

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 DEFINITIVO**

OPERE DI ATTRAVERSAMENTO STRADALE

**CAVALCAFERROVIA VIA CAVOUR 229 A4
km 100+186,81**

IL PROGETTISTA

PIACENTINI INGEGNERI s.r.l
Dott. Ing. Luca Piacentini
Ordine degli Ingegneri di Bologna

IL PROGETTISTA INTEGRATORE

saipem spa
Tommaso Taranta
Dottore in Ingegneria Civile Iscritto all'albo
degli Ingegneri della Provincia di Milano
al n. A23408 - Sez. A Settori:
a) civile e ambientale b) industriale c) dell'informazione
Tel. 02.52020357 - Fax 02.52020309
C.F. e P.IVA 00825790157

RELAZIONE TECNICA GENERALE

ALTA SORVEGLIANZA



Verificato	Data	Approvato	Data

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I	N	0	5	0	0	D	E	2	R	O	I	R	1	7	0	0	0	0	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

PROGETTAZIONE GENERAL CONTRACTOR									Autorizzato/Data
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Consorzio Cepav due Project Director (Ing. F. Lombardi) Data: _____
0	31.03.14	Emissione per CdS	PIACENTINI	31.03.14	AG. R. BI	31.03.14	LAZZARI	31.03.14	

SAIPEM S.p.a. COMM. 032121

Data: 31.03.14

Doc. N.: 30469_06.doc



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

CUP: F81H91000000008



INDICE

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVA E RIFERIMENTI.....	5
2.1	<i>Opere in c.a. e strutture metalliche</i>	<i>5</i>
2.2	<i>Ponti stradali</i>	<i>6</i>
2.3	<i>Geotecnica, fondazioni e geologia.....</i>	<i>7</i>
2.4	<i>Principali istruzioni C.N.R.</i>	<i>7</i>
2.5	<i>Ulteriori prescrizioni e specifiche tecniche di RFI e ITALFERR.....</i>	<i>7</i>
2.6	<i>Barriere stradali</i>	<i>8</i>
2.7	<i>Strade.....</i>	<i>9</i>
3	ELABORATI DI RIFERIMENTO	10
4	PARTE STRADALE	11
4.1	<i>DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO</i>	<i>11</i>
4.2	<i>TRACCIATO STRADALE</i>	<i>12</i>
4.3	<i>BARRIERE DI SICUREZZA.....</i>	<i>19</i>
4.4	<i>SOVRASTRUTTURA STRADALE.....</i>	<i>22</i>
5	OPERE D'ARTE	23
5.1	<i>IMPALCATI.....</i>	<i>23</i>
5.2	<i>PILE</i>	<i>24</i>
5.3	<i>SPALLE.....</i>	<i>24</i>
5.4	<i>VINCOLAMENTO DEGLI IMPALCATI.....</i>	<i>25</i>
5.5	<i>GIUNTI</i>	<i>26</i>



1 PREMESSA

Nella presente relazione si descrivono le caratteristiche relative alla nuova viabilità riferita al cavalcaferrovia denominato “Cavalcavia Via Cavour 229 A4 – IV17” che sovrappassa la futura linea AV/AC Milano-Verona in prossimità della progressiva 100+186,81.

L’andamento planimetrico dell’opera è in rettilineo.

La viabilità in progetto al di sopra del cavalcavia è una strada di tipo F2.

La sezione trasversale dell’opera è costituita da una sede carrabile di 8.50m, e da due cordoli esterni larghezza complessiva pari a 1.85m che ospitano un marciapiede.

Il Cavalcaferrovia, di lunghezza complessiva 205.00m, è costituito da 5 campate con luci variabili da 35.00m a 55.00m.

L’impalcato è della tipologia mista “acciaio-calcestruzzo” costituito da 2 travi a “doppio T” in acciaio, di altezza variabile e soletta in calcestruzzo armato gettato in opera, di spessore medio pari a 0.30m. Le due travi sono collegate in campata e su pile e spalle da diaframmi a parete piena posti ad interasse di 5.00m.

Il sistema di vincolamento è costituito da dispositivi di appoggio a calotta sferica.

Le spalle dell’opera sono in conglomerato cementizio armato, e presentano una platea con fondazione su pali di grande diametro ($\Phi 1200$).

Le pile sono a setto continuo in c.a, di spessore 1.20m e larghezza 8.20m e orientate perpendicolarmente al tracciato stradale. Le dimensioni in altezza sono determinate dall’andamento altimetrico del tracciato stradale e dallo spessore dell’impalcato.

Si prevede di realizzare le fondazioni delle pile su pali trivellati in conglomerato cementizio armato di diametro 1200mm.

Nella tabella seguente si riporta il riepilogo delle caratteristiche geometriche delle campate ed il tipo di attraversamento previsto.

Le grandezze sono espresse in metri.

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 30469_06

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2ROIR1700-001

Rev.
0

Foglio
4 di 26

	L campata
SpA	
P1	35.00
Autostrada A4	
P2	50.00
campata AV/AC	
P3	45.00
P3	70.00
P4	
campata AV/AC	
P5	55.00
P5	40.00
SpB	



2 **NORMATIVA E RIFERIMENTI**

Le normative adottate per la progettazione sono elencate di seguito.

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. del 14 Febbraio 1974, n. 11951 - Applicazione della L. 5 novembre 1971, n. 1086;

Circ. Min. LL. PP. del 23 ottobre 1979 n. 19581 - L. 5 novembre 1981, n. 1086 – Collaudo statico;

D. M. Min. LL. PP. del 14 febbraio 1992 - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche;

Circ. Min.LL.PP. n°37406 AA.GG./STC del 24 giugno 1993 - Istruzioni per l'applicazione delle " Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al decreto ministeriale 14 febbraio 1992.

