



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 20586\_03

Progetto  
IN05

Lotto  
00

Codifica Documento  
D E2 RO SLB2 00 001

Rev.  
0

Foglio  
2 di 15

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA E RIFERIMENTI.....</b>	<b>4</b>
2.1	OPERE IN C.A. E STRUTTURE METALLICHE .....	4
2.2	SISMICA .....	4
2.3	GEOTECNICA , FONDAZIONI E GEOLOGIA .....	5
2.4	STRUTTURE PREFABBRICATE.....	5
2.5	PONTI STRADALI.....	5
2.6	BARRIERE STRADALI.....	5
2.7	STRADE.....	5
2.8	NORME DELLE “FERROVIE DELLO STATO”.....	6
2.9	ALTRI DOCUMENTI .....	6
<b>3</b>	<b>ELABORATI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA STRADA IN PROGETTO.....</b>	<b>8</b>
4.1	VERIFICHE DEL TRACCIATO.....	8
4.1.1	<i>Verifica caratteristiche planimetriche.....</i>	<i>8</i>
4.1.2	<i>Verifica del parametro A delle curve a raggio variabile .....</i>	<i>9</i>
4.2	ANDAMENTO PLANIMETRICO DELL'ASSE.....	10
4.2.1	<i>Elementi dell'asse a curvatura costante.....</i>	<i>11</i>
4.2.2	<i>Elementi dell'asse a curvatura variabile.....</i>	<i>11</i>
4.2.3	<i>Verifica delle caratteristiche altimetriche .....</i>	<i>11</i>
4.2.4	<i>Distanza di visibilità.....</i>	<i>12</i>
4.3	INTERSEZIONI.....	13
<b>5</b>	<b>PAVIMENTAZIONE STRADALE .....</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>BARRIERE STRADALI.....</b>	<b>15</b>

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 20586\_03

Progetto  
IN05

Lotto  
00

Codifica Documento  
D E2 RO SLB2 00 001

Rev.  
0

Foglio  
3 di 15

## 1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione è il progetto definitivo relativo al sottopasso stradale S.P.n°37 alla progressiva 93+242.961 (B.P.), ubicato nei pressi della nuova stazione ferroviaria di Montichiari (BS), opera compresa nei lavori di realizzazione della nuova linea ferroviaria A.C. Torino-Venezia, tratta Milano-Verona.

Il tracciato in progetto consta di un unico ramo, individuato dalla sigla AX1, che presenta una lunghezza complessiva pari a 900 m circa: si tratta di una leggera deviazione verso Ovest dell'attuale tracciato della SP n°37, all'interno della quale è prevista la realizzazione di un sottopasso stradale sotto la nuova linea ferroviaria.

Il tracciato parte a Sud della nuova linea ferroviaria con un rettilineo in discesa.

Oltrepassata la nuova linea ferroviaria con il sottopasso sotto il rilevato della linea A.C. la strada risale facendo una curva dapprima verso Est e poi verso Ovest per raccordarsi a nord con il tracciato esistente della S.P. n°37.

Per quanto riguarda le caratteristiche tecniche dello scatolare e dei manufatti ad esso connessi (muri andatori, muri a U) si può fare riferimento alla Relazione di Calcolo.

## 2 **NORMATIVA E RIFERIMENTI**

La progettazione stradale condotta e le disposizioni esecutive sono conformi alle norme attualmente in vigore.

### 2.1 **OPERE IN C.A. E STRUTTURE METALLICHE**

- Legge 5 novembre 1971 n. 1086 - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica
- Circ. Min. LL.PP. 14 Febbraio 1974, n. 11951 – Applicazione della L. 5 novembre 1971, n. 1086”
- Circ. Min. LL.PP. 23 ottobre 1979 n. 19581 – L. 5 novembre 1981, n. 1086 – Collaudo statico
- D. M. Min. LL. PP. del 09 gennaio 1996 - Norme Tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato e precompresso e per le strutture metalliche;
- Circolare Min. LL. PP. n. 252 AA.GG./S.T.C. del 15.10.1996 - Istruzioni per l’applicazione delle “Norme tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche” di cui al D. M. 9 gennaio 1996.
- D. M. Min. LL. PP. del 16 gennaio 1996 - Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi;
- Circolare Min. LL.PP. n. 156AA.GG./STC. del 4 luglio 1996 – Istruzioni per l’applicazione delle “Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi” di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996;

