLF5 prevede la risoluzione dell'interferenza con via Mantovana tramite sottopasso stradale.

L'intervento in oggetto ricade all'interno del Comune di Castelnuovo del Garda in Provincia di Verona, ed è motivato dall'esigenza di garantire la continuità territoriale della via Mantovana altrimenti interrotta dalla linea ferroviaria di progetto, nel rispetto dei vincoli al contorno e della prescrizione di Conferenza dei Servizi già recepita nelle precedenti fasi progettuali (si veda tabella seguente).

N. prescr.	cod. CIPE	Ambito territoriale	Prescrizione
1.33.161	261	Castelnuovo del Garda	Modificare il sottopasso di Via Mantovana con il prolungamento del sottopasso esistente sotto l'autostrada A4 prevedendo l'altezza del nuovo sottopasso AV fino ad un minimo di 4,5 metri e non realizzare quello previsto in progetto.

Di seguito si descrivono le scelte progettuali adottate, esplicitando le modifiche apportate al progetto definitivo e motivandone la scelta.

2. OTTEMPERANZA ALLE PRESCRIZIONI CIPE

In accordo alle prescrizioni e raccomandazioni indicate nella delibera CIPE 42/2017 nel progetto esecutivo è stato eseguito un approfondimento sulle opere di raccolta e smaltimento delle acque, come verrà illustrato nella relazione tecnica idraulica.



3. INQUADRAMENTO NORMATIVO E CRITERI PROGETTUALI

NORMATIVA NAZIONALE VIGENTE

- D. Lg.vo n. 285/92 e s.m.i. “Nuovo codice della Strada”.
- D.P.R. n. 495/92 e s.m.i., “Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada”
- D.M. n. 6792 del 5/11/2001, “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”
- D.M. n. 67/S del 22/4/2004, “Modifica del decreto 5 Novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»”
- D.M. 19/4/2006, “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”
- D.M. n. 557 del 30/11/1999, “Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili”
- D.M. n. 223 del 18/2/1992, “Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza”.
- D.M. 21/6/2004, “Aggiornamento alle istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale”
- D.M. 28/6/2011, “Disposizioni sull’uso e l’installazione dei dispositivi di ritenuta stradale”
- Direttiva del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 3065 del 25/08/2004, “Direttiva sui criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”
- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21/07/2010 “Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”
- D. Lg.vo n. 35 del 15/3/2011, “Attuazione della direttiva 2008/96/CE sulla gestione della sicurezza delle infrastrutture”
- D. Lg.vo n. 50 del 18/4/2016 e s.m.i. “Codice dei contratti pubblici”.

ALTRI RIFERIMENTI TECNICI

- Regione Lombardia, Regolamento Regionale 24/4/2006, n. 7, “Norme tecniche per la costruzione delle strade”
- Regione Lombardia - D.G. Territorio e Urbanistica, “Manuale per la realizzazione della rete ciclabile regionale”
- Regione Lombardia, D.G.R. n. 8/3219 del 27/09/2006, “Elementi tecnici puntuali inerenti ai criteri per la determinazione delle caratteristiche funzionali e geometriche per la costruzione dei nuovi tronchi viari e per l’ammodernamento ed il potenziamento dei tronchi viari esistenti ex art.4, r.r. 24 aprile 2006, n.7”
- C.N.R., Bollettino Ufficiale (Norme tecniche), n. 31 del 28/3/1973, “Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade”
- C.N.R. - Bollettino Ufficiale (Norme tecniche), n. 78 del 28/7/1980, “Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade extraurbane”

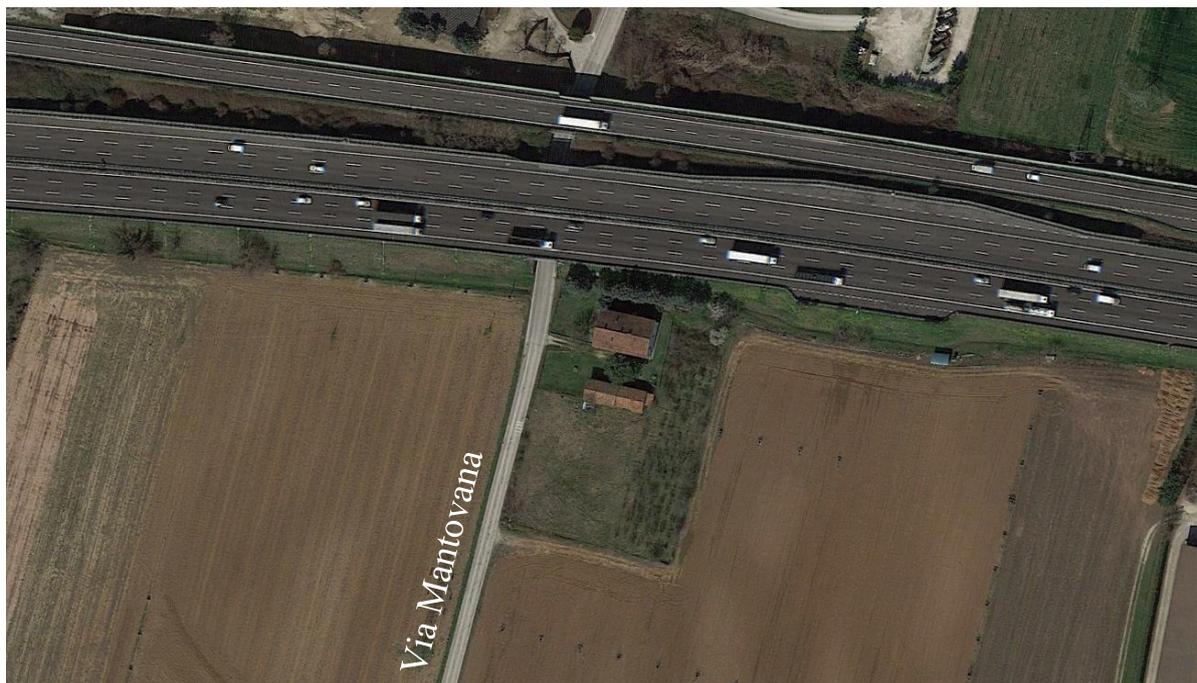
- C.N.R., Bollettino Ufficiale (Norme tecniche), n. 90 del 15/4/1983, “*Norme sulle caratteristiche geometriche e di traffico delle intersezioni stradali urbane*”
- C.N.R., Commissione di studio per le norme relative ai materiali stradali e progettazione, costruzione e manutenzione strade - “*Catalogo delle pavimentazioni stradali*” (1993)
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, “*Studio a carattere prenormativo - Rapporto di sintesi -Norme sulle caratteristiche funzionali e geometriche delle intersezioni stradali*” (2001)
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, “*Norme per la classificazione funzionale delle strade esistenti*” (documento in bozza)
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, “*Norma per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti*” (bozza pre-finale del 14/2/2006)

4. DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

La viabilità oggetto di intervento è caratterizzata da una ridotta densità di autovetture e una ancor più scarsa frequenza di mezzi agricoli e sottopassa trasversalmente la S.S.11 e l’autostrada A4, circa 300 metri a Est di un altro collegamento con medesime caratteristiche funzionali, ma realizzato tramite sovrappasso.