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 ottobre 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. 156 AA.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;

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";

UNI EN 197-1 giugno 2001 – “Cemento: composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni

UNI EN 11104 marzo 2004 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”, Istruzioni complementari per l’applicazione delle EN 206-1

UNI EN 206-1 ottobre 2006 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”

Linee guida sul calcestruzzo strutturale - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale

2.2 *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;



2.3 *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 - Istruzioni 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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione, di cui al decreto ministeriale 11 marzo 1988;

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 *PRINCIPALI ISTRUZIONI C.N.R.*

CNR UNI 10016 - Costruzioni in acciaio - travi composte di acciaio e calcestruzzo. Istruzioni per il calcolo e l'esecuzione;

CNR 196/2000 - Strutture composte di acciaio e calcestruzzo. Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni;

CNR 10012/85 - Istruzioni per la valutazione delle Azioni sulle costruzioni;

CNR 10018/87 - Apparecchi d'appoggio in gomma e PTFE nelle costruzioni. Istruzioni per il calcolo e l'impiego;

CNR 10030/87 - Anime irrigidite di travi a parete piena;

CNR 10024/86 - Analisi mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo;

CNR 10011/86 - Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione;

2.5 *ULTERIORI PRESCRIZIONI E SPECIFICHE TECNICHE DI RFI E ITALFERR*

Direttiva 96/48/CE del 23 luglio 1996 - Specifiche Tecniche di interoperabilità del sottosistema manutenzione del sistema ferroviario transeuropea ad alta velocità di cui all'art. 6, paragrafo 1;

Istruzione I/SC/PS-OM/2298 del 13 gennaio 1997 - Sovraccarichi per il calcolo dei ponti ferroviari - Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo;



RFI DINIC MA PO 00 001 - RFI - Rete Ferroviaria Italiana - Manuale di Progettazione Ponti;
Istruzione n.° 44a F.S.- Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo di cavalcavia e passerelle pedonali sovrastanti la sede ferroviaria;
Istruzione n.° 44b F.S. - Istruzioni tecniche per manufatti sotto binario da costruire in zona sismica (ed. 14.04.98);
Istruzione n.° 44e F.S. - Istruzioni tecniche per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti negli impalcati ferroviari;
Istruzione n.° 44f F.S. - Verifiche a fatica dei ponti ferroviari metallici;
Istruzione n.° 44s F.S. - Specifica tecnica per la saldatura ad arco di strutture destinate a ponti ferroviari;
IL.V.1 CM S.LC 1978 e modificazioni - Capitolato Tecnico per le forniture dei prodotti di acciaio laminati a caldo, profilati unificati od in profilati F.S.;

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



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

D.Lgs. 19 aprile 2006 - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali

Regione Lombardia – Regolamento regionale 24 aprile 2006 n.7 – Norme tecniche per la costruzione delle strade



3 ELABORATI DI RIFERIMENTO

PLANIMETRIA LINEA A.C. DAL KM 100+224.970 AL KM 101+024.970	IN0500DE2P7IF0002092
PROFILO LONGITUDINALE LINEA A.C. DAL KM 101+200.000 AL KM 101+100.000	IN0500DE2F7IF0001081
RELAZIONE GEOTECNICA	IN0500DE2RBIV170X001
TIPOLOGICO SOLETTA IMPALCATI STRUTTURA MISTA – CATEGORIA F2 – LASTRE TRALICCIATE	IN0500DE2BZIV0008003
TIPOLOGICO CARPENTERIA METALLICA IMPALCATO – CATEGORIA F2 – CONTROVENTI SUPERIORI E RITEGNI SISMICI	IN0500DE2BZIV0007016
CVF STRADE CAT F2 : CARPENTERIA IMPALCATO	IN0500DE2BBIV0005019
TIPOLOGICO CVF SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE TAV 1/2	IN0500DE2PZIV0003001
TIPOLOGICO CVF SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE TAV 2/2	IN0500DE2PZIV0003002
SEZIONI TIPO IN RILEVATO STRADA CATEGORIA F2	IN0500DE2WBIR0004007
CVF SEZIONI TIPO OPERE D'ARTE STRADA CAT F2	IN0500DE2WBIV0004007
CVF PRESCRIZIONI MATERIALI E NOTE GENERALI	IN0500DE2QXIV0000001
CVF STRADE CATEGORIA C2-F2 : CARPENTERIA PILE CON PLINTO AD 8 PALI	IN0500DE2BXIV0007004
CVF STRADE CATEGORIA C2-F2 : CARPENTERIA PILE CON PLINTO A 6 PALI	IN0500DE2BXIV0005001
CVF STRADE CATEGORIA F2 : CARPENTERIA SPALLE CON PLINTO AD 8 PALI	IN0500DE2BXIV0004002
CVF STRADE CATEGORIA F2 : CARPENTERIA SPALLE CON PLINTO A 12 PALI	IN0500DE2BXIV0004003
CVF VIA CAVOUR – CAVALCAVIA 229 A4 – PR. DI CARATT. STRAT.	IN0500DE2F6IV170X001
<u>CAVALCAFERROVIA VIA CAVOUR – CAVALCAVIA 229 A4 IV17</u>	
PLANIMETRIA STATO DI FATTO E DI PROGETTO	IN0500DE2P7IV1700001
PLANIMETRIA FASI COSTRUTTIVE	IN0500DE2P8IV1700001
CARPENTERIA PILE	IN0500DE2BBIV1705002
SPALLA A. CARPENTERIA	IN0500DE2BBIV1704001
APPARECCHI DI APPOGGIO E GIUNTI	IN0500DE2AXIV1707001
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	IN0500DE2CLIV1707002
CARPENTERIA METALLICA IMPALCATO – DISEGNO D'ASSIEME – TAVOLA 1/4	IN0500DE2BAIV1707001
CARPENTERIA METALLICA IMPALCATO – DISEGNO D'ASSIEME – TAVOLA 2/4	IN0500DE2BAIV1707002
CARPENTERIA METALLICA IMPALCATO – DISEGNO D'ASSIEME – TAVOLA 3/4	IN0500DE2BAIV1707003
CARPENTERIA METALLICA IMPALCATO – DISEGNO D'ASSIEME – TAVOLA 4/4	IN0500DE2BAIV1707004
CARPENTERIA METALLICA IMPALCATO – TRAVERSI – TAVOLA 1/2	IN0500DE2BZIV1707001
CARPENTERIA METALLICA IMPALCATO – TRAVERSI – TAVOLA 2/2	IN0500DE2BZIV1707002
PROFILI LONGITUDINALI	IN0500DE2F7IR1700001
ASSE PRINCIPALE. SEZIONI TRASVERSALI (TAV. 1/8)	IN0500DE2W9IR1700001
ASSE PRINCIPALE. SEZIONI TRASVERSALI (TAV. 2/8)	IN0500DE2W9IR1700003
ASSE PRINCIPALE. SEZIONI TRASVERSALI (TAV. 3/8)	IN0500DE2W9IR1700004
ASSE PRINCIPALE. SEZIONI TRASVERSALI (TAV. 4/8)	IN0500DE2W9IR1700005
ASSE PRINCIPALE. SEZIONI TRASVERSALI (TAV. 5/8)	IN0500DE2W9IR1700006
ASSE PRINCIPALE. SEZIONI TRASVERSALI (TAV. 6/8)	IN0500DE2W9IR1700007
ASSE PRINCIPALE. SEZIONI TRASVERSALI (TAV. 7/8)	IN0500DE2W9IR1700008
ASSE PRINCIPALE. SEZIONI TRASVERSALI (TAV. 8/8)	IN0500DE2W9IR1700009
ROTATORIA. SEZIONI TRASVERSALI (TAV. 1/3)	IN0500DE2W9IR1700010
ROTATORIA. SEZIONI TRASVERSALI (TAV. 2/3)	IN0500DE2W9IR1700011
ROTATORIA. SEZIONI TRASVERSALI (TAV. 3/3)	IN0500DE2W9IR1700012
DIAGRAMMA DI VISUALE LIBERA E VELOCITÀ	IN0500DE2DXIR1700001
RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE	IN0500DE2CLIV170X001
RELAZIONE DI CALCOLO APPARECCHI DI APPOGGIO E GIUNTI DI DILATAZIONE	IN0500DE2CLIV170X003
PIANTA FONDAZIONI ED IMPALCATO	IN0500DE2P9IV1703001
SEZIONE LONGITUDINALE E PROSPETTO	IN0500DE2Z9IV1700001
SPALLA B. CARPENTERIA	IN0500DE2BBIV1704002



