

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:

Cepav due



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

IV34 – CAVALCAFERROVIA VIA GREZZE - Pk 121+563,218

Relazione tecnica generale rampe

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
Consorzio Cepav due Consorzio Cepav due Il Direttore del Consorzio <i>(Ing. T. Tarantini)</i> Data: 06 FEB 2019	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	I V 3 4 C 0	0 0 1	A

PROGETTAZIONE						IL PROGETTISTA	
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Data	
A	Emissione	Cavaliere <i>(Signature)</i>	31/10/18	Piacentini <i>(Signature)</i>	31/10/18	31/10/18	
B							
C							



CIG. 751447334A

File: INOR11EE2ROIV34C0001A_03.docx



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

Stampato dal Service di plottaggio ITALFERR S.p.A. ALBA S.r.l.

CUP: F81H91000000008

**INDICE**

1	PREMESSA	3
2	ELABORATI DI RIFERIMENTO.....	4
3	NORMATIVA E RIFERIMENTI	5
3.1	OPERE IN C.A. E STRUTTURE METALLICHE	5
3.2	PONTI STRADALI	5
3.3	GEOTECNICA, FONDAZIONI E GEOLOGIA	6
3.4	ULTERIORI PRESCRIZIONI E SPECIFICHE TECNICHE DI RFI E ITALFERR	6
3.5	BARRIERE STRADALI	6
3.6	STRADE	6
4	GEOLOGIA E GEOTECNICA.....	7
5	FASI REALIZZATIVE	7
5.1	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	7
6	PARTE STRADALE.....	8
6.1	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	8
6.2	TRACCIATO STRADALE.....	9
6.3	BARRIERE DI SICUREZZA.....	15
6.4	SOVRASTRUTTURA STRADALE	17
7	OPERE D'ARTE.....	19
7.1	IMPALCATI.....	19
7.2	PILE	19
7.3	SPALLE	21
7.4	VINCOLAMENTO DEGLI IMPALCATI.....	21
7.5	GIUNTI.....	22



1 PREMESSA

Nella presente relazione si descrivono le caratteristiche relative alla nuova viabilità riferita al cavalcaferrovia denominato "Cavalcaferrovia Via Grezze – IV34" che sovrappassa la futura linea AV/AC Milano-Verona in prossimità della progressiva 121+563.218

La viabilità in progetto è una strada di tipo F2, composta da due corsie di larghezza 3.25 m e da banchine di larghezza pari a 1.00m.

Nel progetto è previsto l'inserimento di due nuove intersezioni, a sinistra dell'asse stradale che consentono il raccordo all'attuale Via Grezze e ai nuclei abitativi esistenti. A nord dell'opera al fine di mantenere la viabilità attuale è prevista la costruzione di un muro di sostegno di lunghezza totale pari a 91,90m che

Il Cavalcaferrovia, di lunghezza complessiva 175.00m, è costituito da 4 campate con luci variabili da 35.00m a 55.00m.

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; l'andamento planimetrico dell'opera d'arte è in rettilineo.

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.

Le spalle dell'opera sono realizzate in conglomerato cementizio armato e presentano un plinto di forma rettangolare attestato su una palificata di fondazione costituita da pali di grande diametro ($\Phi 1500$).

Le pile sono a setto continuo in cemento armato, 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.

Il cavalcaferrovia è composto da 4 campate che avranno lunghezza pari a 40m tra la spalla A e la pila 1, 45m tra pila 1 e pila 2, 55m nel sovrappasso dell'Autostrada A4, 35m nel sovrappasso della galleria AV/AC tra la pila 3 e la spalla B.