L’attuale viabilità è caratterizzata da una dimensione trasversale variabile, passando da 8,00 m in corrispondenza dei sottopassi esistenti a 5,00 m nel tratto subito successivo.

Per quanto suddetto, sebbene si tratti di una viabilità Tipo F2 “Locale extraurbana”, giova precisare che la localizzazione dell’intervento, il tipo di traffico e le caratteristiche geometriche della viabilità esistente, mostrano come la sua funzione sia meglio assimilabile ad una viabilità locale in ambito urbano, in ragione anche del fatto che il limite di velocità imposto lungo la tratta risulta essere pari a 50 km/h.



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO SLF500 001

Rev.
A

Foglio
6 di 24

Figura 1 – Immagine satellitare dell'area oggetto di studio



Figura 2 – Stato di Fatto Via Mantovana

5. CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE E VERIFICA

L'intervento si qualifica, di fatto, come un adeguamento di viabilità esistente e rientra pertanto nei casi annoverati dalla deroga di cui al comma 2 dell'art. 13 del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285 e s.m.i., nonché dal DM 22 aprile 2004, per il quale le prescrizioni del DM 6792 del 05.11.2001 sono di solo riferimento per la progettazione, in attesa dell'emanazione di una specifica normativa. In ogni caso, la progettazione ha comunque teso al pieno rispetto dei criteri previsti dal DM 2001, e, laddove si siano adottate soluzioni progettuali non conformi ai criteri contenuti nelle normative di riferimento, esse sono state puntualmente esplicitate nel presente documento, unitamente alle motivazioni che non hanno consentito la piena aderenza alle indicazioni di norma.

Per quanto attiene invece le prescrizioni del Codice della Strada queste, salvo ove esplicitamente previsto, sono state sempre considerate come strettamente vincolanti ai sensi di legge.

Di seguito si riportano le norme geometriche per la costruzione delle strade definite dal DM 05.11.2001.

5.1. CARATTERISTICHE PLANIMETRICHE

Secondo quanto prescritto dalla normativa gli assi planimetrici sono stati sviluppati nel rispetto delle seguenti condizioni:

(a) Raggio minimo delle curve planimetriche

Per le curve circolari si sono utilizzati valori dei raggi superiori ai minimi previsti dal DM2001 per ciascuna categoria di strada, che risultano pari a:

TIPI SECONDO IL CODICE	AMBITO TERRITORIALE	DENOMINAZIONE	RAGGIO MINIMO [m]
AUTOSTRADE (STRADE TIPO A)	Extraurbano	Strada principale Strada di servizio	339 45
	Urbano	Strada principale Strada di servizio	252 51
EXTRAURBANE PRINCIPALI (STRADE TIPO B)	Extraurbano	Strada principale Strada di servizio	178 45
EXTRAURBANE SECONDARIE (STRADE TIPO C)	Extraurbano	Strada principale	118
URBANE DI SCORRIMENTO (STRADE TIPO D)	Urbano	Strada principale Strada di servizio	77 19
URBANE DI QUARTIERE (STRADE TIPO E)	Urbano	Strada principale	51
LOCALI (STRADE TIPO F)	Extraurbano	Strada principale	45
	Urbano	Strada principale	19

Tabella 5-1. Raggi minimi per strade Locali Tipo F (DM2001)

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

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

Poiché l'intervento è una riqualifica di estensione ridotta, pari a circa 180 m, all'interno di un contesto esistente più esteso, la condizione riportata risulta poco significativa.

(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, coerentemente con la metodologia di applicazione prevista dal DM2001, si è fatto riferimento all'abaco di Koppel come riportato in figura seguente:

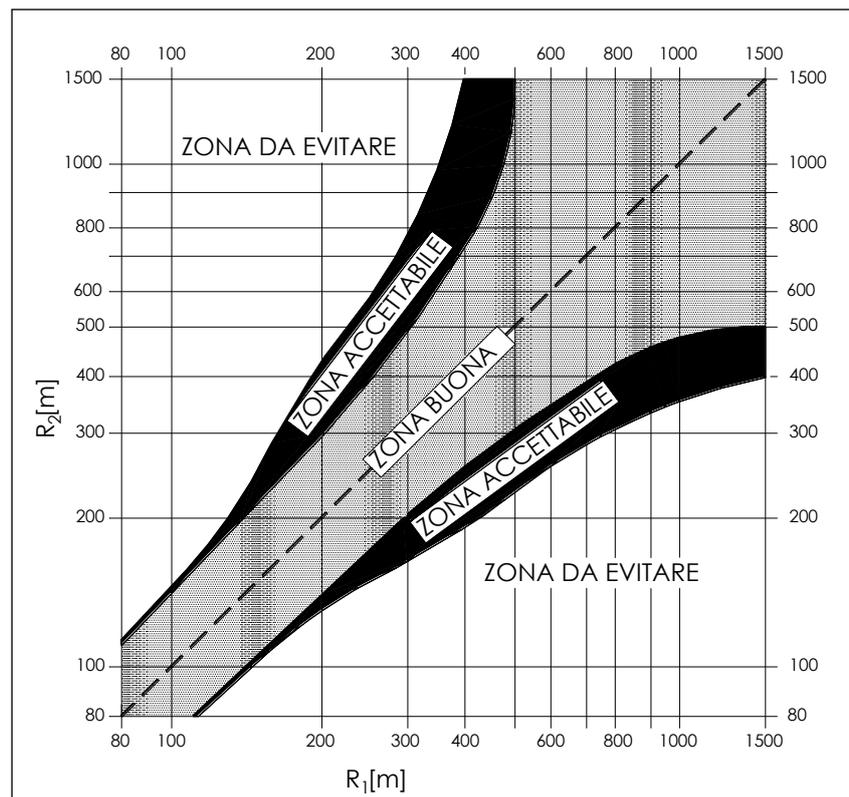


Figura 5-1. Abaco di Koppel (DM2001)

(d) Lunghezza massima dei rettifili

Allo scopo di evitare il superamento delle velocità consentite, la monotonia, la difficile valutazione delle distanze e per ridurre l'abbagliamento nella guida notturna, i rettifili sono stati dimensionati con una lunghezza L_r contenuta nel seguente limite:

$$L_{rmax} = 22 \cdot V_{pMax}$$

dove V_{pMax} è la velocità massima dell'intervallo delle velocità di progetto, espressa in km/h ed L_{rmax} si ottiene in metri.