4 PARTE STRADALE

4.1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il nuovo collegamento stradale prevede la realizzazione di un asse stradale di lunghezza pari a circa 880 m secondo una strada tipo F2 (vedi DM 05/11/2001).

Il nuovo tracciato presenta raggi di curvatura compresi tra 120 e 200 m mentre l'andamento altimetrico presenta una pendenza massima pari a circa 5.80%.

La sezione stradale tipo F2 risulta di larghezza pavimentata pari a 8,5 m, costituita da due corsie di 3,25 m e da due banchine laterali della larghezza pari ad 1 m. L'asse di progetto sovrappassa la nuova linea AV/AC in un tratto ove questa si sviluppa in rilevato di altezza pari a circa 2 ÷ 3 metri e pertanto la livelletta stradale, tenendo conto delle altezze libere da garantire sui binari (7.2 m) e tenendo conto inoltre dello spessore degli impalcati, deve innalzarsi di circa 10 m al di sopra del piano campagna. Il tratto centrale dell'asse stradale si sviluppa in viadotto. Il viadotto è di lunghezza complessiva pari a 205 m e risulta composto dalla successione di campate come mostrato in tabella.

	L campata
SpA	35.00
P1	
Autostrada A4	50.00
P2	
campata AV/AC	45.00
P3	70.00
P4	
campata AV/AC	55.00
P5	40.00
SpB	

Due campate, di luce pari a 55m e 45m si rendono necessarie per lo scavalco della linea AV/AC MI-VR Interconnessione Brescia Est; una campata di luce pari a 55m è necessaria per lo scavalco dell'Autostrada A4. Il rilevato, come detto, raggiunge un'altezza massima di circa 12 m, compatibile con le caratteristiche meccaniche dei terreni di fondazione.



E' inoltre prevista la realizzazione di una rotonda di diametro esterno pari a 50m, che presenta una carreggiata anulare di larghezza pari a 9,0 m, costituita da due corsie di 3,50 m e da due banchine laterali della larghezza pari ad 1 m. Tale carreggiata presenta una pendenza trasversale pari a 2% verso l'esterno, inoltre è presente un anello interno sormontabile di larghezza pari a 1,50m a pendenza verso l'esterno pari a 4%. Su tale rotonda si innestano l'asse stradale precedentemente descritto e 2 rami di collegamento con la viabilità esistente

Per quanto riguarda, infine, le fasi esecutive si osserva che queste sono state previste in modo che non si debba verificare l'interruzione del traffico veicolare in attraversamento sull'autostrada durante le operazioni di cantiere.

Pertanto, secondo anche quanto indicato nella specifica tavola relativa alle fasi esecutive, verranno eseguite prima le opere non interferenti con l'attraversamento esistente, contemporaneamente alle deviazioni provvisorie necessarie per la successiva costruzione delle parti di completamento.

In sintesi si prevedono 3 macrofasi:

Fase 1 - esecuzione opere non interferenti;

- predisposizione delle deviazioni temporanee dei tratti di accesso al cavalcavia esistente

Fase 2 - attivazione del traffico sulle deviazioni temporanee

- completamento nuovo asse viario

Fase 3 - attivazione della viabilità sulla nuova infrastruttura

- demolizione delle parti di viabilità esistente non più necessarie.

4.2 TRACCIATO STRADALE

Il tracciato stradale è stato definito secondo una sezione trasversale tipo F2 (Strada Locale in Ambito Extraurbano) per la quale le "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" di cui al D.M. 05/11/2001 prescrivono un intervallo di velocità di progetto (40 ÷ 100) km/h.

