

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA
 LEGGE OBIETTIVO N. 443/01
 LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA
 Lotto Funzionale Brescia-Verona
 PROGETTO ESECUTIVO**

OPERE DI ATTRAVERSAMENTO STRADALE

CAVALCAVIA FERALPI

km 104+576.040

RELAZIONE TECNICA GENERALE

IL PROGETTISTA INTEGRATORE

saipem spa
Tommaso Taranta

Dottore in Ingegneria Civile Iscritto all'albo degli Ingegneri della Provincia di Milano al n. A23741/1 Sez. A Settori a) civile e ambientale b) industriale c) dell'informazione
Tel. 02.52020509 Fax. 02.52020509 CF. e P.IVA. 00825700157

IL PROGETTISTA

saipem spa
Tommaso Taranta

Dottore in Ingegneria Civile Iscritto all'albo degli Ingegneri della Provincia di Milano al n. A23741/1 Sez. A Settori a) civile e ambientale b) industriale c) dell'informazione
Tel. 02.52020509 Fax. 02.52020509 CF. e P.IVA. 00825700157

ALTA SORVEGLIANZA



Verificato	Data	Approvato	Data

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

I N 0 5 0 0 E E 2 R O I R 4 2 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. T. Taranta)
0	19/03/18	Emissione P.E	ROGNO NI	19/03/18	CAFFONI	19/03/18	LAZARI	19/03/18	

Data: _____

SAIPEM S.p.a. COMM. 032121

Data: 19/03/18

Doc. N.:
IN0500EE2ROIR42000010.DOC



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

CUP: F81H91000000008

**INDICE**

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVA E RIFERIMENTI.....	4
2.1	<i>Opere in c.a. e strutture metalliche</i>	<i>4</i>
2.2	<i>Ponti stradali</i>	<i>5</i>
2.3	<i>Geotecnica, fondazioni e geologia.....</i>	<i>5</i>
2.4	<i>Ulteriori prescrizioni e specifiche tecniche di RFI e ITALFERR.....</i>	<i>5</i>
2.5	<i>Barriere stradali</i>	<i>6</i>
2.6	<i>Strade.....</i>	<i>6</i>
3	ELABORATI DI RIFERIMENTO	8
4	PARTE STRADALE	9
4.1	<i>DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....</i>	<i>9</i>
4.2	<i>TRACCIATO STRADALE</i>	<i>10</i>
4.3	<i>BARRIERE DI SICUREZZA.....</i>	<i>16</i>
4.4	<i>SOVRASTRUTTURA STRADALE.....</i>	<i>19</i>
5	OPERE D'ARTE	20
5.1	<i>IMPALCATI.....</i>	<i>20</i>
5.2	<i>SPALLE.....</i>	<i>21</i>
5.3	<i>VINCOLAMENTO DEGLI IMPALCATI.....</i>	<i>24</i>
5.4	<i>GIUNTI.....</i>	<i>25</i>



1 PREMESSA

Nella presente relazione si descrivono le caratteristiche relative all'adeguamento della viabilità esistente riferita al cavalcavia denominato "Cavalcavia Feralpi – IV42" che sovrappassa l'autostrada A4 in prossimità della progressiva 104+576,040. A tergo della spalla Sp.A del presente cavalcavia è ubicata La linea AV/AC Milano –Verona.

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 1,00 m.

La sezione trasversale dell'opera è costituita da una sede carrabile di 8,50m, e da due cordoli esterni larghezza complessiva pari a 3,025m che ospitano un marciapiede.

L'andamento planimetrico dell'opera d'arte è in rettilineo.

Il cavalcavia, di lunghezza complessiva 50,40m, è costituito da una unica campata.

Il cavalcavia ha una struttura mista acciaio-clc con luce di calcolo 50,4m e lunghezza complessiva (comprensiva del retrotrave) 51,4m.

La struttura portante è costituita da due travi a doppia T a sezione variabile (h=2,20m in corrispondenza delle spalle e h=3,50m in mezzera) che corrono longitudinalmente per l'intero sviluppo dell'impalcato.