2 ELABORATI DI RIFERIMENTO

Nella presente relazione si fa riferimento ai seguenti documenti

IF00 – ELABORATI DI TRACCIAMENTO LINEA AV/AC

RELAZIONE TECNICA DEL TRACCIAMENTO

PLANIMETRIA DI TRACCIAMENTO LINEA AC DA KM 118+500.000 A KM 123+000.000 TAV. 4

PROFILO LONGITUDINALE DI TRACCIAMENTO LINEA AC DA KM 113+000.000 A KM 121+800.000 TAV. 2

INOR10EE2R0NF0000001

INOR10EE2P5F0000004

INOR10EE2F5F0000002

IV00 – CAVALCAFERROVIA TIPOLOGICO

PRESCRIZIONI MATERIALI E NOTE GENERALI

STRADE CATEGORIA F2 CON PISTA CICLABILE – CARPENTERIA IMPALCATO – DETTAGLI

INOR11EE24TIV0000001

INOR11EE2BZV00A5001

IV34 – CAVALCAFERROVIA VIA GREZZE – PK 121+563,218

PIANTA FONDAZIONI E PIANTE IMPALCATO – tav. 1/2

PIANTA FONDAZIONI E PIANTE IMPALCATO – tav. 2/2

SEZIONE LONGITUDINALE, PROSPETTO LONGITUDINALE E SEZIONE TRASVERSALE – tav. 1/2

SEZIONE LONGITUDINALE, PROSPETTO LONGITUDINALE E SEZIONE TRASVERSALE – tav. 2/2

PIANTA TRACCIAMENTO SOTTOSTRUTTURE E PLINTI DI FONDAZIONE

CARPENTERIA SPALLA A

CARPENTERIA SPALLA B

CARPENTERIA PILA P1-P2

CARPENTERIA PILE P3

INOR11EE2P9N34A0001

INOR11EE2P9N34A0002

INOR11EE2PZV34A0001

INOR11EE2PZV34A0002

INOR11EE2PZV34A3001

INOR11EE2BZV34A6001

INOR11EE2BZV34A6002

INOR11EE2BZV34A4001

INOR11EE2BZV34A4002

IV00 – RAMPE CAVALCAFERROVIA TIPOLOGICO

STRADE DI CATEGORIA F2. SEZIONI TIPO E DETTAGLI. TAVOLA 1/2

ZONE DI TRANSIZIONE RILEVATO-CAVALCAFERROVIA

SEZIONI TIPO VIABILITA' SECONDARIE. PISTE CICLABILI. PARTICOLARI

INOR11EE2W9N00C0002

INOR11EE2W9N00C0001

INOR11EE2BZV00C9001

IV34 – RAMPE CAVALCAFERROVIA VIA GREZZE – PK 121+563,218

PLANIMETRIA STATO DI FATTO

PLANIMETRIA DI PROGETTO

PLANIMETRIA DI TRACCIAMENTO

PROFILI LONGITUDINALI

DIAGRAMMA DI VISUALE LIBERA E VELOCITA'

ASSE PRINCIPALE. SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 1/9

ASSE PRINCIPALE. SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 2/9

ASSE PRINCIPALE. SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 3/9

ASSE PRINCIPALE. SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 4/9

ASSE PRINCIPALE. SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 5/9

ASSE PRINCIPALE. SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 6/9

ASSE PRINCIPALE. SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 7/9

ASSE PRINCIPALE. SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 8/9

ASSE PRINCIPALE. SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 9/9

PLANIMETRIA SEGNALETICA

PLANIMETRIA BARRIERE DI SICUREZZA

MURO DI SOSTEGNO IN50Q02. RELAZIONE DI CALCOLO

MURO DI SOSTEGNO IN50Q02. CARPENTERIA

MURO DI SOSTEGNO IN50Q02. ARMATURA. TAVOLA 1/4

MURO DI SOSTEGNO IN50Q02. ARMATURA. TAVOLA 2/4

MURO DI SOSTEGNO IN50Q02. ARMATURA. TAVOLA 3/4

MURO DI SOSTEGNO IN50Q02. ARMATURA. TAVOLA 4/4

DETTAGLI COSTRUTTIVI ED ELEMENTI DI FINITURA

INOR11EE2P7N3400001

INOR11EE2P7N3400002

INOR11EE2PZV3400001

INOR11EE2F7N3400001

INOR11EE2D7N3400001

INOR11EE2W9N3400001

INOR11EE2W9N3400002

INOR11EE2W9N3400003

INOR11EE2W9N3400004

INOR11EE2W9N3400005

INOR11EE2W9N3400006

INOR11EE2W9N3400007

INOR11EE2W9N3400008

INOR11EE2W9N3400009

INOR11EE2P7N3400B001

INOR11EE2P7N3400B002

INOR11EE2CLN34C0001

INOR11EE2BZV34C0001

INOR11EE2BZV34C0002

INOR11EE2BZV34C0003

INOR11EE2BZV34C0004

INOR11EE2BZV34C0005

INOR11EE2BZV3400B001



3 **NORMATIVA E RIFERIMENTI**

Le normative adottate per la progettazione sono elencate di seguito.