Dal diagramma di velocità si evince che la velocità massima attuabile al fine di soddisfare le verifiche geometriche e di sicurezza tutti gli elementi planimetrici del tracciato è pari a 50 km/h. Tale valore di velocità comporta l'introduzione di un limite amministrativo, ovvero valore oltre il quale non è consentito percorrere l'infrastruttura pari a 50 km/h; a tale scopo si prevede l'introduzione di opportuna segnaletica verticale. Pertanto, tutte le verifiche sono state condotte con un limite superiore dell'intervallo di velocità di progetto pari a 60 km/h e sulla base di tale valore sono stati valutati tutti i parametri geometrici con



riferimento ai raggi planimetrici, alle clotoidi, ai rettifili, agli allargamenti per la visibilità ed ai raccordi verticali.

Per quanto riguarda la sezione tipo si osserva che la larghezza della sede pavimentata è costantemente pari a 8.5 m, composta da due corsie di larghezza 3.25 m e da banchine di larghezza pari a 1.00 m (sezione tipo F2).

Nei tratti in viadotto la sede stradale presenta dei marciapiedi laterali di larghezza pari a 1.85 m.

Su tali marciapiedi la larghezza del camminamento, compreso tra il guard-rail e la ringhiera laterale, è pari a circa 1,3 m.

Nei tratti in viadotto, pertanto, la sede stradale presenta una larghezza totale comprensiva dei marciapiedi, pari a 12.2 metri.

Si osserva inoltre che nei tratti ove il viadotto scavalca la sede ferroviaria o autostradale si prevede l'adozione di una barriera parasassi da disporsi in sostituzione del parapetto metallico.

Tali barriere sono state previste oltre che sulle campate direttamente poste sulla ferrovia e sull'autostrada anche sulle due campate adiacenti a quella posta a scavalco della ferrovia, su entrambi i lati, per un'estensione pari a 20m.

Per quanto riguarda la definizione dell'andamento planimetrico ed altimetrico, si osserva che è stata effettuata in base ai criteri contenuti nel già citato DM 05/11/2001 ed eseguendo le verifiche previste con particolare riferimento al diagramma delle velocità ed alle connesse verifiche di visibilità.

Le verifiche effettuate si riferiscono all'analisi di conformità dei seguenti parametri progettuali.

CARATTERISTICHE PLANIMETRICHE

(a) *Rettifili*

- lunghezza dei rettifili;

(b) *Curve Circolari*

- raggio minimo delle curve planimetriche;

- lunghezza minima delle curve circolari;

(c) *Curve di transizione (clotoidi)*

- verifica del parametro di scala (A) degli elementi a curvatura variabile (Clotoidi) in relazione ai 3 criteri:

- limitazione del contraccolpo;

- limitazione della sovrappendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata;

- percezione ottica del tracciato.



CARATTERISTICHE ALTIMETRICHE

(d) *Pendenze longitudinali*

- verifica pendenza longitudinale massima;

(e) *Raccordi altimetrici*

- verifica raggio minimo dei raccordi verticali concavi e convessi.

VERIFICA DEL DIAGRAMMA DELLE VELOCITÀ

La verifica è stata condotta controllando che tra due elementi planimetrici successivi, a curvatura costante, la variazione di velocità rientri nei limiti previsti dal D.M. 05/11/2001.

VERIFICA DELLE DISTANZE DI VISUALE LIBERA

La verifica è stata condotta confrontando le distanze di visuale libera con le distanze di visibilità richieste per l'arresto.

TABELLA TRACCIATO

	<i>Progr. Iniziale</i>	<i>Progr. Finale</i>	<i>R/A</i>	<i>L</i>
<u>Rettilineo</u>	0	499.98	----	499.98
Clotoide	499.98	537.39	67	37.41
Curva Circolare	537.39	669.99	120	132.6
Clotoide	669.99	707.399	67	37.41
Rettilineo	707.399	786.79	---	79.40
Clotoide	786.79	814.92	75	28.13
Curva circolare	814.92	878.27	200	63.34
Rettilineo	878.27	879.47	----	1.21



Andamento planimetrico

a) Rettifili

Lunghezza massima dei rettifili

Secondo quanto prescritto dal D.M. 05/11/2001 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 i rettifili abbiano una lunghezza L_r contenuta nel seguente limite:

$$L_r = 22 \times V_{pmax}$$

dove V_{pmax} è il limite superiore dell'intervallo di velocità di progetto della strada, in km/h. Pertanto nel caso in studio, ove $V_{pmax} = 60$ km/h, risulta un valore della lunghezza massima $L_r = 1320$ m.

Nel caso del flesso è possibile inserire un rettifilo di lunghezza non superiore a:

$$L = (A1+A2)/12.5$$

dove A1 e A2 sono i parametri delle clotoidi che si connettono al rettifilo.

b) Curve circolari

Raggio minimo delle curve planimetriche

Il minimo raggio planimetrico adottabile, va in pratica valutato in base al diagramma delle velocità. In via preliminare, comunque, si può indicare che il valore minimo di tale raggio può essere assunto pari a circa $R = 100$ m corrispondente ad una velocità di progetto di circa 55÷56 Km/h alla quale corrisponde un AV massimo di 5 Km/h rispetto a V_{pmax} .

I raggi adottati sono sempre stati assunti maggiori di tali limiti e sempre tali da garantire la $V_{pmax} = 60$ Km/h.

Per garantire $V_{pmax} = 60$ Km/h è sufficiente un raggio di 120 m. Il raggio minimo adottato è pari a 120 m.

Lunghezza minima delle curve circolari

Secondo la normativa una curva circolare, per essere correttamente percepita, deve avere uno sviluppo corrispondente ad un tempo di percorrenza di almeno 2,5 secondi valutato con riferimento alla velocità di progetto della curva.