Il sistema di vincolamento è costituito da isolatori elastomerici.

Le spalle dell'opera sono in conglomerato cementizio armato, e presentano una platea con fondazione su pali di grande diametro ($\Phi 1500$).

Le dimensioni in altezza sono determinate dall'andamento altimetrico del tracciato stradale e dallo spessore dell'impalcato.

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

Le grandezze sono espresse in metri.

	L campata
SpA campata AV/AC SpB	50,40

2 **NORMATIVA E RIFERIMENTI**

Le normative adottate per la progettazione sono elencate di seguito.

2.1 *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”.

2.2 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”.

2.3 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”.

2.4 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”.



2.5 *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

2.6 *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

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. IN0500EE2ROIR42000010.DOC

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
EE2ROIR4200-001

Rev.
0

Foglio
7 di 25

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

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. IN0500EE2ROIR4200010.DOC

Progetto
IN05Lotto
00Codifica Documento
EE2ROIR4200-001Rev.
0Foglio
8 di 25

3 ELABORATI DI RIFERIMENTO

DESCRIZIONE	CODICE
PLANIMETRIA LINEA A.C. DAL KM 103+424.970 AL KM 104+224.970 B.P. DA KM 0+000 (=104+150.540 B.P.) A KM 0+120.000 B.D.	IN0500DE2P7IF0001096
PROFILO LONGITUDINALE LINEA A.C. DAL KM 102+900.000 AL KM 103+800.000	IN0500DE2F7IF0001084
TIPOLOGICO CVF STRADE CAT F2 : CARPENTERIA IMPALCATO	IN0500DE2BBIV0005019
TIPOLOGICO CVF SMALT ACQUE METEORICHE : PIANTE E DETTAGLI	IN0500DE2PZIV0003003
TIPOLOGICO CVF SMALT ACQUE METEORICHE: ELEMENT DISCONTINUITA TIP A	IN0500DE2PZIV0003004
TIPOLOGICO CVF SMALT ACQUE METEORICHE: ELEMENT DISCONTINUITA TIP B	IN0500DE2PZIV0003005
TIPOLOGICO CVF PRESCRIZIONI MATERIALI E NOTE GENERALI	IN0500DE2QXIV0000001
TIPOLOGICO CVF RELAZIONE IDRAULICA	IN0500DE2BXIR0000001
TIPOLOGICO CVF SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA	IN0500DE2BBIR0000002
<u>CAVALCAVIA FERALPI PK 104+576,040 – IV42</u>	
PLANIMETRIA DI PROGETTO	IN0500DE2P7IV4200001
SEZIONE LONGITUDINALE E PROSPETTO	IN0500DE2Z9IV4200001
PIANTA FONDAZIONI ED IMPALCATO	IN0500DE2P9IV4200001
SPALLA A – CARPENTERIA	IN0500DE2BBIV4206001
SPALLA B – CARPENTERIA	IN0500DE2BBIV4206002
APPARECCHI DI APPOGGIO E GIUNTI	IN0500DE2AZIV4205001
RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A	IN0500DE2CLIV4206001
RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B	IN0500DE2CLIV4206002
RELAZIONE DI CALCOLO APPARECCHI DI APPOGGIO E GIUNTI DI DILATAZIONE	IN0500DE2CLIV420X001
RELAZIONE DI CALCOLO SOLETTA IMPALCATO	IN0500DE2CLIV4205001
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	IN0500DE2CLIV4205002
CARPENTERIA METALLICA IMPALCATO – PIANTE E SEZIONE LONGITUDINALE	IN0500DE2PZIV4205001
CARPENTERIA METALLICA IMPALCATO – SEZIONE TRASVERSALE E PARTICOLARI	IN0500DE2WZIV4205001
CARPENTERIA METALLICA IMPALCATO – TRAVERSI	IN0500DE2BZIV4205001
SOLETTA IMPALCATO – LASTRE TRALICCATE	IN0500DE2BZIV4205002
DIAGRAMMA DI VISUALE LIBERA E VELOCITÀ	IN0500DE2DXIR4200001
RELAZIONE TECNICA GENERALE	IN0500DE2ROIR4200001
ASSE PRICIPALE–SEZIONI TRASVERSALI – TAVOLA 1/2	IN0500DE2W9IR4200001
ASSE PRICIPALE–SEZIONI TRASVERSALI – TAVOLA 2/2	IN0500DE2W9IR4200002
PROFILO LONGITUDINALE	IN0500DE2F7IR4200001