3.1 **Opere in c.a. e strutture metalliche**

- D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni;
- CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n.617 “Istruzione per l’applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008;
- UNI EN 1990 (Eurocodice 0) – Aprile 2006: “Criteri generali di progettazione strutturale”;
- UNI EN 1991-1-1 (Eurocodice 1) – Agosto 2004: “Azioni sulle strutture – Parte 1-1: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici”;
- UNI EN 1991-1-4 (Eurocodice 1) – Luglio 2005: “Azioni sulle strutture – Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento”;
- UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) – Novembre 2005: “Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: “Regole generali e regole per gli edifici”;
- UNI EN 1993-1-1 (Eurocodice 3) – Agosto 2005: “Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”;
- UNI EN 1998-1 (Eurocodice 8) – Marzo 2005: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali – Azioni sismiche e regole per gli edifici”;
- Linee guida sul calcestruzzo strutturale - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale;
- UNI EN 197-1:2011 – “Cemento: composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni;
- UNI EN 11104:2016 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”, Istruzioni complementari per l’applicazione delle EN 206-1;
- UNI EN 206:2016 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”;
- UNI EN 1337 Novembre 2001 – “Appoggi Strutturali”.

3.2 **Ponti Stradali**

- UNI EN 1991-2-1 (Eurocodice 1) – Marzo 2005: “Azioni sulle strutture – Parte 2: Carichi da traffico sui ponti”;
- UNI EN 1992-2 (Eurocodice 2) – Gennaio 2006: “Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: Ponti in calcestruzzo - progettazione e dettagli costruttivi”;
- UNI EN 1993-2 (Eurocodice 3) – Gennaio 2007: “Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 2: Ponti di acciaio”;
- UNI EN 1998-2 (Eurocodice 8) – Febbraio 2006: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Ponti”.

3.3 Geotecnica, fondazioni e geologia

- UNI EN 1997-1 (Eurocodice 7) – Febbraio 2005: “Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali”;
- UNI EN 1998-5 (Eurocodice 8) – Gennaio 2005: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”;
- UNI EN 1536:2010: “Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Pali trivellati”.

3.4 Ulteriori prescrizioni e specifiche tecniche di RFI e ITALFERR

- RFI DTC SI PS MA IFS 001 A: “Manuale di progettazione delle opere civili”;
- RFI DTC SI SP IFS 001 A: “Capitolato tecnico generale di appalto delle opere civili”.

3.5 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. 21.06.2004 n. 2367 – Recante le Istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali
- D.M. 28.06.2011 – Disposizioni sull’uso e l’installazione dei dispositivi di ritenuta stradale

3.6 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

4 GEOLOGIA E GEOTECNICA

Per quanto riguarda la geologia e la geotecnica del sito di intervento e le relative indagini conoscitive si rimanda alla relazione geologica e geotecnica di progetto.

5 FASI REALIZZATIVE

5.1 Descrizione dell'intervento

La realizzazione del cavalcavia di progetto non comporta effetti sulla viabilità esistente che rimane in esercizio fino alla conclusione dei lavori.

6 PARTE STRADALE

6.1 Descrizione dell'intervento

Il nuovo collegamento stradale prevede la realizzazione di una viabilità di lunghezza pari a 992.050m, secondo una strada tipo F2 (vedi DM 05/11/2001).

Il nuovo tracciato presenta raggi di curvatura compresi tra 120 e 240 m mentre l'andamento altimetrico presenta una pendenza massima pari a circa 5,60%.

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 1,0m. Dal punto di vista altimetrico il tracciato si presenta in rilevato fino alla progressiva 430.00, in corrispondenza del quale comincia un tratto in trincea che si protrarrà fino alla PK 617,718 a sinistra dell'asse stradale ed alla PK 657.300 a destra dell'asse. Al piede dei rilevati sono previsti fossi di guardia trapezi, un bacino di laminazione collocato a Nord-Ovest ed uno a Sud-Est; nei tratti in trincea si prevede l'inserimento di cunette alla francese per la raccolta delle acque proveniente dalla piattaforma e dalle scarpate.

L'asse di progetto sovrappassa la nuova linea AV/AC in un tratto ove questa si sviluppa in galleria 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 8,50m al di sopra del piano campagna.