Lo sviluppo minimo della curva può variare tra 39 m ($V = 56$ Km/h) e 42 m ($V = 60$ Km/h); nel caso in esame gli sviluppi delle curve sono maggiori di tali valori.



c) *Curve di transizione (Clotoidi)*

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

- Limitazione del contraccollo.

$$\text{Criterio 1: } A \geq [V^3/c - gVR(qf - qi)/c]^{0.5}$$

Per la strada in esame:

$$A > 31,0 \quad \text{per} \quad V = 40 \text{ km/h}$$

$$A > 47,1 \quad \text{per} \quad V = 50 \text{ km/h}$$

$$A > 66,9 \quad \text{per} \quad V = 60 \text{ km/h}$$

- Limitazione della sovrappendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata.

$$\text{Criterio 2: } A \geq [R/\Delta i_{max} \times 100 \times B_i \times (q_i + q_f)]^{0.5}$$

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;

q_i = pendenza trasversale iniziale in valore assoluto espressa in unità assolute;

q_f = pendenza trasversale finale in valore assoluto espressa in unità assolute;

- Percezione ottica del tracciato:

$$\text{Criterio 3: } R/3 \leq A$$

$$A \leq R$$

Inoltre tra due clotoidi, di parametro A_1 e A_2 rispettivamente, che si connettono ad una stessa curva, deve essere soddisfatta la relazione:

$$2/3 \leq A_1/A_2 \leq 3/2$$

Per la strada in esame i valori del parametro A variano da 67 a 75 e rispettano sempre i tre criteri su esposti.

Per quanto infine riguarda l'andamento dei cigli è importante osservare che la deroga della velocità massima di progetto comporta una definizione della pendenza trasversale della strada diversa da quanto indicato nell'abaco riportato nella fig. 5.2.4.a della normativa che comporterebbe un'errata compensazione delle azioni centripete.

In analogia, pertanto, ai criteri adottati nella stessa normativa, l'andamento dei cigli stradali è stato definito secondo la figura seguente:

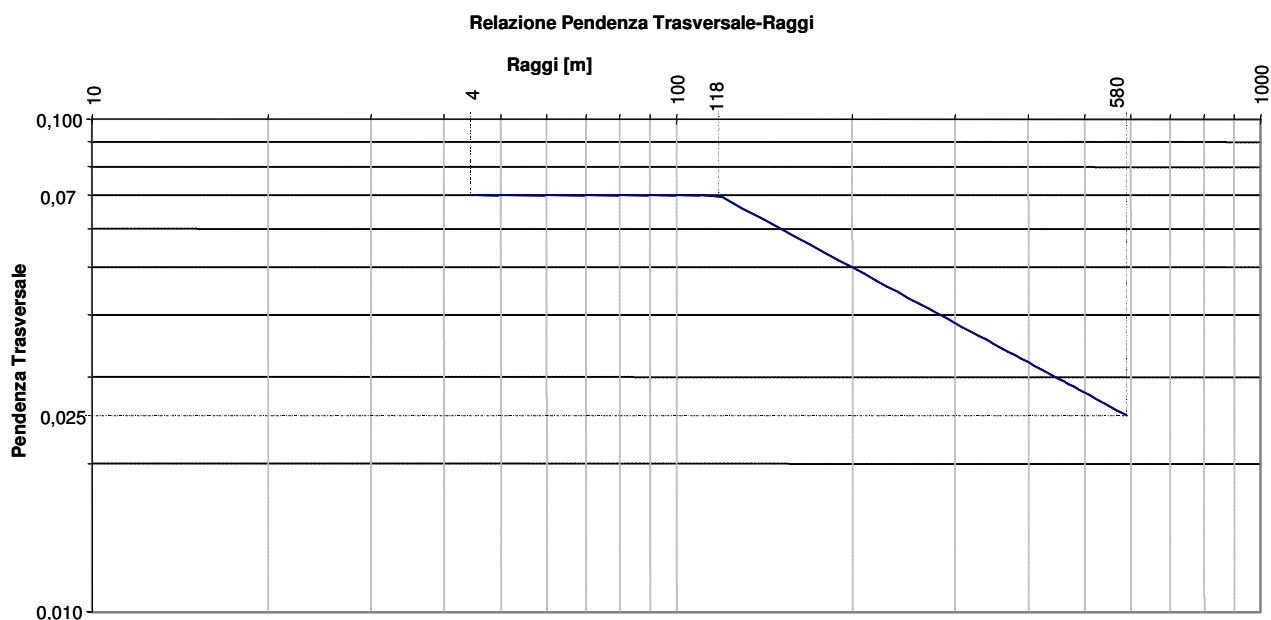


Diagramma di Velocità

Avendo previsto un limite di velocità amministrativo pari a 50 km/h, la massima velocità di progetto è pari a 60 km/h lungo l'intero sviluppo del tracciato.

Nella parte finale del tracciato il diagramma evidenzia una riduzione della velocità dovuta alla presenza della rotatoria.

Verifica delle distanze di visuale libera

Nel presente punto si analizzano le distanze di visuale libera in relazione all'andamento planimetrico mentre le verifiche delle visuali libere in relazione ai raccordi verticali verranno riportate nei paragrafi seguenti. Le verifiche vengono condotte confrontando la distanza di visuale libera disponibile con la distanza richiesta per l'arresto.

Nella tabella successiva si riporta il valore delle distanze di arresto al variare della velocità e della pendenza longitudinale della strada.



V [km/h]	i[%]												
	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
60	74,25	73,30	72,39	71,52	70,70	69,91	69,16	68,45	67,76	67,10	66,47	65,87	65,29
55	64,63	63,89	63,19	62,52	61,88	61,27	60,68	60,12	59,59	59,07	58,58	58,11	57,65
50	55,94	55,38	54,84	54,33	53,84	53,37	52,93	52,50	52,08	51,69	51,31	50,94	50,59
45	48,10	47,68	47,28	46,89	46,52	46,17	45,83	45,50	45,19	44,89	44,60	44,32	44,05
40	41,00	40,69	40,39	40,11	39,83	39,57	39,32	39,07	38,84	38,61	38,40	38,19	37,98

Per garantire le visuali libere nei tratti in curva con riferimento al ciglio interno, si rende necessario il seguente allargamento:

1^a Curva R = 120 m allargamento = 3.50m

Andamento altimetrico

d) Verifica pendenza longitudinale

Per la strada in esame di categoria F2 la massima pendenza longitudinale compatibile con i limiti delle norme è pari a $i = 10\%$.