### 2.2 **SISMICA**

- Legge n. 64 del 2 febbraio 1974 – Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- D. M. Min. LL. PP. del 16 gennaio 1996 - Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- Circolare dei LL.PP. n. 65/AA.GG. del 10 aprile 1997 - Istruzioni per l’applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche” di cui al D. M. del 16.01.1996;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri –Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003– Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri – Ordinanza n. 3316 del 2 ottobre 2003 – Modifiche ed integrazioni all’ Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri –Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003– recante “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”
- Decreto 21 ottobre 2003 – disposizioni attuative dell’art. 2, commi 2, 3 e 4 dell’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri –Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003– recante “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”
- Nota esplicativa Dip. Protezione Civile Uff. SSN 4 giugno 2003 – nota esplicativa all’ Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri –Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003– recante “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”



### **2.3 GEOTECNICA , FONDAZIONI E GEOLOGIA**

- D.M. Min. LL.PP. del 11 marzo 1988 - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;
- Circolare Ministero LL.PP. n. 30483 del 24 settembre 1988 – Norme tecniche per terreni e fondazioni - Istruzioni applicative
- Circ. M. LL.PP. 9 gennaio 1996, n. 218/24/3 – D.M. 11 marzo 1988 – Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica;

### **2.4 STRUTTURE PREFABBRICATE**

- D. M. Min. LL. PP. del 3 dicembre 1987 – Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate
- Circolare Min. LL. PP. n. 31104 del marzo 1989 – Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate

### **2.5 PONTI STRADALI**

- D. M. Min. LL. PP. del 4 maggio 1990 – Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, la esecuzione e il collaudo dei ponti stradali
- Circolare Min. LL. PP. n. 34233 del 25 febbraio 1991 – Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali

### **2.6 BARRIERE STRADALI**

- D.m. 18 febbraio 1992, n. 223 (G.U. n. 139 del 16.6.95) – barriere stradali di sicurezza. Decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223
- Circolare 9 giugno 1995, n. 2595 (G.U. n. 139 del 16.6.95) – barriere stradali di sicurezza. Decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223.
- D.M. 15 ottobre 1996 (G.U. n. 283 del 3.12.96) – Aggiornamento del decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223, recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza
- D. M. Min. LL. PP. del 3 giugno 1998 – Ulteriore aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione
- D. M. Min. LL. PP. del 11 giugno 1999 – Integrazioni e modificazioni al decreto ministeriale 3 giugno 1998, recante “Aggiornamenti delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza “
- D.M. 2 agosto 2001 (G.U. n. 301 del 29.12.01) – Proroga dei termini previsti dall'art. 3 del D.M. 11 giugno 1999, inerente le barriere stradali di sicurezza
- D.M. 21 giugno 2004 (G.U. n. 182 del 05.08.04) – Barriere stradali di sicurezza. D.M. 21 giugno 2004

### **2.7 STRADE**

- D.M. 5 novembre 2001 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade
- D.M. 22 aprile 2004 – Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”
- Decreto Legislativo 30 aprile 1992 n. 285– Nuovo codice della strada;



- D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495 – Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada;
- D.Lgs. 15 gennaio 2002 n. 9 – disposizioni integrative e correttive del nuovo codice della strada, a norma dell'articolo 1, comma 1, della L. 22 marzo 2001, n. 85.
- D.L. 20 giugno 2002 n. 121 – disposizioni urgenti per garantire la sicurezza nella circolazione stradale
- L. 1 agosto 2002 n. 168 – conversione in legge, con modificazioni, del D.L. 20 giugno 2002, n. 121, recante disposizioni urgenti per garantire la sicurezza nella circolazione stradale
- D.L. 27 giugno 2003 n. 151 – modifiche ed integrazioni al codice della strada
- L. 1 agosto 2003 n. 214 – conversione in legge, con modificazioni, del D.L. 27 giugno 2003, n. 151, recante modifiche ed integrazioni al codice della strada
- D.M. 30 novembre 1999 n. 557 – Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili
- Bollettino CNR n. 150 – Norme sull'arredo funzionale delle strade urbane