4 PARTE STRADALE

4.1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento consiste nell'adeguamento della viabilità esistente, secondo una strada tipo F2 (vedi DM 05/11/2001), nel tratto centrale in corrispondenza dell'esistente cavalcavia sull'autostrada A4. Il tracciato, che rimane in sede alla viabilità esistente, ha uno sviluppo pari a 146,089m ed è in rettilineo.

Per la realizzazione della galleria ferroviaria, che è ubicata a tergo della spalla esistente posta a nord rispetto all'autostrada A4 e del nuovo cavalcavia viene in pratica effettuata una modifica altimetrica in corrispondenza delle opere suddette per garantirne il franco altimetrico minimo su la nuova linea AV/AC e sull'autostrada A4. In particolare su quest'ultima il franco è pari a 5,50m.

L'andamento altimetrico presenta una pendenza massima pari a circa 4,59%.

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 1m. Dal punto di vista altimetrico il tracciato si presenta sempre in rilevato e le scarpate laterali sono previste con una inclinazione pari a 3/2 per altezze di rilevato superiori a 1,00 m e 2/1 per altezze inferiori. Al piede dei rilevati sono previsti fossi di guardia trapezi di larghezza 1,75 m con funzione di bacino drenante.

L'asse di progetto sovrappassa la nuova linea AV/AC in un tratto ove questa si sviluppa in trincea di altezza pari a circa 3,5 metri e pertanto la livelletta stradale, tenendo conto delle altezze libere da garantire sull'autostrada A4 (5,5 m) e tendendo conto inoltre dello spessore degli impalcati, deve innalzarsi di circa 7 m al di sopra del piano campagna.

Il cavalcavia è di lunghezza complessiva pari a 50,40m e risulta composto da una unica campata come mostrato in tabella.

	L campata
SpA campata AV/AC SpB	50.40

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



A inizio e fine intervento è poi previsto un tratto di raccordo graduale fra la nuova viabilità e la quella attuale che presenta una larghezza inferiore. Tale raccordo è stato definito 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 la realizzazione delle opere in progetto e il relativo adeguamento della viabilità esistente è necessario l'interruzione del traffico veicolare sulla viabilità.

Inoltre non si viene effettuato l'interruzione del traffico veicolare in attraversamento sull'autostrada durante le operazioni di cantiere.

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.

Visto l'andamento plano-altimetrico della viabilità esistente a cui ci collega si è ritenuto opportuno limitare a 30 km/h il limite di velocità per l'intero tratto in progetto; a tale scopo si prevede l'introduzione di opportuna segnaletica verticale.

Gli elementi del tracciato sono verificati in base alla velocità di progetto che si evince dal diagramma delle velocità.

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).

Sul viadotto la sede stradale presenta dei marciapiedi laterali di larghezza pari a 1,65 m.

Su tali marciapiedi la larghezza del camminamento, compreso tra il guard-rail e la ringhiera laterale, è pari a circa 0,9 m.

Sul viadotto, pertanto, la sede stradale presenta una larghezza totale comprensiva dei marciapiedi, pari a 14,55 metri.

Si osserva inoltre che nel tratto ove il cavalcavia scavalca la sede autostradale si prevede l'adozione di una barriera parasassi posta in sommità alle due travi portanti a doppia T a sezione variabile.

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 contraccollo;
 - 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>
Rettilineo	0	146,089	----	146,089
Curva Circolare	146,089	189,753	30	43,664
Rettilineo	189,753	220,566	---	30,813

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.

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

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

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

*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 ΔV massimo di 5 Km/h rispetto a V_{pmax} .