Il viadotto è di lunghezza complessiva pari a 175 m e risulta composto dalla successione di campate come mostrato in tabella.

	L campata
SpA	40.00
P1	45.00
P2	55.00
Autostrada A4	35.00
P3	
SpB	

Una campata, di luce pari a 55 m si rende necessaria per lo scavalco dell'Autostrada A4 mentre la linea AV/AC MI-VR binario dispari e binario pari passa in galleria a tergo della spalla SpB.

Il rilevato, come detto, raggiunge un'altezza massima di circa 7 m, compatibile con le caratteristiche meccaniche dei terreni di fondazione.

A inizio intervento e fine intervento con la viabilità esistente sono poi previsti tratti di raccordo graduali fra la nuova viabilità e la quella attuale che presenta una larghezza inferiore. Tali raccordi sono stati definiti garantendo le geometrie minime da normativa per quanto riguarda l'allargamento delle corsie di marcia e la deviazione massima della segnaletica orizzontale rispetto agli assi di tracciamento.



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

Fase 2 - attivazione del traffico sulle deviazioni temporanee

- esecuzione opere non interferenti

Fase 3 - attivazione della viabilità sulla nuova infrastruttura

- demolizione delle parti di viabilità esistente non più necessarie e della viabilità provvisoria.

6.2 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 ($40 \div 100$) 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 è da intendersi come limite amministrativo, ovvero valore oltre il quale non è consentito percorrere l'infrastruttura, 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 8.5m, composta da due corsie di larghezza 3.25m e da banchine di larghezza pari a 1.00m (sezione tipo F2).

Nei tratti in viadotto la sede stradale presenta dei marciapiedi laterali di larghezza pari a 1.85m. Su tali marciapiedi la larghezza del camminamento, compreso tra il guard-rail e la ringhiera laterale, è pari a circa 1.10 m.

Nei tratti in viadotto, pertanto, la sede stradale presenta una larghezza totale comprensiva dei marciapiedi, pari a 12.20 metri.

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

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, a tal proposito, sulla rampa nord è previsto un allargamento per garantire la 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 ASSE PRINCIPALE

	<i>Progr. Iniziale</i>	<i>Progr. Finale</i>	<i>R/A</i>	<i>L</i>
Rettilineo	0	24,696	---	24.696



Clotoide	24,696	50,616	72	25,920
Curva Circolare	50,616	92,306	200	41,690
Clotoide	93,306	118,226	72	24,920
Rettilineo	118,226	118,240	---	14,00
Clotoide	118,240	145,462	70	27,222
Curva circolare	145,462	193,216	180	47,754
Clotoide	193,216	220,439	70	27,223
Rettilineo	220,439	414,409	---	193,970
Clotoide	414,409	461,284	75	46,875
Curva circolare	461,284	534,553	120	73,269
Clotoide	534,553	581,428	75	46,875
Rettilineo	581,428	873,586	---	291,842
Clotoide	873,586	901,711	75	28,125
Curva circolare	901,711	962,476	200	60,765
Clotoide	962,476	990,601	75	28,125
Rettilineo	990,601	992,056	---	1,455

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 adottato è compatibile con il diagramma delle velocità.

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 41 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.

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

Per la strada in esame:

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

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

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

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

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

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;

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:



$$2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$$

Per la strada in esame i valori del parametro A variano da 70 a 80 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:

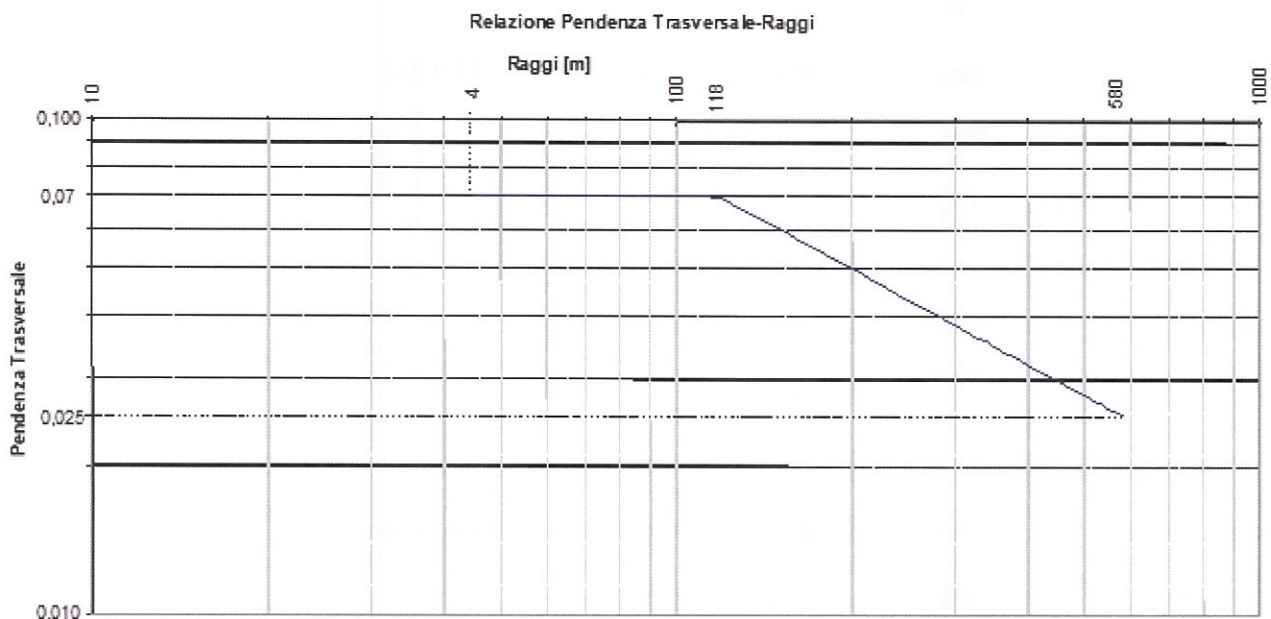


Diagramma di Velocità

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

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

Si rimanda all'elaborato specifico (*Diagramma di visuale libera e velocità - INOR11EE2D7IV3400001*) nel quale è confrontata la distanza di visuale libera disponibile con la distanza richiesta per l'arresto per tutto lo sviluppo del tracciato; da tale elaborato si evince che le verifiche risultano sempre soddisfatte.

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 7%. Nel caso in esame la massima pendenza longitudinale è pari a circa il 5.60%.

e) Raccordi altimetrici

In progetto per l'asse sono previsti 3 raccordi concavi e 2 raccordo convesso. Per i raccordi concavi si sono adottati raggi variabili da 1600 a 2000 m mentre per i raccordi convessi si è adottato un raggio pari a 1400 e 2000 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.



6.3 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; sulla campata di competenza autostradale e su quelle adiacenti è prevista la classe H3, sul resto dell'opera è prevista la classe H2;
- la classe delle barriere al limite dell'opera d'arte viene mantenuta anche sul rilevato per almeno 20m;
- sui restanti tratti in rilevato sono previste barriere di 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 H3, ovvero di classe superiore a quella minima prescritta in Normativa, in corrispondenza della campata che scavalca l'autostrada e per le due campate adiacenti. Per la restante campata, si prevede l'installazione di barriere di sicurezza di classe H2.

Almeno sui primi 20m di rilevato adiacente all'opera d'arte verrà mantenuta la classe della barriera prevista sulla parte terminale del manufatto, poi si passerà in ogni caso ad una barriera di classe H2, a meno che la barriera non serva, come nella rampa sud dove ha inizio il tratto in trincea.



È stata comunque garantita, come impone la normativa, la lunghezza minima di installazione delle singole classi delle barriere di sicurezza, anche in considerazione dei necessari collegamenti tra barriere su opera d'arte e barriera di pari classe su rilevato; pertanto nel caso di insufficiente lunghezza delle opere d'arte si garantisce la lunghezza minima di installazione impiegando sul rilevato la medesima classe di barriera presente sull'opera.

E' prevista l'installazione di terminali di avvio e fine impianto ovvero elementi iniziali e finali delle barriere di sicurezza.

Le barriere di sicurezza da installare sulle opere d'arte dovranno avere una Larghezza di Lavoro massima desumibile dai certificati di omologazione riportanti i risultati dei "crash test" non superiore a 1.65m, così come chiaramente riportato sugli elaborati tipologici relativi al cavalcaferrovia.