Tale limite non viene mai raggiunto ed in generale si è costantemente perseguito l'obiettivo di non superare il valore del 6%. Nel caso in esame la massima pendenza longitudinale è pari a circa il 5,80%.

e) Raccordi altimetrici

In progetto, inoltre, sono previsti 2 raccordi concavi ed 1 raccordo convesso. Per i raccordi concavi si è adottato un raggio di 1600 m mentre per il raccordo convesso si è adottato un raggio pari a 1600 m. Tali raggi consentono una visibilità sempre superiore alla distanza di arresto avendo assunto $h_1 = 1,10$ m ed $h_2 = 0,10$ m, dove (h_1 ed h_2 costituiscono l'altezza del punto di osservazione del conducente e l'altezza dell'ostacolo).

Non sarà consentita, invece, nel tratto in raccordo convesso la manovra di sorpasso che richiede una visibilità maggiore di quella disponibile.



4.3 **BARRIERE DI SICUREZZA**

Sui bordi delle opere, si prevede di installare barriere di sicurezza che abbiano le seguenti caratteristiche conformi alle disposizioni normative vigenti in materia (D.M. 11 giugno 1999 “Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza”):

- classe di severità adeguata; sia sulla campata di competenza AC che su quelle dell’autostrada è prevista la classe H4, mentre sul resto dell’opera è prevista la classe H2;
- indice ASI: $1 \leq ASI \leq 1.4$;
- omologazione, a seguito di prove d’urto.

In conformità al D.M. LL. PP. 03/06/98, integrato e modificato dal successivo D.M. LL. PP. 11/06/99, una barriera che assolva le proprie funzioni in modo ottimale deve poter reagire, in qualsiasi modalità d’urto, al veicolo collidente in modo da garantire:

- l’invalidabilità, in modo da assicurare la sicurezza di tutto ciò che si trova oltre la struttura di contenimento;
- un graduale rientro in carreggiata del veicolo dopo l’urto, con un angolo di ritorno tale da non arrecare danni agli altri veicoli occupanti la carreggiata;
- le minori decelerazioni possibili per gli occupanti il veicolo, in modo da contenere i danni sia alle persone che al veicolo.

La classificazione delle barriere è attualmente basata sull’energia cinetica posseduta dal veicolo collidente, ed è fornita dalla seguente espressione:

$$L_c = \frac{1}{2} M (v \sin \phi)^2$$

Dove:

L_c = livello di contenimento (kJ);

M = massa del veicolo (t);

v = velocità d’impatto (m/s);

ϕ = angolo di impatto.

Si definisce convenzionalmente indice di severità l’energia cinetica posseduta dal mezzo all’atto dell’impatto calcolata con riferimento alla componente della velocità ortogonale alle barriere. In base alla L_c è possibile classificare la capacità di contenimento delle barriere di sicurezza fornendo una condizione che esula dai materiali utilizzati e dalle caratteristiche di funzionamento, tenendo solo conto dell’efficacia



del manufatto. Come già detto la Normativa italiana ha recepito questa classificazione e ha definito 6 classi di efficacia, ognuna delle quali con un Lc minimo; la prima classe (N1), deve resistere ad un impatto con un Lc di almeno 44 kJ mentre la sesta classe (H4) deve tollerare un Lc di almeno 572 kJ.

La scelta delle barriere avviene tenendo conto della loro destinazione e ubicazione, del tipo e delle caratteristiche della strada, nonché di quelle del traffico, che interesserà l'arteria, classificato in ragione dei suoi volumi, della presenza dei mezzi che lo compongono e distinto nei tre tipi seguenti:

1. Traffico tipo I: quando $TGM \leq 1000$ con qualsiasi percentuale di veicoli merci o quando $TGM > 1000$ con la presenza di veicoli di peso superiore a 30 kN non sia superiore al 5% del totale;
2. Traffico tipo II: quando, con $TGM \geq 1000$, la presenza di veicoli di peso superiore a 30 kN sia compresa tra il 5% ed il 15% del totale;
3. Traffico tipo III: quando, con $TGM \geq 1000$, la presenza di veicoli di peso superiore a 30 kN sia maggiore del 15% del totale.

Per TGM si intende il Traffico Giornaliero Medio annuale nei due sensi.

La seguente tabella riporta, in funzione del tipo di strada, del tipo di traffico, e della destinazione della barriera, le classi minime di barriere da impiegare. Si fa riferimento alla classificazione prevista dal Decreto Legislativo 30.4.1992, n° 285 (Nuovo Codice della Strada), e successive modificazioni, per definire la tipologia della strada di progetto.

Relazione strada - traffico - classe della barriera

TIPO DI STRADE	TRAFFICO	DESTINAZIONE		
		a spartitraffico*	b bordo laterale	c bordo ponte
Autostrade (A)	I	H2	H1	H2
Strade extraurbane Principali (B)	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4	H2-H3	H4
Strade extraurbane secondarie (C)	I	H1	N2	H2
Strade urbane di scorrimento (D)	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade urbane di quartiere (E)	I	N2	N1	H2
Strade Locali (F)	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

* ove esistente

Sull'opera d'arte viene prevista una barriera di classe H4, ovvero di classe superiore a quella minima prescritta Normativa, in corrispondenza della campata che scavalca la linea ferroviaria e per le due

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 30469_06

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2ROIR1700-001

Rev.
0

Foglio
21 di 26

campate adiacenti per una lunghezza non inferiore a 20 m. Per le restanti campate, si prevede la classe minima prescritta dalla normativa in funzione della categoria di strada e del livello di traffico, ovvero H2. L'arredo dell'impalcato viene completato con la disposizione di montanti su cui vengono fissati pannelli in rete metallica per un'altezza complessiva pari a 3.1 m. Il pannello superiore viene disposto inclinato di 45° verso l'interno del ponte allo scopo di proteggere le sottostanti sedi ferroviaria e stradale dal lancio di oggetti dal cavalferrovia.