(e) Lunghezza minima dei rettifili

La lunghezza minima utilizzata per i rettifili, per consentirne la corretta percezione da parte dell'utente, è stata fissata coerentemente con i valori riportati nella tabella seguente (interpolando linearmente per i valori intermedi); per V_p si 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 5-2. Lunghezza minima dei rettifili (DM2001)

(f) Lunghezza minima delle curve circolari

Lo sviluppo minimo delle curve circolari, per consentirne la corretta percezione da parte degli utenti, è stato stabilito garantendo una percorrenza di almeno 2.5 s e quindi con 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.

(g) Verifica del parametro A degli elementi a curvatura variabile (clotoidi)Critero 1: Limitazione del contraccolpo

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

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

dove:

- c = contraccolpo
- 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:

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

che, esprimendo la velocità in km/h diviene:

$$A_{\min} = \frac{V}{3.6 \cdot \sqrt{14}} \sqrt{\frac{V^2}{12.96} - g \cdot R \cdot (q_f - q_i)}$$

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 A è stato dimensionato per verificare la seguente disuguaglianza:

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

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
- $|q_i - q_f|$ = 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: Rapporti ottici

Per garantire la percezione ottica del raccordo e del successivo cerchio il parametro A è stato dimensionato per verificare la seguente relazione:

$$\frac{R}{3} \leq A \leq R$$

che, nel caso di clotoidi di continuità, diventa:

$$\frac{R_i}{3} \leq A \leq R_x$$

dove R_x è il raggio minore ed R_i 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 DM2001:

$$\frac{2}{3} \leq \frac{A_E}{A_U} \leq \frac{3}{2} \quad \text{ovvero} \quad \frac{2}{3} \leq \frac{A_1}{A_2} \leq \frac{3}{2}$$

Poiché l'obiettivo della presente riqualifica è quello di ripercorrere la geometria della viabilità esistente, rispettando nel contempo i vincoli imposti dal nuovo asse ferroviario, la viabilità in progetto presenta un assetto piano altimetrico tale da imporre ridotte velocità di percorrenza. Tali caratteristiche progettuali, integrate da una segnaletica orizzontale e verticale realizzata in modo da permettere all'utenza di riconoscere con sufficiente anticipo gli elementi geometrici del tracciato, hanno portato a prediligere il rispetto del primo e del secondo criterio progettuale degli elementi clotoidici, in luogo delle verifiche geometriche finalizzate alla percezione degli elementi del tracciato (terzo criterio e sviluppo minimo della curva circolare).

5.2. DIAGRAMMA DELLE VELOCITÀ

La costruzione del diagramma di velocità lungo l'asse stradale è stata effettuata secondo quanto prescritto dal DM 2001 e di seguito riportato:

- la velocità è mantenuta costante lungo lo sviluppo delle curve con raggio inferiore a $R_{2.5}$;
- la velocità varia crescendo verso la velocità massima dell'intervallo di progetto lungo i rettifili, le clotoidi e gli archi con raggio non inferiore a $R_{2.5}$;
- il valore di accelerazione e decelerazione è pari a 0.8 m/s^2 ;
- la pendenza longitudinale non influenza la velocità di progetto.

5.3. CARATTERISTICHE ALTIMETRICHE

Secondo quanto prescritto dalla normativa, i tracciamenti altimetrici sono stati sviluppati nel rispetto delle seguenti condizioni:

(a) Pendenze longitudinali massime

Le livellette sono sempre state contenute entro i valori di pendenza massima, riepilogati nella seguente tabella per ciascuna categoria di strada, oltreché per le relative strade di servizio (ove previste):

CATEGORIE DI STRADE	AMBITO TERRITORIALE	PENDENZA MASSIMA
AUTOSTRADE (STRADE TIPO A)	Extraurbano	5%
	Urbano	6%

CATEGORIE DI STRADE	AMBITO TERRITORIALE	PENDENZA MASSIMA
EXTRAURBANE PRINCIPALI (STRADE TIPO B)	Extraurbano	6%
EXTRAURBANE SECONDARIE (STRADE TIPO C)	Extraurbano	7%
URBANE DI SCORRIMENTO (STRADE TIPO D)	Urbano	6%
URBANE DI QUARTIERE (STRADE TIPO E)	Urbano	8%
LOCALI (STRADE TIPO F)	Extraurbano	10%
	Urbano	10%

Tabella 5-3. Pendenze longitudinali massime per categoria di strada (DM2001)

(b) Raccordi verticali convessi

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

- se D (distanza di visuale libera da garantire) 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 è maggiore di L si ha:

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

dove:

- R_v = raggio del raccordo verticale convesso [m]
- D = distanza di visibilità da garantire in funzione della specifica situazione progettuale [m]
- Δi = variazione di pendenza delle due livellette, espressa in percento
- h_1 = altezza del punto di vista, rappresentativo della posizione dell'occhio del conducente [m]
- h_2 = altezza del punto di mira da trapiantare [m]

Ponendo normalmente $h_1 = 1.1$ m come punto di vista del guidatore.

In caso di dimensionamento atto a garantire la visibilità per l'arresto di un veicolo si è posto $h_2 = 0.1$ m (punto di mira rappresentativo di un ostacolo fisso posto sul piano viabile) per l'intero sviluppo del tracciato.

In caso di dimensionamento atto a garantire la visibilità per il sorpasso si è posto $h_2 = 1.1$ m (punto di mira rappresentativo di un altro veicolo sopraggiungente nella direzione opposta a quella di marcia). Come previsto dal DM2001 l'esito della verifica deve essere tale da garantire in ambito extraurbano almeno il 30% (anche cumulato tra vari tratti) di visuale libera lungo un itinerario nel suo complesso, mentre non sussistono particolari condizioni da soddisfare in ambito urbano.

In caso di dimensionamento atto a garantire la visibilità per il cambio corsia si è posto $h_2 = 0.0$ m (punto di mira rappresentativo della segnaletica orizzontale); la condizione deve essere soddisfatta solo in presenza di corsie specializzate di uscita o di diramazioni di linea.

Per la metodologia di calcolo relativa a ciascuna specifica situazione progettuale si faccia riferimento anche a quanto riportato al successivo capitolo "Analisi di visibilità".

(c) Raccordi verticali concavi

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

- se D (distanza di visuale libera da garantire) è inferiore allo sviluppo L del raccordo si ha:

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

- se invece D è maggiore di L si ha:

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

dove:

- R_v = raggio del raccordo verticale concavo [m]
- D = distanza di visibilità per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso [m].
- Δi = variazione di pendenza delle due livellette [%]
- h = altezza del centro dei fari del veicolo sul piano stradale, convenzionalmente pari a 0.5 m
- = massima divergenza verso l'alto del fascio luminoso rispetto l'asse del veicolo, convenzionalmente pari a 1° .

Anche in questo caso, trattandosi di verifica relativa alla distanza per l'arresto, la verifica è stata soddisfatta lungo l'intera estesa del tracciato.