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.

c) Curve di transizione (Clotoidi)

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

- Limitazione del contraccolpo.

$$\text{Criterio 1: } A \geq 0.021 \times V^2$$

Per la strada in esame:

$$A \geq 33,6 \quad \text{per } V = 40 \text{ km/h}$$

$$A \geq 52,5 \quad \text{per } V = 50 \text{ km/h}$$

$$A \geq 75,6 \quad \text{per } V = 60 \text{ km/h}$$

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

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

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:

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

Visto lo sviluppo dell'intervento, che come già detto è limitato al tratto centrale della viabilità esistente e che quindi non interessa la curva circolare esistente e la contemporanea assenza di clotoide le verifiche di cui sopra vengono meno.



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:

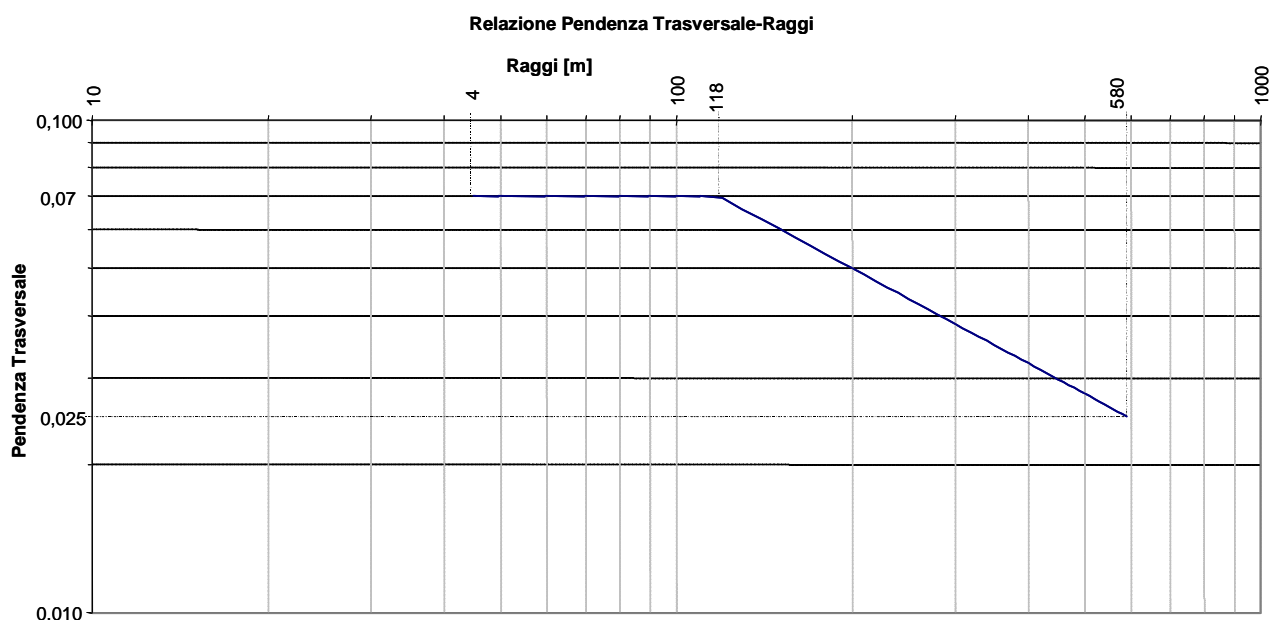


Diagramma di Velocità

Dalla tabella riepilogativa dei dati geometrici della strada si evince che, avendo previsto un limite di velocità amministrativo pari a 30 km/h, la massima velocità di progetto è desunta dal diagramma di velocità.

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

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 al $4,59\%$.

e) Raccordi altimetrici

In progetto, inoltre, sono previsti 1 raccordo concavo e 3 raccordi convessi. Per il raccordo concavo è stato adottato un raggio pari a 1200m; per i raccordi convessi sono stati adottati dei raggi pari a 1000, 1280 e 500m. 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; sulla campata di competenza AC e su quelle adiacenti è prevista la classe H4, sul resto dell’opera è prevista la classe H3;
- la classe delle barriere al limite dell’opera d’arte viene mantenuta anche sul rilevato per almeno e20m;
- 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 Lc 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 Normativa.