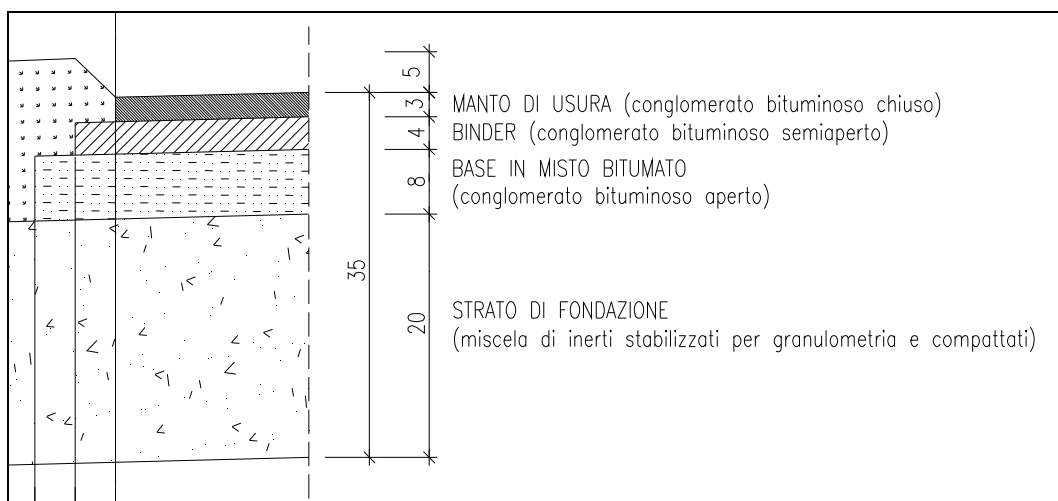
4.4 SOVRASTRUTTURA STRADALE

Per i tratti in rilevato si prevede una sovrastruttura stradale costituita dai seguenti strati:

Per i tratti in rilevato si prevede una sovrastruttura stradale costituita dai seguenti strati:

- Manto di usura (conglomerato bituminoso chiuso) dallo spessore di 3 cm;
- Binder (conglomerato bituminoso semiaperto) dallo spessore di 4 cm;
- Base in misto bitumato (conglomerato bituminoso aperto) dallo spessore di 8 cm;
- Fondazione (miscela di inerti stabilizzati per granulometria e compattati) dallo spessore di 20 cm.

Nella figura che segue, si riporta un particolare della pavimentazione stradale in rilevato.



Sull'opera d'arte si prevede una sovrastruttura stradale in conglomerato bituminoso di spessore pari a 10 cm comprensivo dell'impermeabilizzazione (pari ad 1 cm).

Nella figura che segue, si riporta un particolare della pavimentazione stradale sull'opera d'arte.



5 OPERE D'ARTE

5.1 IMPALCATI

L'impalcato è della tipologia mista "acciaio-calcestruzzo" costituito da 2 travi a "doppio T" in acciaio, di altezza variabile e soletta in calcestruzzo armato gettato in opera, di spessore medio pari a 0.30m. Le due travi sono collegate in campata e su pile e spalle da diaframmi a parete piena posti ad interasse di 5.00m.

Tutti i trasversi vengono connessi alla soletta mediante piolatura.

Le travi d'acciaio hanno altezza variabile lungo il loro sviluppo longitudinale da un minimo di 2000 mm ad un massimo di 3400 mm.

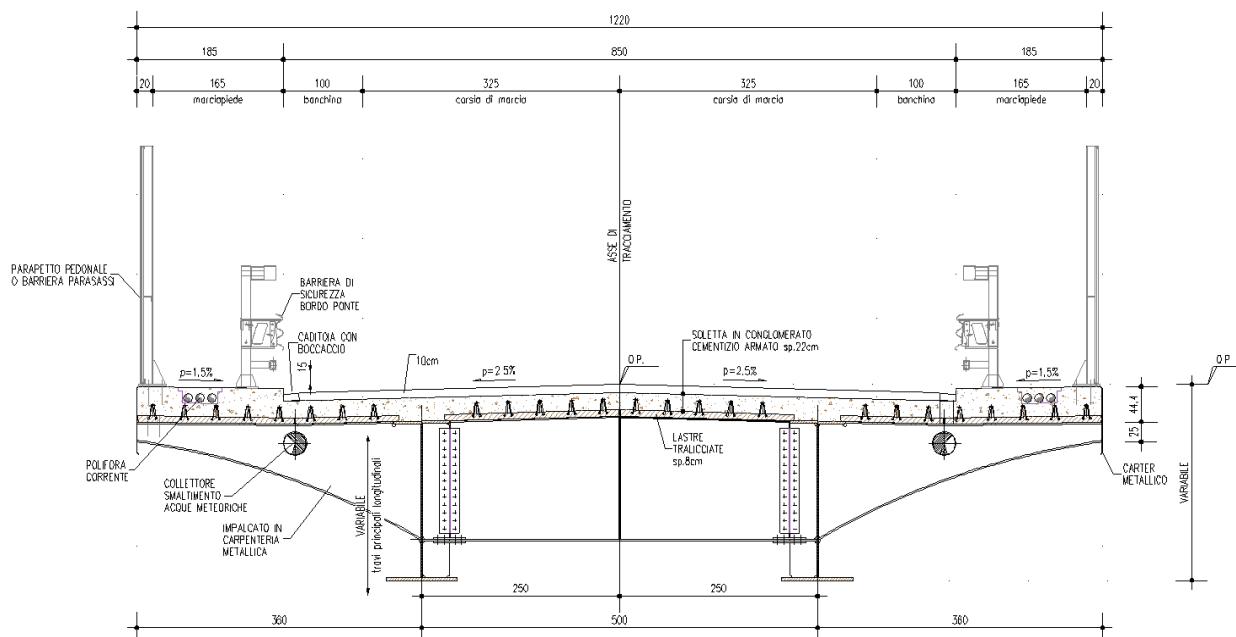


Figura 1 – Sezione trasversale impalcato



5.2 PILE

Le pile sono a setto continuo in c.a., di spessore 1.20m e larghezza 8.20m e orientate perpendicolarmente al tracciato stradale. Le dimensioni in altezza sono determinate dall'andamento altimetrico del tracciato stradale e dallo spessore dell'impalcato; sono previste pile con altezza del fusto variabile da 6.00 m a 10.00m

Si prevede di realizzare le fondazioni delle pile a plinti da n.8 pali trivellati in conglomerato cementizio armato di diametro 1200 mm.