5.4. COORDINAMENTO PLANO-ALTIMETRICO

Il DM2001 stabilisce che sia opportuno evitare in tratti con andamento planimetrico sinuoso cambiamenti di pendenza longitudinale; laddove questo non sia possibile in ragione dei vincoli al tracciamento, allo scopo di mitigare mascheramenti di tracciato e distorsioni del quadro prospettico complessivo, si è agito in generale nella progettazione plano-altimetrica dei tracciati:

- definendo in maniera il più possibile coordinata posizione e successione degli elementi planimetrici ed altimetrici, secondo le strategie suggerite dalla norma allo scopo di migliorare complessivamente il quadro prospettico;
- cercando di incrementare il più possibile i valori dei raggi verticali R_v dei raccordi altimetrici oltre i minimi necessari a garantire le distanze di visuale libera; questo, in particolare, per quanto riguarda i raccordi convessi (dossi), nel caso in cui sottendano tratti in curva collocati sulla sommità, e per i raccordi concavi (sacche), nel qual caso la qualità ottica viene migliorata incrementando il valore del raggio verticale R_v fino ad un valore ideale pari 6 volte il raggio R della curva planimetrico interferente.

Per quanto riguarda il tema della perdita di tracciato con riferimento alle distanze riportate nella tabella del DM2001, capitolo 5.5.3:

Velocità [km/h]	25	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Distanza di ricomparsa [m]	150	180	220	280	350	420	500	560	640	720	800	860

Tabella 5-4. Valori della distanza di ricomparsa in funzione della V_p (DM2001)

ed alla relativa costruzione geometrica di verifica cui alla figura seguente:

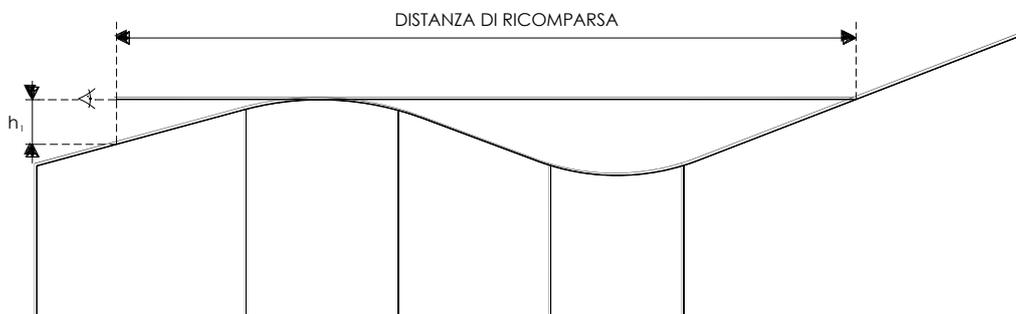


Figura 5-2. Costruzione geometrica per la verifica della distanza di ricomparsa (DM2001)

il tracciamento altimetrico degli assi è stato costruito in modo da evitare che la strada ricompaia in vista all'utente, posto il punto di vista h_1 ad 1.1 m dal piano viabile, ad una distanza inferiore alla distanza di ricomparsa stessa.

5.5. ANALISI DI VISIBILITÀ

Per distanza di visuale libera 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. In relazione al tipo di strada di progetto, caratterizzata o da una unica carreggiata o a doppio senso di marcia, tale valore viene poi confrontato con la distanza di arresto, cambio corsia o di sorpasso.

In esito alle analisi di visibilità si sono quindi adottati specifici accorgimenti di tracciamento plano-altimetrico e di organizzazione della piattaforma (allargamenti pavimentati in extra banchina) e/o degli elementi marginali allo scopo di garantire adeguate condizioni di visibilità, arretrando/eliminando gli ostacoli eventualmente presenti; in questo senso si sono considerati come ostacoli per la visibilità tutti quegli elementi schermanti che rappresentino una interferenza rispetto ad una continua e diretta visione da parte dell'utenza purché aventi una massima dimensione

planimetrica superiore a 0.8 m. In generale quindi, fatti salvi casi particolari eventualmente esplicitati, le barriere di sicurezza sono state intese come ostacolo per la visibilità mentre non si sono considerati i supporti per la segnaletica, pali di illuminazione e simili.

(a) Visuale libera per l'arresto

Secondo quanto prescritto dal DM2001, la distanza di visuale libera per l'arresto deve essere garantita per l'intero sviluppo di un tracciato poiché essa assicura lo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto.

La verifica consiste quindi nel confrontare la distanza necessaria per l'arresto con la distanza di visuale libera corrispondente secondo i criteri definiti dalla normativa.

Le distanze di arresto sono calcolate in funzione del diagramma di velocità e dell'andamento altimetrico (variazione della pendenza longitudinale).

Il valore di aderenza adottato nel calcolo delle distanze di arresto è quello proposto dal DM 2001 (e precisati nello stesso testo della norma stessa, vedi anche tabella seguente).

VELOCITÀ [km/h]	25	40	60	80	100	120	140
f _i Autostrade	-	-	-	0.44	0.40	0.36	0.34
f _i Altre strade	0.45	0.43	0.35	0.30	0.25	0.21	-

Tabella 5-5. Coefficienti di aderenza longitudinale (DM2001)

I valori di f_i maggiori vengono utilizzati solo per le autostrade e le strade extraurbane principali in considerazione del fatto che, su tali tipologie di vie, caratterizzate da standard geometrici elevati e piani viabili di qualità, adeguatamente mantenuti nel tempo, l'utente tende ad impegnare l'aderenza disponibile in misura maggiore (indipendentemente dall'utilizzo di asfalto drenante o meno).

Per il calcolo è stata utilizzata la formula riportata al capitolo 5.1.2 del DM2001. Si è valutata la distanza di arresto punto per punto in funzione della velocità di progetto (secondo quanto specificato in precedenza) e della pendenza longitudinale con la seguente espressione:

$$D_A = D_1 + D_2 = \frac{V_0}{3.6} \cdot \tau - \frac{1}{3.6^2} \cdot \int_{V_0}^{V_1} \frac{V}{g \cdot \left[f_i(V) \pm \frac{i}{100} \right] + \frac{R_a(V)}{m} + r_o(V)} dV \quad [\text{m}]$$

dove:

- D₁ = spazio percorso nel tempo τ
- D₂ = spazio di frenatura
- V₀ = velocità del veicolo all'inizio della frenatura [km/h]
- V₁ = velocità finale del veicolo, in cui V₁ è pari a 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]
- R_a = resistenza aerodinamica [N]

- m = massa del veicolo [kg]
- f_1 = 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:

$$\tau = (2.8 - 0.01 \cdot V) \text{ [s]} \quad \text{con } V \text{ in km/h}$$

Il calcolo della distanza di arresto è stato svolto integralmente secondo la metodologia prevista dal DM2001, facendo riferimento al diagramma delle velocità di progetto esecutivo.