## 2.8 Norme delle “Ferrovie dello Stato”

- Specifiche Tecniche di interoperabilità del sottosistema manutenzione del sistema ferroviario transeuropea ad alta velocità di cui all'art. 6, paragrafo 1, della direttiva 96/48/CE del 23 luglio 1996.
- Istruzione 44A - Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo di cavalcavia e passerelle pedonali sovrastanti la sede ferroviaria
- Istruzione 44b – Istruzioni tecniche per manufatti sotto binario da costruire in zona sismica

## 2.9 Altri documenti

- CNR 10025/98 – Istruzioni per il progetto, l'esecuzione e il controllo delle strutture prefabbricate in calcestruzzo
- CNR 10018/87 – Apparecchi d'appoggio in gomma e PTFE nelle costruzioni. Istruzioni per il calcolo e l'impiego
- CNR 10024/86 – Analisi mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo
- Progetto preliminare della tratta Milano / Verona - febbraio 2003 (Prot. C2AV/2099/04 del 16-02-04)
- Italferr (ITF) – “Istruttorie sul Progetto Preliminare e sul S.I.A.” – marzo 2003
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (MIT): “Relazione istruttoria con proposta di finanziamento” - ottobre 2003
- Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica (CIPE) : “Primo programma delle opere strategiche Linea AC/AV MI-VR” – GU n. 132 del 08.06.04

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 20586\_03

Progetto  
IN05

Lotto  
00

Codifica Documento  
D E2 RO SLB2 00 001

Rev.  
0

Foglio  
7 di 15

### 3 ELABORATI DI RIFERIMENTO

DESCRIZIONE	CODICE
SOTTOPASSO SP 37 TIPO F1 – RELAZIONE DI CALCOLO	A20200DE2CLSLB2000010
SOTTOPASSO SP 37 TIPO F1 – RELAZIONE TECNICA GENERALE	A20200DE2ROSLB2000010
SOTTOPASSO SP 37 TIPO F1 – RELAZIONE IDRAULICA	A20200DE2RISLB2000010
SOTTOPASSO SP 37 TIPO F1 – PIANTA E SEZIONE LONGITUDINALE 1/2	A20200DE2PZSLB2000010
SOTTOPASSO SP 37 TIPO F1 – PIANTA E SEZIONE LONGITUDINALE 2/2	A20200DE2PZSLB2000020
SOTTOPASSO SP 37 TIPO F1 PARTICOLARI COSTRUTTIVI 1/2	A20200DE2BZSLB2000010
SOTTOPASSO SP 37 TIPO F1 PARTICOLARI COSTRUTTIVI 2/2	A20200DE2BZSLB2000020
SOTTOPASSO SP 37 Tipo F1 DIAGRAMMI DI VELOCITA' E VISUALE LIBERA	A20200DE2D7ITB2000010
SOTTOPASSO SP 37 Tipo F1- PLANIMETRIA DI PROGETTO	A20200DE2P7ITB2000010
SOTTOPASSO SP 37 Tipo F1- PLANIMETRIA DI TRACCIAMENTO	A20200DE2P7ITB2000020
SOTTOPASSO SP 37 Tipo F1- PROFILO LONGITUDINALE	A20200DE2F7ITB2000010
SOTTOPASSO SP 37 Tipo F1- SEZIONI TRASVERSALI 1/2	A20200DE2W9ITB2000010
SOTTOPASSO SP 37 Tipo F1- SEZIONI TRASVERSALI 2/2	A20200DE2W9ITB2000020
SOTTOPASSO SP 37 Tipo F1-DEVIAZ PROV PLAN TRACCIAMENTO PROF E SEZ TIPO	A20200DE2LXITB2000010

Tutti gli elaborati di riferimento citati all'interno del documento sono da intendersi con codice commessa "IN05" in luogo di "A202"

## 4 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA STRADA IN PROGETTO

La strada presenta caratteristiche geometriche e di sezione equivalenti alle strade extraurbane secondarie Tipo F1 secondo quanto previsto dalle norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade D.M. 05.11.2001, alla luce del nuovo codice stradale.

Secondo tale Norme l'intervallo di velocità progetto è fissato pari a 60-100 Km/h, mentre la piattaforma stradale è caratterizzata da due corsie da m. 3,50 più la banchina in dx e sx da m 1,00.

Per l'asse stradale in esame si assume  $V_p = 70$  km/h.

Il tracciato studiato presenta un andamento plano-altimetrico piuttosto regolare per la gran parte del suo sviluppo.