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 ad una barriera di classe H2.

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.

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 cavalcavia.

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 3,0 m.

Si riporta la tabella con le progressive e le varie classi previste per l'opera in oggetto.

BARRIERE DI SICUREZZA			
CIGLIO SINISTRO		CIGLIO DESTRO	
TRATTO	TIPO BARRIERA	TRATTO	TIPO BARRIERA
da km 0-080.00 a km 0+028.18	H2 bordo laterale su terrapieno	da km 0-080.00 a km 0+028.18	H2 bordo laterale su terrapieno
da km 0+028.18 a km 0+048.18	H3 bordo laterale su terrapieno	da km 0+028.18 a km 0+048.18	H3 bordo laterale su terrapieno
da km 0+048.18 a km 0+121.38	H3 bordo laterale su opera d'arte	da km 0+048.18 a km 0+121.38	H3 bordo laterale su opera d'arte
da km 0+121.38 a km 0+141.38	H3 bordo laterale su terrapieno	da km 0+121.38 a km 0+141.38	H3 bordo laterale su terrapieno
da km 0+141.38 a km 0+220.57	H2 bordo laterale su terrapieno	da km 0+141.38 a km 0+220.57	H2 bordo laterale su terrapieno

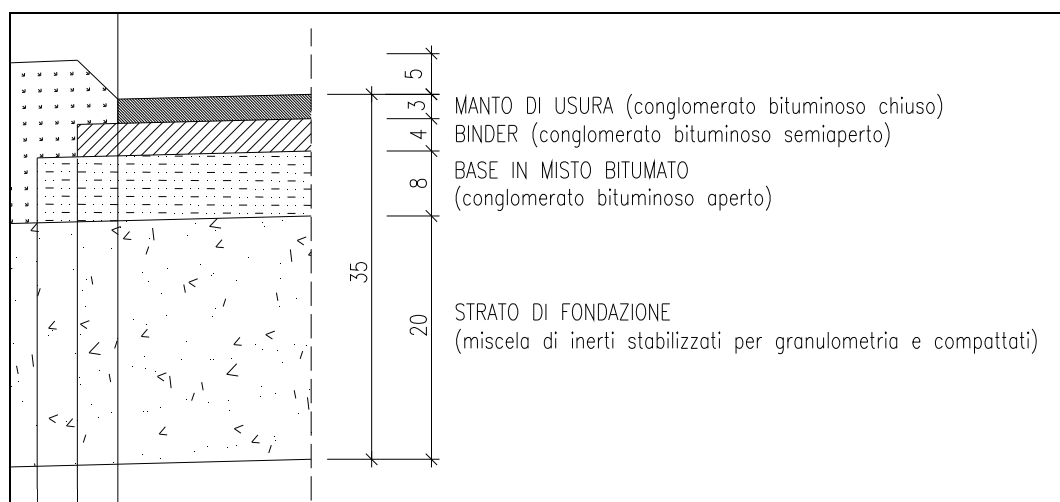


4.4 SOVRASTRUTTURA STRADALE

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 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

Il Cavalcavia è monocampata con luce di calcolo 50.4m e lunghezza complessiva (comprensiva del retrotrave) 51,4m. L'impalcato è della tipologia a via inferiore costituito da 2 travi a "doppio T" in acciaio, di altezza variabile.

Le travi principali sono collegate trasversalmente da travi secondarie, trasversi, posti ad interasse costante $i=3.6m$. Con lo stesso passo si posizionano gli irrigidenti trasversali del pannello d'anima della trave longitudinale

Le travi d'acciaio hanno altezza variabile lungo il loro sviluppo longitudinale da un minimo di 2200 mm ad un massimo di 3500 mm, il loro interasse è 12,75m. Le travi saranno prefabbricate in officina per conci di lunghezza massima 13,50m, in modo tale da essere trasportabili agevolmente senza oneri specifici e poi collegati in cantiere mediante giunti saldati.