L'arredo dell'impalcato viene completato con la disposizione di montanti su cui vengono fissati pannelli in rete metallica di altezza 1.10m per la realizzazione di parapetto corrente e di altezza complessiva pari a 3.1m, in corrispondenza della sede autostradale, per la realizzazione di barriera di protezione.

Su tali barriere il pannello superiore viene disposto inclinato verso l'interno del ponte allo scopo di proteggere le sottostanti infrastrutture dal lancio di oggetti dal cavalcaferrovia.

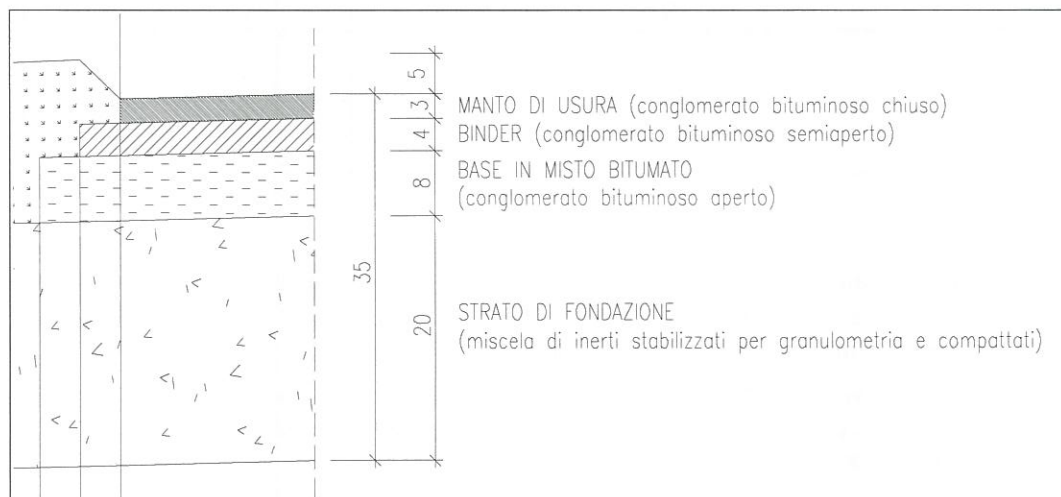
Si rimanda all'elaborato "Planimetria barriere di sicurezza - INOR11EE2P7IV340B002" nel quale sono riportate le progressive e le varie classi previste per l'opera in oggetto.

6.4 Sovrastruttura Stradale


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 6 cm;
- Base in misto bitumato (conglomerato bituminoso aperto) dallo spessore di 12 cm;
- Fondazione (miscela di inerti stabilizzati per granulometria e compattati) dallo spessore di 25 cm.

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



GENERAL CONTRACTOR

Cepav due 

ALTA SORVEGLIANZA


ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO IV 34C 0 001

Rev.
A

Foglio
18 di 22

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).

7 OPERE D'ARTE

7.1 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 traversi vengono connessi alla soletta mediante piolatura.

Le travi d'acciaio hanno altezza variabile lungo il loro sviluppo longitudinale da un minimo di 2000 mm sulle campate di riva ad un massimo di 3300 mm sulle pile centrali.