Dal punto di vista planimetrico il raggio utilizzato è unico ed è pari a 240 m.

Dal punto di vista altimetrico le pendenze longitudinali si mantengono sempre inferiori all'1 %, tranne che per lo scavalco della linea ferroviaria FS Milano – Brescia dove le livellette di approccio raggiungono il 3,5 %.

### 4.1 Verifiche del tracciato

Le verifiche del tracciato sono state svolte, per l'analisi di congruenza delle caratteristiche di composizione planimetrica ed altimetrica dell'asse e dell'organizzazione delle sezioni trasversali tipo, secondo le normative di riferimento "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" D.M. 05.11.2001.

#### 4.1.1 **Verifica caratteristiche planimetriche**

La verifica delle caratteristiche planimetriche è stata eseguita controllando, in relazione alla tipologia C1, le seguenti condizioni:

#### **Raggio minimo delle curve planimetriche**

Il valore del raggio minimo è stato calcolato facendo riferimento alle tabelle presenti nel D.M. 5.11.2001, per le strade tipo C; la relazione tra raggio di curvatura e velocità della curva stessa è riportata in un abaco all'interno della normativa (Fig. 5.2.4.a) e riassunto nella tabella seguente:

Raggio di curvatura (m)	118	178	252	339	437
Velocità di progetto (km/h)	60	70	80	90	100

$$R_{\min} = 118 \text{ (m)}$$

$$R^* = 437 \text{ (m)}$$

$$R_{2.5} = 2187 \text{ (m)}$$

Nel nostro caso il tracciato presenta un unico raggio pari a 240 m.

#### **Rettifili**

Per evitare il superamento delle velocità consentite, la monotonia, la difficile valutazione delle distanze e per ridurre l'abbagliamento nella guida notturna è opportuno che la lunghezza dei rettifili sia contenuta entro:

$$L_r = 22 \times V_{pMax} = 1760m \quad \text{dove } V_{pMax} = 70 \text{ km/h}$$

Un rettifilo inoltre, per essere correttamente percepito come tale dall'utente, deve avere una lunghezza non inferiore ai valori riportati nella tabella seguente.

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due 

ALTA SORVEGLIANZA

 ITALFERR

Doc. N. 20586\_03

Progetto  
IN05Lotto  
00Codifica Documento  
D E2 RO SLB2 00 001Rev.  
0Foglio  
9 di 15

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

Nel nostro caso si ha un unico rettifilo di lunghezza pari a circa 422 m, per cui risultano soddisfatti i criteri precedentemente esposti.

### **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, valutato con riferimento alla velocità di progetto della curva, pari a:

$$L_{C,\min} = 2.5 \times V_p (m/s)$$

A tal fine possono essere di aiuto i valori riportati nella tabella seguente:

Velocità (km/h)	60	70	80	90	100
Sviluppo min (m)	41.7	48.6	55.6	62.5	69.4

Nel nostro caso sull'intero tracciato si ha un valore minimo dello sviluppo della curva pari a 48,60, coincidente al minimo normativo previsto, in corrispondenza della prima curva verso Est dopo il sottopasso.

### **4.1.2 Verifica del parametro A delle curve a raggio variabile**

In tutti i casi in cui sono state inserite curve a raggio variabile sono state eseguite le seguenti verifiche:

#### **Criterio 1 (Limitazione del contraccolpo)**

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

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

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

Nelle sezioni di estremità di un arco di clotoide la carreggiata stradale presenta differenti assetti trasversali, che vanno raccordati longitudinalmente, introducendo una sovrappendenza nelle linee di estremità della carreggiata rispetto alla pendenza dell'asse di rotazione.

Nel caso in cui il raggio iniziale sia di valore infinito (rettilineo o punto di flesso), il parametro deve verificare la seguente disuguaglianza:

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

dove:

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

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

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

dove  $i_{ci}$  = pendenza trasversale iniziale, in valore assoluto

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

con  $i_{cf}$  = pendenza trasversale finale, in valore assoluto

### Critério 3 (Ottico)

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

$$A \geq R/3$$

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

$$A \leq R$$

Nella tabella che segue sono stati riportati per ciascuna clotoide i valori minimi di A ottenuti applicando i criteri suddetti e il valore di A utilizzato (per l'ubicazione delle varie clotoidi si veda il paragrafo successivo).