(b) Visuale libera per il sorpasso

In questo caso si confronta la distanza di visuale libera con la distanza di visibilità per il sorpasso, quale lunghezza del tratto di strada occorrente per compiere una manovra di completo sorpasso in sicurezza, quando non si possa escludere l'arrivo di un veicolo in senso opposto.

Le distanze di sorpasso sono calcolate in funzione del diagramma di velocità con la seguente formula riportata al capitolo 5.1.3 del DM2001:

$$D_s = 20 \cdot v = 5.5 \cdot V \text{ [m]}$$

Dove v (m/s) oppure V (km/h) è la velocità di progetto desunta puntualmente dal diagramma della velocità ed attribuita uguale sia per il veicolo sorpassante che per il veicolo proveniente dal senso opposto.

In questo caso per la verifica si pone sempre $h_1 = 1.1$ m come punto di vista del guidatore ed $h_2 = 1.1$ m (punto di mira rappresentativo di un altro veicolo sopraggiungente nella direzione opposta a quella di marcia). La verifica viene quindi effettuata tralasciando dall'asse di marcia l'asse di marcia nel senso opposto.

Come previsto dal DM2001 l'esito della verifica deve essere tale da garantire in ambito extraurbano almeno il 20% (anche cumulato tra vari tratti) di visuale libera lungo un itinerario nel suo complesso, mentre non sussistono particolari condizioni da soddisfare in ambito urbano.

6. DESCRIZIONE DEL PROGETTO STRADALE

6.1. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'approccio seguito è stato quello di conservare l'attuale tracciato di Via Mantovana, realizzando un nuovo sottovia ferroviario in prosecuzione del sottovia esistente in corrispondenza dell'autostrada A4 e collegandosi a Sud con la sezione stradale esistente di via Mantovana, mantenendo l'attuale funzione del collegamento.

Come anticipato, sebbene la viabilità esistente si configura come Tipo F2 "Locale extraurbana", giova precisare che la localizzazione dell'intervento, il tipo di traffico, le caratteristiche geometriche della viabilità esistente e i limiti di velocità imposti dalla segnaletica, mostrano come la sua funzione sia meglio assimilabile ad una viabilità locale in ambito urbano: per tale motivo la progettazione ha avuto un'impronta extraurbana in merito alle dimensioni geometriche della piattaforma stradale e caratteristiche urbane per quanto riguarda il dimensionamento plano-altimetrico dell'asse viabile, in particolar modo per l'aspetto relativo alla velocità di progetto ($V_{pmin} = 25$ km/h e $V_{pmax} = 50$ km/h).

L'intervento ha un'estensione complessiva di 180.23 m, e si sviluppa dalla strada di accesso al piazzale FA44 sino all'imbocco sud del sottovia sotto Autostrada A4. Le caratteristiche dell'asse sono di seguito riportate:

- **Planimetricamente:** il tracciato di progetto si mantiene sulla sede della viabilità attuale, e prevede una curva iniziale in destra di raggio 230 m, con elementi clotoidici di raccordo in ingresso ed in uscita dalla stessa, compresi tra l'imbocco del sottopasso dell'Autostrada A4 e il nuovo sottopasso della linea ferroviaria in progetto; procede poi con un rettilineo di 76 m di lunghezza, su cui viene realizzato il sottovia AV/AC, seguito da una curva a raggio costante pari a 1150 m, con funzione di riallineamento dell'asse in progetto con quello esistente, per la quale il D.M. 05/11/2001 permette la conservazione della sagoma in contropendenza, assimilandola di fatto ad un comportamento rettilineo, rendendo non indispensabile l'inserimento di elementi di raccordo; il tracciato termina con un rettilineo di lunghezza pari a 21.65 m, funzionale al raccordo degli elementi della carreggiata in progetto con quelli della piattaforma esistente.
- **Altimetricamente:** il tracciato risulta fortemente vincolato dalla posizione del piano del ferro della nuova linea ferroviaria e dalla vicinanza del sottopasso A4 esistente, non oggetto di modifiche. L'affinamento progettuale ha permesso di garantire il franco libero minimo di 4,50 metri in corrispondenza dello scatolare ferroviario (come richiesto dalla C.d.S.), adottando pendenze longitudinali massime inferiori al 7.5%, con raggi minimi convessi di 200 m e concavi di 534,5 m.

La suddetta geometria degli elementi plano-altimetrici del tracciato impone una velocità di percorrenza ridotta, pari a 35km/h, mantenuta costante per tutta l'estensione dell'intervento, comunque rispettosa dei limiti riportati dal DM 2001 per strade di tipo F urbane.

A completamento della progettazione si sono effettuate le ricuciture delle viabilità esistenti, interferenti con i muri in progetto; in particolare, è stata deviata la viabilità poderale bianca per l'accesso ai campi, posta a sud dell'intervento, garantendo l'ingresso in via Mantovana poco a sud del concio 9.

6.2. SEZIONI TIPO

Le caratteristiche geometriche della piattaforma stradale sono congruenti con le dimensioni dettate dal DM2001 per viabilità di Tipo F2 (Locale Extraurbana) e possono essere così descritte:

- **IN RILEVATO:** la piattaforma stradale è costituita da due corsie da 3.25m (una per senso di marcia) e banchine da 1.00m, per una larghezza totale di 8.50m. È previsto inoltre, a lato banchina, un arginello erboso di 1,00 m di larghezza. Per la realizzazione dei rilevati è previsto uno strato di scotico dello spessore minimo di 50 cm, il riempimento verrà effettuato con idoneo materiale da rilevato. Per il corpo del rilevato è previsto l'utilizzo di materiali idonei e adeguati livelli di compattazione. Il pacchetto della pavimentazione ha uno spessore complessivo di 35 cm come descritto nel paragrafo successivo. Per le scarpate si prevede uno strato di spessore 30 cm di terreno vegetale, per consentirne l'inerbimento; tale strato viene steso sopra al rilevato fino al limite del pacchetto della pavimentazione raggiungendo in questa zona spessori maggiori.