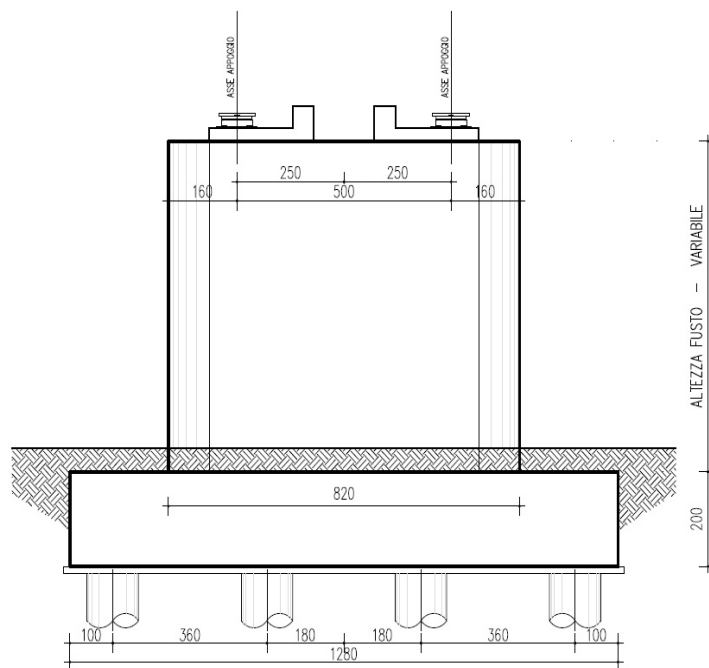


Figura 2 - Vista frontale pila

5.3 SPALLE

Le spalle dell'opera, in conglomerato cementizio armato, sono previste di tipo passante, costituite cioè da una trave che sostiene gli appoggi delle travi ed il muro paraghiaia; presentano una platea con fondazione su pali di grande diametro ($\Phi 1200$), in numero di 12 per la spalla A e 8 per la spalla B.



5.4 VINCOLAMENTO DEGLI IMPALCATI

Il sistema di vincolamento previsto per il Cavalcaferrovia è costituito da apparecchi di appoggio a calotta sferica del tipo fisso, unidirezionale e multidirezionale.

Tali appoggi sono costituiti dai tre seguenti elementi metallici:

- un basamento a sagoma orizzontale circolare, che presenta la superficie di fondo rivestita da acciaio inossidabile;
- un elemento intermedio di forma lenticolare disposto con la convessità rivolta verso l'alto e dotato inferiormente di uno strato piano in PTFE che accoppiandosi con il lamierino di acciaio inox sottostante posto nel basamento, consente i movimenti orizzontali della lente derivanti dalle rotazioni dell'appoggio;
- un elemento superiore con superficie inferiore sferica avente la concavità rivolta verso il basso che accoppiandosi con la superficie convessa dell'elemento intermedio consente la rotazione dell'appoggio; l'accoppiamento tra i due si realizza con due superfici rivestite una di acciaio inossidabile (quella dell'elemento intermedio), l'altra (quella dell'elemento superiore) in PTFE. La zona di contatto dell'elemento superiore con il basamento viene sagomata a settore di sfera con raggio pari al raggio interno del basamento (a meno dei giochi previsti). Nella parte superiore tale elemento è dotato del perno per l'ancoraggio dell'appoggio alla struttura dell'impalcato.

Gli appoggi mobili consentono, oltre alla rotazione intorno ad uno o più assi orizzontali, anche la traslazione in una direzione (tipo unidirezionale) o più direzioni (tipo multidirezionale).

La traslazione avviene tra due superfici piane orizzontali, di cui una rivestita con PTFE e l'altra di acciaio inossidabile. Di norma i piani di scorrimento devono essere posti inferiormente alle superfici di rotazione al fine di garantire l'orizzontalità dello scorrimento anche ad appoggio ruotato.

Gli appoggi mobili si differenziano quindi da quelli fissi per la presenza di un ulteriore elemento metallico piano scorrevole.

Gli appoggi unidirezionali presentano in più una guida direzionale. L'accoppiamento di tale guida con l'elemento scorrevole avviene mediante due pattini laterali in materiale antifrizione idoneo allo scorrimento e alle sollecitazioni trasmesse.

Tutti gli apparecchi di appoggio FISSI e MOBILI UNIDIREZIONALI dovranno avere gli elementi superiori muniti di perno per l'ancoraggio degli stessi alla struttura dell'impalcato e gli elementi inferiori accoppiati con tirafondi per l'ancoraggio alla struttura sottostante.

La rotazione che tali dispositivi devono offrire non deve essere inferiore a 3 gradi.



Nel dettaglio si prevede l'utilizzo delle seguenti tipologie di dispositivi:

- Apparecchio di appoggio di tipo fisso F
- Appoggio unidirezionale longitudinale UL
- Appoggio unidirezionale trasversale UT
- Appoggio multidirezionale M

Su ciascun elemento di sostegno (pile e spalle) è presente un dispositivo unidirezionale longitudinale, in grado di trasmettere le forze in direzione trasversale. Di conseguenza ciascun elemento di sostegno è sede di un punto fisso in direzione trasversale. Dei due dispositivi presenti uno solo è in grado di assorbire le sollecitazioni indotte da forze orizzontali trasversali statiche e dinamiche.

Sulla Spalla A inoltre sarà previsto il punto fisso longitudinale.

5.5 GIUNTI

Si prevedono giunti di dilatazione del tipo in gomma armata, costituiti da elementi piani posti a livello della pavimentazione realizzati in neoprene armato con parti in acciaio.

I giunti sono stati dimensionati, con riferimento alle normative vigenti, per la massima escursione valutata in condizioni statiche e con sisma.