	V km/h	A <sub>min,1</sub> Contraccolpo	A <sub>min,2</sub> Sovrapendenza	A <sub>min,3</sub> Ottico	A
Clotoide 1	70	116,69	80,00	100,664	<b>132,00</b>
Clotoide 2	70	107,729	80,00	86,410	<b>108,00</b>
Clotoide 3	70	107,729	80,00	86,410	<b>108,00</b>
Clotoide 4	70	116,69	80,00	100,664	<b>108,00</b>

## 4.2 Andamento planimetrico dell'asse

L'andamento planimetrico dell'asse, costruito secondo i criteri esposti nel paragrafo precedente, è riportato sulle planimetrie di progetto ove in corrispondenza dei punti notevoli sono riportati, oltre alla progressiva, i dati relativi agli elementi geometrici (raggi, clotoidi, rettifili).

Si riporta di seguito una tabella riepilogativa delle caratteristiche degli elementi del tracciato in esame.

### RAMO AX1

Elemento	Progr. Inizio	Progr. Fine	Raggio	Lunghezza
RETTIFILO	0,00	422,37		422,37
CLOTOIDE 1	422,37	495,337		72,967
ARCO	495,337	655,299	240,00	159,962
CLOTOIDE 2	655,299	699,142		43,844
CLOTOIDE 3	699,142	742,986		43,844
ARCO	742,986	790,095	240,00	48,600
CLOTOIDE	790,095	862,695		72,600
RETTIFILO	862,695	899,366		36,671

#### 4.2.1 Elementi dell'asse a curvatura costante

Questi elementi sono costituiti da rettili e archi circolari; il loro dimensionamento è stato dettato dai criteri esposti nei punti precedenti in accordo alle norme di riferimento citate.

L'allargamento della sede stradale è stato effettuato in accordo a quanto previsto al punto 5.2.7 della vigente normativa.

#### 4.2.2 Elementi dell'asse a curvatura variabile

Questi elementi sono costituiti dalle clotoidi, rappresentabili da un'espressione parametrica del tipo:  $rs = A^2$  (caso particolare di una famiglia di curve parametriche di espressione  $rs^n = A^{(n+1)}$  dove  $n =$  parametro di forma e  $A =$  parametro geometrico).

Il loro dimensionamento avviene imponendo al parametro geometrico dei valori che non siano inferiori ai valori limiti indicati precedentemente.

Questi valori, come già detto, sono la conseguenza del rispetto di vincoli dinamici e geometrici tradotti in termini di parametro geometrico.

L'allargamento della sede stradale è stato effettuato in accordo a quanto previsto al punto 5.2.7 della vigente normativa.

#### 4.2.3 Verifica delle caratteristiche altimetriche

##### Pendenze longitudinali massime

La pendenza massima delle livellette, consentita dal D.M. 05.11.2001 per strade di tipo F è pari al 10%.

La pendenza massima adottata nel nostro caso è stata del 3,5%.

##### Raccordi verticali convessi (dossi)

Con riferimento alle distanze di visibilità, il raggio minimo viene determinato come di seguito:

Siano:

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

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

$\Delta_i =$  variazione di pendenza delle due livellette, espressa in percento [%]

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

$h_2 =$  altezza dell'ostacolo [m]

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

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

se invece  $D > L$

$$R_v = \frac{2x100}{\Delta_i} x \left( D - 100x \frac{h_1 + h_2 + 2x\sqrt{h_1 x h_2}}{\Delta_i} \right)$$

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.

Nel nostro caso la verifica verrà effettuata, sia per i raggi convessi che per quelli concavi, per il tratto relativo allo scavalco ferroviario.

Considerando infatti una distanza di visibilità massima da realizzare per l'arresto valutata con le prescrizioni riportate nella normativa (tabella 5.1.2.c) pari a circa 105 m si ottiene un valore minimo per il raggio convesso pari a 3400 m, inferiore la valore 3600 m utilizzato nel progetto.

### **Raccordi verticali concavi (sacche)**

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

siano:

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

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

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

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

$\theta$  = massima divergenza verso l'alto del fascio luminoso rispetto l'asse del veicolo.

se  $D$  è inferiore allo sviluppo del raccordo si ha

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

se invece  $D > L$

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

e ponendo  $h = 0,5$  m e  $\theta = 1^\circ$  si hanno i valori riportati nella fig. 5.3.4.a del D.M. 05.11.2001.