SEZIONE TIPO IN RILEVATO (H < 1.50m)
Scala 1:50

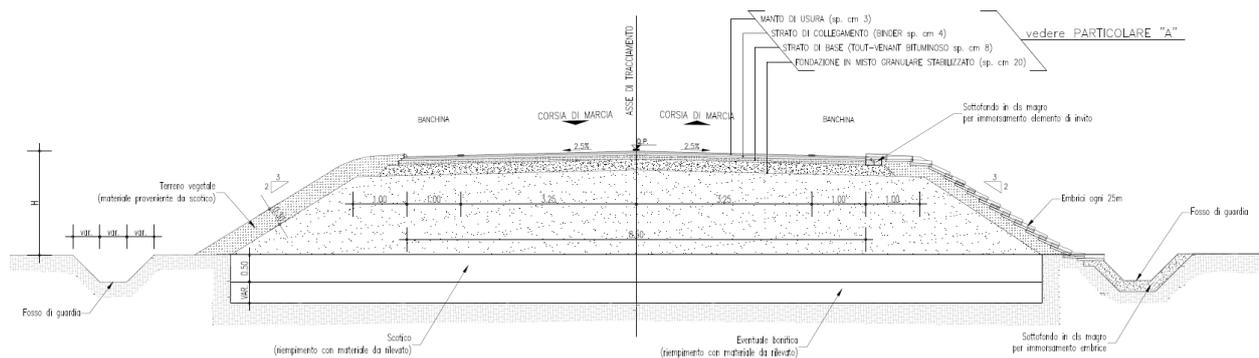


Figura 6-1. Sezione tipo in rilevato

Poiché la larghezza complessiva di pavimentato è pari a 8.50 metri, risulta superiore a quella esistente: ciò comporta la necessità di realizzare degli opportuni tratti di raccordo ad inizio e fine intervento.

- **IN TRINCEA:** la piattaforma stradale è costituita da due corsie da 3.25m (una per senso di marcia) e banchine da 1.00m, per una larghezza totale di 8.50m. Il pacchetto della pavimentazione ha uno spessore complessivo pari a 35 cm che verrà descritto nel dettaglio in seguito. A margine delle banchine sono previste delle cunette alla francese di larghezza pari a 1.00m ed altezza pari a 0.35m, allettate su un sottofondo in cls magro. A partire dalle cunette è previsto un tratto orizzontale di 0.30m dal quale partono le scarpate che presentano pendenza variabile a seconda della natura del terreno. Sulle scarpate non è previsto il ricoprimento con strato di terreno vegetale.

SEZIONE TIPO IN TRINCEA

Scala 1:50

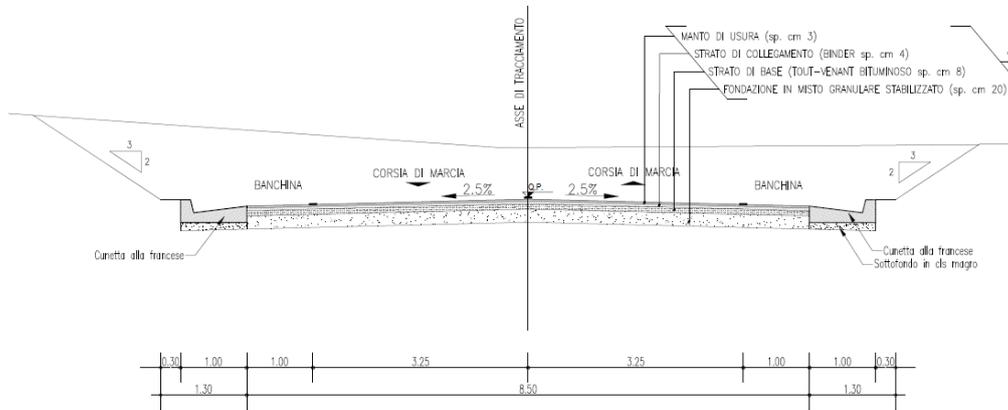


Figura 6-2. Sezione tipo in trincea

- **TRA MURI:** la piattaforma stradale è costituita da due corsie da 3.25m (una per senso di marcia) e banchine da 1.00m, per una larghezza totale di 8.50m. A margine delle banchine sono previste delle barriere redirettive del tipo New Jersey di altezza 1.0m e larghezza 0.40m, alloggiate a contatto con la parete interna dei muri che risulta verticale e ad altezza variabile. Lo spessore del pacchetto di pavimentazione in asse alla sezione è pari ad almeno 0.70m.

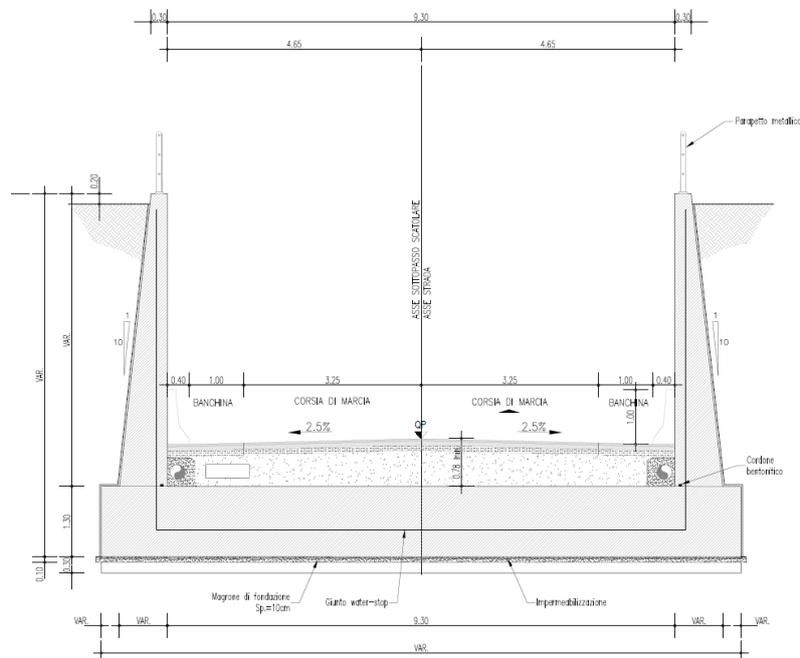


Figura 6-3. Sezione tipo tra muri

- **IN SCATOLARE:** la piattaforma stradale è costituita da due corsie da 3.25m (una per senso di marcia) e banchine da 1.00m, per una larghezza totale di 8.50m. A margine delle banchine sono previste delle barriere redirettive del tipo New Jersey di altezza 1.0m e larghezza 0.40m, alloggiate a contatto con la parete interna dello scatolare. Lo spessore del pacchetto di pavimentazione in asse alla sezione è pari ad almeno 0.70m.