La soletta in calcestruzzo armato che costituisce la piattaforma dell'impalcato, ha uno spessore costante di 20cm ed è gettata in opera su lastre tralicciate autoportanti disposte parallelamente all'asse longitudinale del ponte. Nella parte sommitale vi è la pavimentazione stradale che ha altezza costante di 10cm. Ai margini della piattaforma da entrambi i lati vi è il cordolo al di sopra del quale è posizionata la barriera di sicurezza.

La piattaforma è larga complessivamente 12.75m di cui i due cordoli rispettivamente larghi 2.125m, che ospitano due marciapiedi di 1.65m e la sede stradale larga 8,5m. Quest'ultima accoglie le due corsie a senso di marcia opposto e le rispettive banchine.

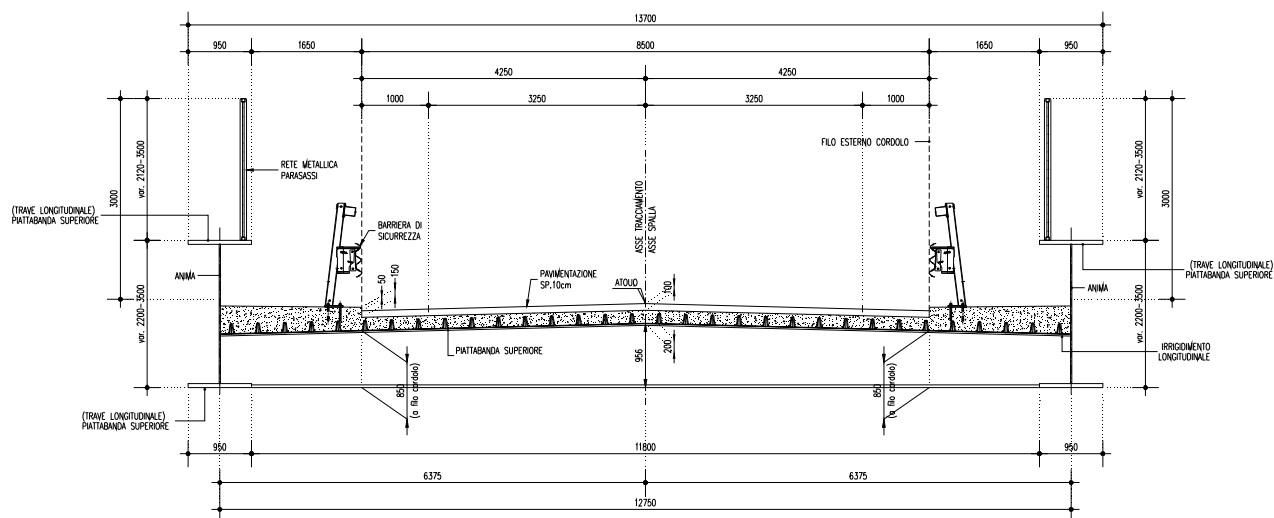


Figura 1 – Sezione trasversale impalcato

5.2 SPALLA

Le spalle, in cemento armato gettato in opera, presentano un fusto di altezza 8,20m per la spalla A e 6,10m per la spalla B e larghezza 14,55m per entrambe. I muri di risvolto, necessari per il contenimento del rilevato delle rampe del cavalcavia, hanno spessore costante pari a 1m. La soletta di fondazione della spalla A ha lato maggiore, perpendicolare all'asse longitudinale del cavalcavia, che misura 15,80m e lato minore, parallelo all'asse trasversale dell'impalcato, che misura 6,80m. Lo spessore è costante e pari a 1,80m. Essa è fondata su 8 pali trivellati di grande diametro ($\phi=1,5m$) lunghi 24m in cemento armato gettati in opera. La soletta di fondazione della spalla B invece ha lato maggiore, perpendicolare all'asse longitudinale del cavalcavia, che misura 15,80m e lato minore, parallelo all'asse trasversale dell'impalcato, che misura 11,30m. Lo spessore è costante e pari a 1,80m. Essa è fondata su 12 pali trivellati di grande diametro ($\phi=1,5m$) lunghi 22m in cemento armato gettati in opera.