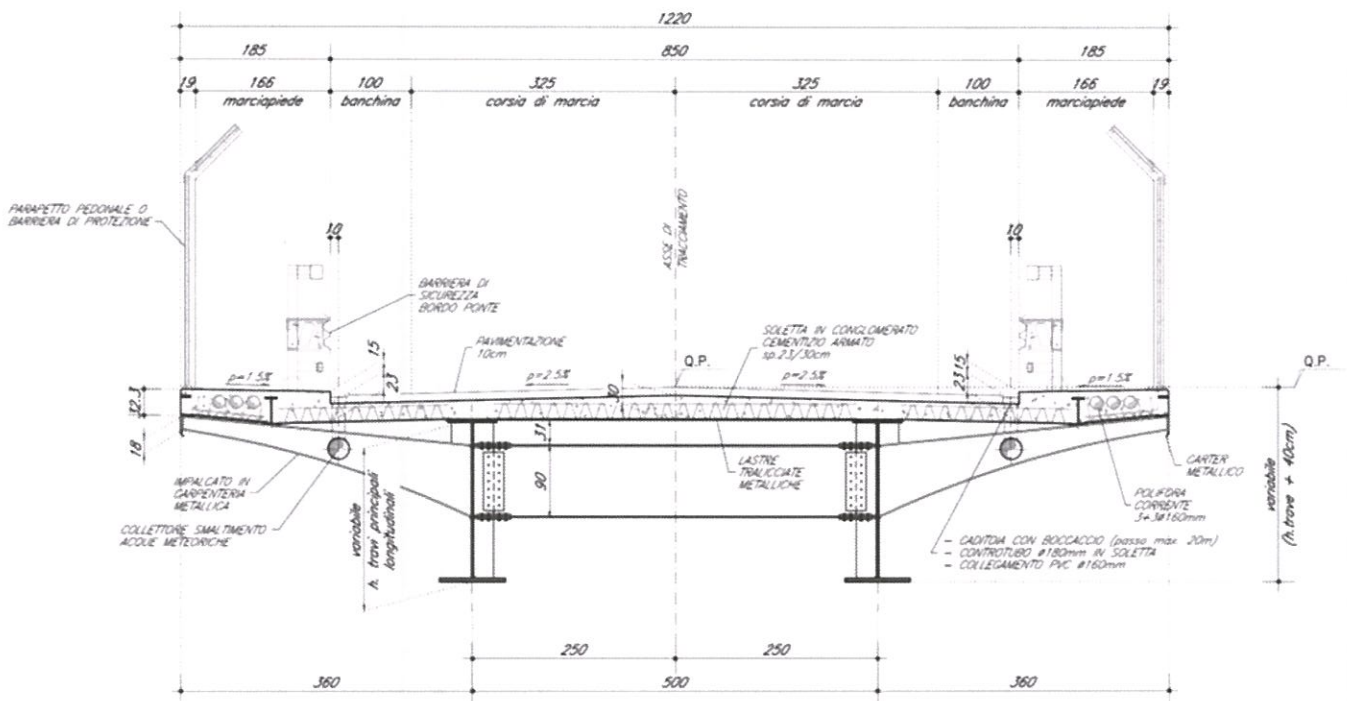


Figura 1 – Sezione trasversale impalcato

7.2 Pile

Le pile sono a setto continuo in conglomerato cementizio armato, 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 4.90m a 6.80m.

Le pile P1-P2, adiacenti alla linea AV/AC, presentano un plinto di forma rettangolare attestato su una palificata di fondazione costituita da 8 pali Ø1200 mm di lunghezza 35.00m (P1) e 39.00m (P2).