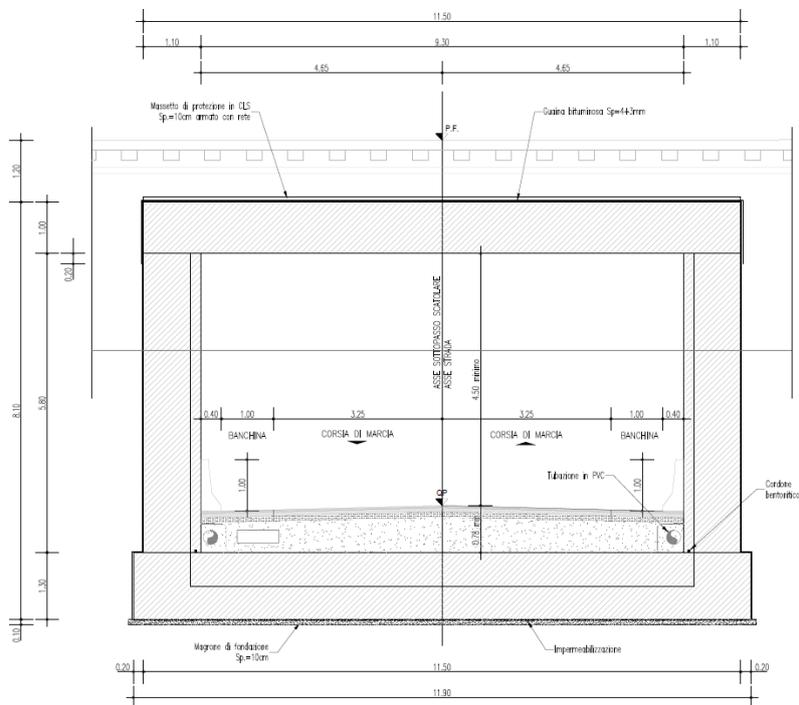


Figura 6-4. Sezione tipo in scatolare

6.1. PAVIMENTAZIONE

La pavimentazione prevista è di tipo flessibile.

Nelle Sezioni in Rilevato e Trincea presenta uno spessore totale di 35 cm ed è costituito da quattro strati:

- STRATO DI FONDAZIONE (miscela di inerti stabilizzati per granulometria e compattati) di spessore 20 cm
- BASE IN MISTO BITUMATO (conglomerato bituminoso aperto) di spessore 8 cm
- BINDER (conglomerato bituminoso semiaperto) di spessore 4 cm
- MANTO DI USURA (conglomerato bituminoso chiuso) di spessore 3 cm

Nelle Sezioni tra Muri ed in Scatolare presenta uno spessore totale minimo di 70 cm ed è costituito da quattro strati:

- STRATO DI FONDAZIONE (miscela di inerti stabilizzati per granulometria e compattati) di spessore variabile
- BASE IN MISTO BITUMATO (conglomerato bituminoso aperto) di spessore 8 cm
- BINDER (conglomerato bituminoso semiaperto) di spessore 4 cm
- MANTO DI USURA (conglomerato bituminoso chiuso) di spessore 3 cm

6.2. BARRIERE DI SICUREZZA

In considerazione delle caratteristiche del tracciato altimetrico, che si sviluppa principalmente in trincea e per un breve tratto a quota del piano campagna, non sono previste barriere di sicurezza.



7. ANALISI DI CONGRUENZA NORMATIVA

7.1. ANDAMENTO PLANIMETRICO E VERIFICA DIAGRAMMI DI VELOCITÀ

Come anticipato nel paragrafo “Criteri generali di progettazione e verifica” l’intervento si configura come riqualifica e potenziamento di una viabilità esistente, comportando pertanto un adattamento di un tratto di esigua estensione con la finalità di garantire il corretto innesto degli stessi sulla nuova geometria dell’intersezione in progetto. Ne consegue che le analisi di seguito riportate, devono essere viste come una rappresentazione dalle caratteristiche geometriche degli assi più che come una verifica normativa degli stessi.

In particolare, le uniche anomalie evidenziate nelle tabelle sono relative alla lunghezza minima dei rettifili, ma trattandosi dell’ultimo elemento del tracciato, tale verifica non risulta significativa, e alle verifiche ottiche delle curve circolari e annessi raccordi, a cui, come anticipato nel Cap. 5.1, si attribuisce un peso inferiore in rapporto agli altri parametri che risultano verificati.

Nelle tabelle seguenti vengono sintetizzate le caratteristiche planimetriche degli assi di progetto.

Dati generali sul tracciato SLF5_SC					
Progressiva Iniziale (m): -32.000		Lunghezza (m) : 183.227			
Progressiva Finale (m): 151.227					
Strada Tipo : SAledx Rampa Tipo 2 per autostrada extraurbana (1 corsia) destra					
Intervallo di Velocità di progetto (Km/h): 40 <= Vp <= 60					

Rettifilo 1 ProgI -32.000 - ProgF 0.000					
Coordinate P.to Iniziale X: 3518075.299		Coordinate P.to Finale X: 3518072.054			
Y: 6497663.451		Y: 6497631.616			

Lunghezza : 32.000		Azimut : 264.1799			

Vp (Km/h) = 35.0					
L >= Lmin = 30.000 OK					
L <= Lmax = 770.000 OK					
Rsucc = 230.000 Rsucc > Rmin = 32.000 OK					

Curva 2 Destra ProgI 0.000 - ProgF 38.489					
Coordinate vertice X: 3518070.101		Coordinate I punto Tg X: 3518072.054			
Y: 6497612.451		Coordinate I punto Tg Y: 6497631.616			
		Coordinate II punto Tg X: 3518065.779			
		Coordinate II punto Tg Y: 6497593.678			

Tangente Prim. 1: 14.358		TT1 Tangente 1: 19.264			
Tangente Prim. 2: 14.358		TT2 Tangente 2: 19.264			
Alfa Ang. al Vert.: 172.8557		Numero Archi : 1			

Clotoide in entrata ProgI 0.000 - ProgF 9.810					
Coordinate vertice X: 3518071.391		Coordinate I punto Tg X: 3518072.054			
Y: 6497625.110		Coordinate I punto Tg Y: 6497631.616			
		Coordinate II punto Tg X: 3518070.990			
		Coordinate II punto Tg Y: 6497621.864			

Raggio : 230.000		Angolo : 1.2219			
Parametro N : 1.000		Tangente lunga : 6.540			
Parametro A : 47.501		Tangente corta : 3.270			



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 RO SLF500 001Rev.
AFoglio
22 di 24

Scostamento	:	0.017	Sviluppo	:	9.810	
Pti (%)	:	2.5	Ptf (%)	:	-2.5	

Vp (Km/h) = 35.0	
A >= radq[(Vp^3-gvR(Ptf-Pti))/c]	= 14.500 OK
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 47.300 OK
A >= R/3	= 76.700 No
A <= R	= 230.000 OK
A/Au = 1.000	A/Au >= 2/3 = 0.670 OK
A/Au = 1.000	A/Au <= 3/2 = 1.500 OK

Arco ProgI 9.810 - ProgF 28.679

Coordinate vertice	X:	3518069.833	Coordinate I punto Tg	X:	3518070.990	
Coordinate vertice	Y:	6497612.496	Coordinate I punto Tg	Y:	6497621.864	

Coordinate centro curva	X:	3517842.725	Coordinate II punto Tg	X:	3518067.912	
Coordinate centro curva	Y:	6497650.061	Coordinate II punto Tg	Y:	6497603.253	

Raggio	:	230.000	Angolo al vertice	:	4.7005	
Tangente	:	9.440	Sviluppo	:	18.869	
Saetta	:	0.193	Corda	:	18.864	
Pt (%)	:	2.5				