Di seguito si riporta pianta e sezione delle spalle:

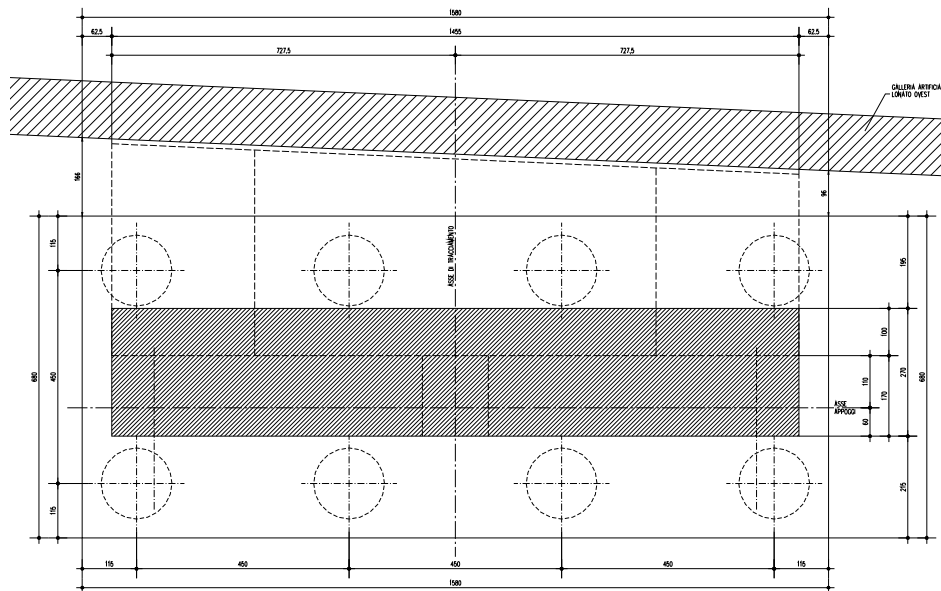


Figura 2 – Pianta spalla A

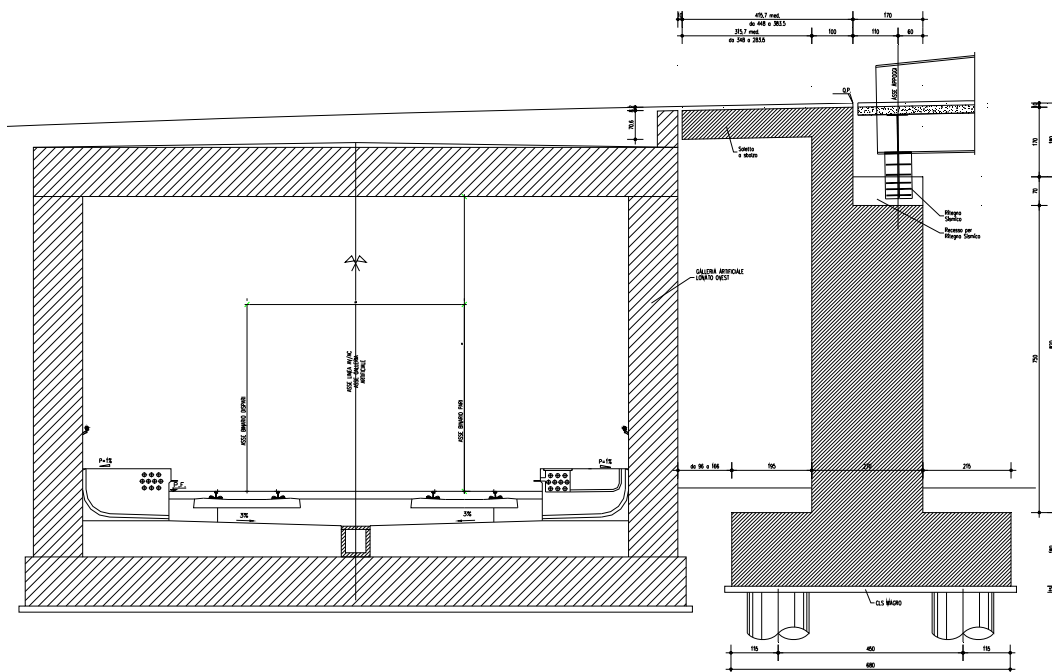


Figura 3 – Sezione spalla A

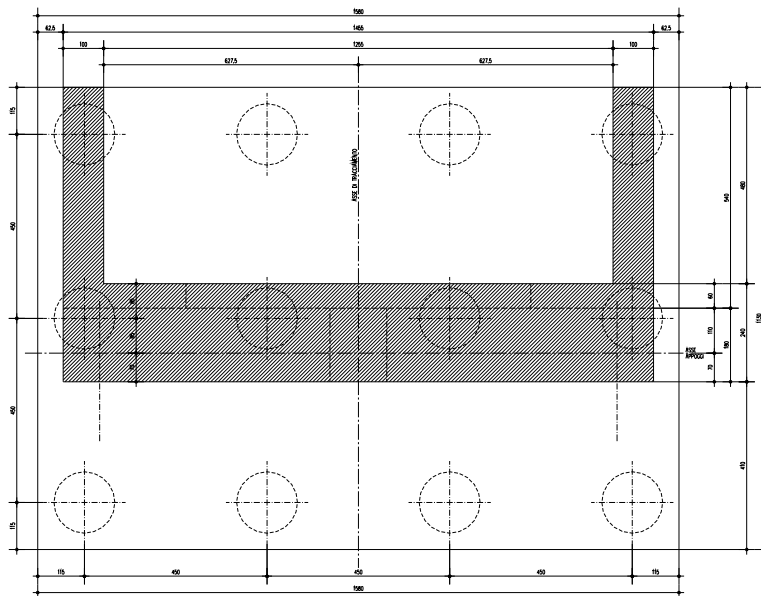


Figura 4 – Pianta spalla B

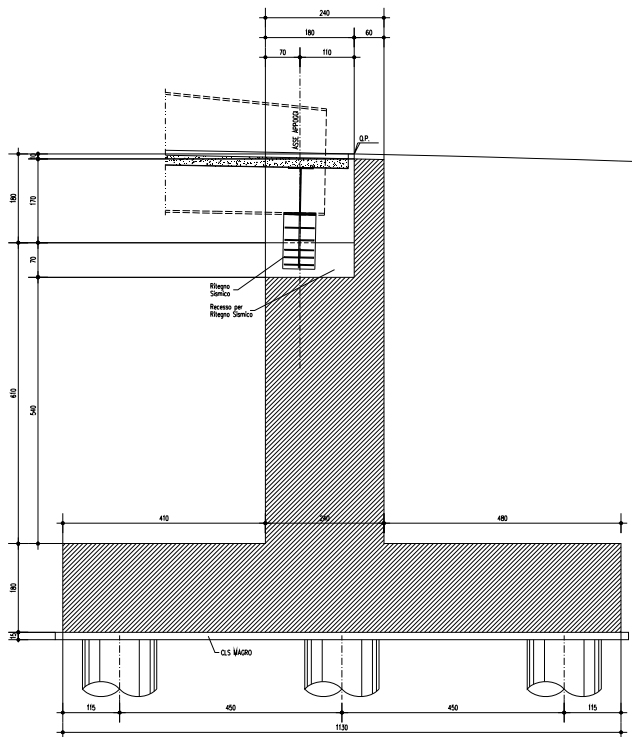


Figura 5 – Sezione spalla B



5.3 *VINCOLAMENTO DEGLI IMPALCATI*

Il sistema di vincolamento prevede su ciascuna spalla una coppia di isolatori elastomerici in neoprene armato caratterizzati da alto smorzamento (coefficiente di smorzamento viscoso equivalente del 15%).

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 elastomera 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 in corrispondenza 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 2.5 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.

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. IN0500EE2ROIR42000010.DOC

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
EE2ROIR4200-001

Rev.
0

Foglio
25 di 25

5.4 GIUNTI

In corrispondenza delle spalle sono previsti giunti di dilatazione in neoprene armato per consentire gli spostamenti previsti dell'impalcato.

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