Nel nostro caso considerando una distanza di visibilità da realizzare per l'arresto valutata con le prescrizioni riportate nella normativa (tabella 5.1.2.c) pari a 105 m, si ottengono valori minimi per il raggio concavo pari a 2400 m circa, a fronte del valore 2500 m utilizzato in progetto.

### **4.2.4 Distanza di visibilità**

Per quanto riguarda le verifiche di visibilità per la strada in oggetto, esse sono state effettuate sul ramo 3 nel quale la presenza delle barriere di sicurezza laterali costituisce ostacolo alla visibilità, in particolare sulle due curve in sinistra di raggio rispettivamente 700 m e 340 m.

La verifica è relativa agli utenti che percorrono la strada in direzione Sud.

La distanza di visibilità per l'arresto è stata calcolata in base al grafico riportato nella figura 5.1.2.c del D.M. 05.11.2001, ottenendo nel nostro caso valori massimi pari a circa 165 m per la curva di raggio 700 m e 140 m per la curva di raggio 340 m.

Il franco  $F$  di visibilità necessario si ricava dalla relazione seguente:

$$F = R \left( 1 - \cos \frac{D}{2R} \right)$$

Tale valore, confrontato con il franco ottico disponibile di 3.375 m, pari al valore ottenuto dalla somma della metà della larghezza della carreggiata e della larghezza della banchina, determina l'entità degli allargamenti da realizzare per ottenere la visibilità necessaria.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 20586\_03

Progetto  
IN05

Lotto  
00

Codifica Documento  
D E2 RO SLB2 00 001

Rev.  
0

Foglio  
13 di 15

Nel nostro caso risulta:

<i>DISTANZA</i>	<i>RAGGIO</i>	<i>FRANCO NECESSARIO</i>	<i>FRANCO DISPONIBILE</i>	<i>ALLARGAMENTO</i>
<b>105</b>	<b>240</b>	<b>5,719</b>	<b>3,350</b>	<b>2,400</b>

#### **4.3 Intersezioni**

Lungo il tracciato è presente un'unica intersezione a raso con:

- verso Ovest: viabilità esistente;
- verso Est: nuova strada di collegamento con Via dei Mercanti (asse AX3)

In corrispondenza dell'incrocio il raccordo dei cigli è stato effettuato con una curva tricentrica da norma. Con  $R_2 = 20$  m.

A cause dei vincoli rappresentati dalle viabilità esistenti e dalla presenza di fabbricati lungo il tracciato non è stato possibile realizzare l'incrocio in piano, ma lo si è posizionato all'inizio delle rampa in discesa del sottopasso ferroviario

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 20586\_03

Progetto  
IN05

Lotto  
00

Codifica Documento  
D E2 RO SLB2 00 001

Rev.  
0

Foglio  
14 di 15

## 5 PAVIMENTAZIONE STRADALE

La composizione del pacchetto stradale, secondo quanto riportato anche nelle sezioni tipo allegate al presente progetto, è conforme a quanto riportato nella tabella seguente.

<b>Strato</b>	<b>Spessore</b>
Manto di usura in conglomerato bituminoso chiuso	cm 3
Strato di binder in conglomerato bituminoso semiaperto	cm 4
Strato di base in misto bitumato in conglomerato bituminoso aperto	cm 8
Strato di fondazione in misto granulare stabilizzato	cm 20

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 20586\_03

Progetto  
IN05

Lotto  
00

Codifica Documento  
D E2 RO SLB2 00 001

Rev.  
0

Foglio  
15 di 15

## 6 BARRIERE STRADALI

Con riferimento alla vigente normativa ed in assenza di studi di traffico per la strada in progetto, che definiscono il Traffico Giornaliero Medio e la prevalenza dei mezzi che la compongono, per la scelta delle barriere di sicurezza da predisporre si è assunto un traffico tipo III, corrispondente ad un TGM maggiore di 1000 con presenza di veicoli di massa superiore a 3000 kg maggiore del 15% del totale.

In virtù delle caratteristiche plano-altimetriche del tracciato stradale, ed avendo prevista una profilatura delle scarpate con pendenza 1/2 fino ad un'altezza del piano viabile di 1,50 m sul piano campagna, non è necessario prevedere l'installazione di barriere di sicurezza.