Vp (Km/h) = 35.0	
R >= Rmin =	19.299 OK
Sv >= Smin =	24.310 No
Pt >= Pmin =	2.500 OK

Clotoide in uscita ProgI 28.679 - ProgF 38.489

Coordinate vertice	X:	3518067.246	Coordinate I punto Tg	X:	3518067.912	
Coordinate vertice	Y:	6497600.052	Coordinate I punto Tg	Y:	6497603.253	

Coordinate vertice	Y:	6497600.052	Coordinate II punto Tg	X:	3518065.779	
			Coordinate II punto Tg	Y:	6497593.678	

Raggio	:	230.000	Angolo	:	1.2219	
Parametro N	:	1.000	Tangente lunga	:	6.540	
Parametro A	:	47.501	Tangente corta	:	3.270	
Scostamento	:	0.017	Sviluppo	:	9.810	
Pti (%)	:	2.5	Ptf (%)	:	-2.5	

Vp (Km/h) = 35.0	
A >= radq[(Vp^3-gvR(Ptf-Pti))/c]	= 25.300 OK
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 47.300 OK
A >= R/3	= 76.700 No
A <= R	= 230.000 OK
Ae/A = 1.000	Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK
Ae/A = 1.000	Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK

Rettifilo 3 ProgI 38.489 - ProgF 114.394

Coordinate P.to Iniziale	X:	3518065.779	Coordinate P.to Finale	X:	3518048.750	
	Y:	6497593.678		Y:	6497519.708	

Lunghezza	:	75.905	Azimut	:	257.0356	
-----------	---	--------	--------	---	----------	--

Vp (Km/h) = 35.0						
L >= Lmin =	30.000 OK	Rprec =	230.000	Rprec > Rmin =	75.900 OK	
L <= Lmax =	770.000 OK	Rsucc =	1150.000	Rsucc > Rmin =	75.900 OK	

Curva 4 Destra ProgI 114.394 - ProgF 129.574

Coordinate vertice	X:	3518047.047	Coordinate I punto Tg	X:	3518048.750	
Coordinate vertice	Y:	6497512.312	Coordinate I punto Tg	Y:	6497519.708	

Coordinate vertice	Y:	6497512.312	Coordinate II punto Tg	X:	3518045.247	
--------------------	----	-------------	------------------------	----	-------------	--

Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 RO SLF500 001Rev.
AFoglio
23 di 24

		Coordinate II punto Tg		Y:	6497504.938
Tangente Prim. 1:	7.590	TT1 Tangente 1:	7.590		
Tangente Prim. 2:	7.590	TT2 Tangente 2:	7.590		
Alfa Ang. al Vert.:	179.2437	Numero Archi :	1		

Arco ProgI 114.394 - ProgF 129.574					
Coordinate vertice X:	3518047.047	Coordinate I punto Tg X:	3518048.750		
Coordinate vertice Y:	6497512.312	Coordinate I punto Tg Y:	6497519.708		
Coordinate centro curva X:	3516928.064	Coordinate II punto Tg X:	3518045.247		
Coordinate centro curva Y:	6497777.705	Coordinate II punto Tg Y:	6497504.938		
Raggio :	1150.000	Angolo al vertice :	0.7563		
Tangente :	7.590	Sviluppo :	15.181		
Saetta :	0.025	Corda :	15.180		
Pt (%) :	0.0				

Rettifilo 5 ProgI 129.574 - ProgF 151.227					
Coordinate P.to Iniziale X:	3518045.247	Coordinate P.to Finale X:	3518040.111		
Y:	6497504.938	Y:	6497483.903		
Lunghezza :	21.653	Azimut :	256.2793		
Vp (Km/h) =	35.0				
L >= Imin =	30.000 OK	Rprec =	1150.000	Rprec > Rmin =	21.650 OK
L <= Imax =	770.000 OK				

Tabella 7-1. Verifica delle caratteristiche planimetriche

Nelle tabelle seguenti vengono riportati i diagrammi di velocità degli assi di progetto.

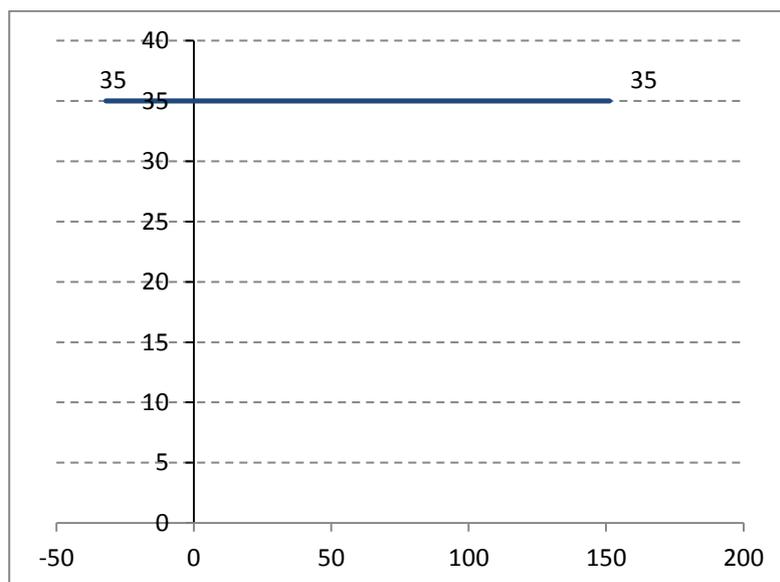


Tabella 7-2. Diagramma delle velocità

7.2. ANDAMENTO ALTIMETRICO

Nelle tabelle seguenti vengono sintetizzate le caratteristiche altimetriche.

ELEMENTI TRACCIATO ALTIMETRICO - VERTICI							
N	Prog.	Quota	Parziale	i (%)	Dislivello	Lunghezza	Esito Verif.
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
0	-32.00	100.29	0.00	0.00	0.00	0.00	
1	6.01	100.33	38.01	0.11	0.04	38.01	OK
2	56.98	97.06	50.97	-6.42	-3.27	51.08	OK
3	112.16	100.99	55.18	7.13	3.94	55.32	OK
4	151.23	100.89	39.06	-0.26	-0.10	39.06	OK

ELEMENTI TRACCIATO ALTIMETRICO - RACCORDI							VERIFICA RACCORDI ALTIMETRICI			
N	Rv	delta i	Progr Inizio (m)	Progr Fine (m)	Lung. (m)	i1	i2	Vp	Rv,min	Esito
		(%)				(%)	(%)			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(11)	(12)
1	200	-6.53	-0.52	12.54	13.07	0.11	-6.42	35	196.3	OK
2	535	13.55	20.76	93.21	72.50	-6.42	7.13	35	534.4	OK
3	300	-7.39	101.08	123.24	22.18	7.13	-0.26	35	264.9	OK

Tabella 7-3. Verifica delle caratteristiche altimetriche