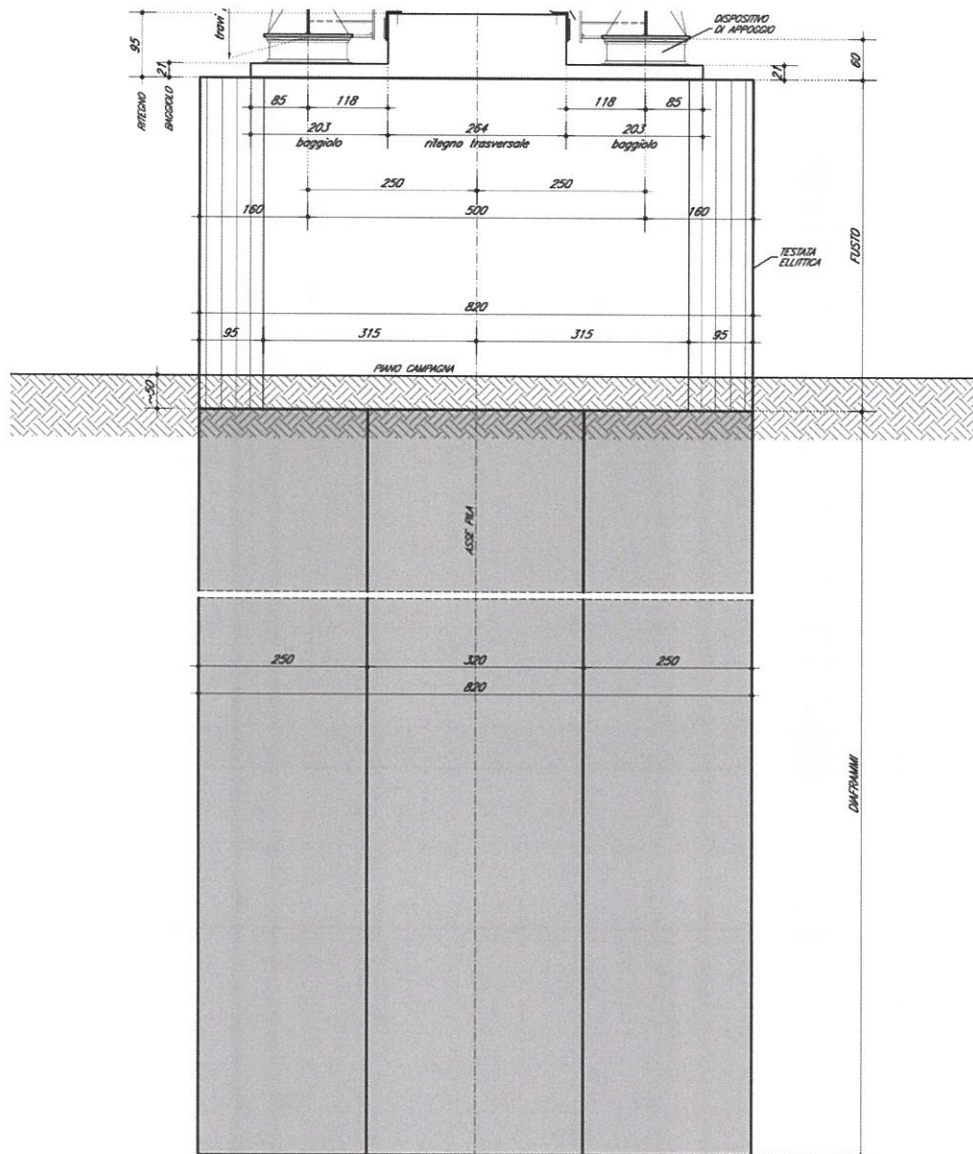


Figura 3 - Vista frontale pila P3

7.3 Spalle

Le spalle dell'opera, realizzate in conglomerato cementizio armato, presentano un plinto di forma rettangolare attestato su una palificata di fondazione costituita da pali Ø1500 mm, in numero di 6 per la spalla A e 6 per la spalla B.

7.4 Vincolamento degli impalcati

Il sistema di vincolamento è costituito da dispositivi di appoggio ed isolamento sismico in elastomero armato e cioè costituiti da strati alterni di acciaio e di elastomero collegati mediante vulcanizzazione. Tali dispositivi essendo caratterizzati da un ridotto valore della rigidezza orizzontale garantiscono un disaccoppiamento del moto orizzontale della struttura rispetto a quello del terreno ed una conseguente riduzione della risposta sismica della



struttura; inoltre i dispositivi sono dotati di capacità dissipativa che è determinata dalla mescola elastomerica da cui sono costituiti e che è utile a minimizzare gli spostamenti della struttura isolata.

I dispositivi sono progettati affinché resistano senza danneggiarsi all'azione di progetto allo stato limite di collasso e affinché resistano all'azione di progetto allo stato limite ultimo, così come prescritto dalla normativa, mentre gli elementi di sostegno ai quali vengono trasmesse le azioni longitudinali e le azioni trasversali sono progettati affinché si mantengano in campo elastico anche sotto l'azione sismica allo stato limite ultimo. In questo modo si ottiene la garanzia che, anche a seguito di un evento sismico di eccezionale intensità, gli unici elementi che possono rimanere danneggiati sono i dispositivi di vincolamento, più facilmente sostituibili alla fine dell'evento sismico, mentre gli elementi strutturali costituenti l'opera mantengono integre le proprie capacità di resistenza.

Le caratteristiche dei dispositivi, posti rispettivamente in corrispondenza delle pile e delle spalle, vengono definite adoperando la scelta della rigidezza della mescola sulla base di spostamenti ritenuti accettabili per l'opera.

Il fattore che influenza il valore della rigidezza traslazionale dei dispositivi è quello del modulo di elasticità tangenziale G. Le mescole elastomeriche ad alto smorzamento di cui sono costituiti i dispositivi di isolamento sono caratterizzate da una sensibile variazione del modulo G al variare della deformazione. In particolare, il valore di G al disotto del 50% della deformazione massima di un dispositivo risulta circa 2-2.5 volte superiore al valore assunto da G per deformazioni più elevate. Di conseguenza il valore della rigidezza traslazionale dei dispositivi in condizioni di esercizio risulta più elevata di quella in condizione sismica.

7.5 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 sismiche.