

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE: A.T.I. CAR SEGNALETICA STRADALE S.R.L.(Capogruppo) – SICURBAU S.R.L.



PROGETTAZIONE: S.T.E. srl – Italiana Sistemi srl.

PROGETTO ESECUTIVO

LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA

Lotto funzionale Treviglio-Brescia

**INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO
DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA**

BARRIERE ANTIRUMORE

Relazione di calcolo montanti

CAR SEGNALETICA STRADALE S.R.L. C.da Piana Z.I. snc Tel. 0824.875215 - 0824.875189 - Fax 0824.875174 82030 PONTE (Bn) Partita Iva 01 049 090 622	SICURBAU S.r.l. Via Rivolta snc 82030 TORREBUSSO (BN) P. IVA e C.F.: 02 477 240 218		SCALA: -
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------	--	-------------

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

INOG 00 E ZZ CL R10000 002 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	N. Cognome S.FRENNIA	data Sett. 2016	N. Cognome S.FRENNIA	data Sett. 2016	N. Cognome F. LA CAMERA	data Sett 2016	N. Cognome data
B	Emissione Esecutiva	N. Cognome S.FRENNIA	data Nov. 2016	N. Cognome S.FRENNIA	data Nov. 2016	N. Cognome F. LA CAMERA	data Dicembre 2016	S. FRENNIA Dott. Ing. Salvatore Frenna 1953

File: INOG00EZZCLRI0000002B.doc

n. Elab.: 8.3

Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

CIG: 6156342621

CUP: J41C0700000001



S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA IN0G	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

INDICE

1	PREMESSA	5
2	SCOPO DEL DOCUMENTO	7
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	8
3.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	8
3.2	DOCUMENTI CORRELATI	8
3.3	DOCUMENTI SUPERATI	9
4	ALLEGATI	9
5	MATERIALI PRESCRITTI	10
6	DESCRIZIONE DEI CARICHI AGENTI	15
6.1	PESO PROPRIO	15
6.2	PRESSIONE AERODINAMICA DEI CONVOGLI	15
6.2.1	<i>Carichi statici equivalenti</i>	16
6.3	PRESSIONE DEL VENTO	17
6.4	AZIONI CONSIDERATE	19
7	ANALISI DEI MONTANTI METALLICI	20
7.1	GEOMETRIA	20
7.2	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE	20
7.3	CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI	21
7.3.1	<i>Modelli di calcolo</i>	21
7.4	VERIFICHE DI RESISTENZA	22
7.5	VERIFICHE DI RESISTENZA AL FUOCO	22
7.6	VERIFICA DI DEFORMABILITÀ	24
7.7	VERIFICA A FATICA	24

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

8	RISULTATI DELLE VERIFICHE	25
8.1	BARRIERA H=3M	25
8.1.1	<i>Barriera H=3m - verifiche di resistenza</i>	25
8.1.2	<i>Barriera H=3m - verifiche di resistenza al fuoco</i>	25
8.1.3	<i>Barriera H=3m - verifiche di deformabilità</i>	27
8.1.4	<i>Barriera H=3m - verifiche a fatica</i>	28
8.2	BARRIERA H=4M	29
8.2.1	<i>Barriera H=4m - verifiche di resistenza</i>	29
8.2.2	<i>Barriera H=4m - verifiche di resistenza al fuoco</i>	29
8.2.3	<i>Barriera H=4m - verifiche di deformabilità</i>	31
8.2.4	<i>Barriera H=4m - verifiche a fatica</i>	32
8.3	BARRIERA H=5M	33
8.3.1	<i>Barriera H=5m - verifiche di resistenza</i>	33
8.3.2	<i>Barriera H=5m - verifiche di resistenza al fuoco</i>	33
8.3.3	<i>Barriera H=5m - verifiche di deformabilità</i>	35
8.3.4	<i>Barriera H=5m - verifiche a fatica</i>	36
8.4	BARRIERA H=6.5M	37
8.4.1	<i>Barriera H=6.5m - verifiche di resistenza</i>	37
8.4.2	<i>Barriera H=6.5m - verifiche di resistenza al fuoco</i>	37
8.4.3	<i>Barriera H=6.5m - verifiche di deformabilità</i>	39
8.4.4	<i>Barriera H=6.5m - verifiche a fatica</i>	40
9	VERIFICA DEI TIRAFONDI E DELLE PIASTRE DI ANCORAGGIO	41
9.1	GEOMETRIA PIASTRE, COSTOLE E TIRAFONDI	41
9.2	VERIFICA DEI TIRAFONDI.....	41
9.2.1	<i>Verifiche di resistenza</i>	41

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B	FOGLIO 4 di 44

9.2.2	<i>Verifica della lunghezza di ancoraggio</i>	42
9.2.3	<i>Verifica a fatica</i>	43
9.3	VERIFICA DELLA PIASTRA DI BASE	44
9.3.1	<i>Verifica per tiro del tirafondo</i>	44

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA IN0G	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

1 PREMESSA

La presente relazione, ha per oggetto la descrizione generale del Progetto Esecutivo per appalto degli interventi di mitigazione acustica del tratto di interconnessione di Brescia Ovest in affiancamento alla Linea Storica fino all'ingresso del PRG di Brescia. Il progetto si inserisce nell'ambito della realizzazione della Tratta AV/AC Milano-Verona.

Come indicato nella Relazione generale del progetto definitivo (IN4104D05RGMD0000001A), il parere positivo della CS VIA del 04 febbraio 2011 n. 633 sul Progetto Definitivo della penetrazione urbana della linea AV/AC nel nodo di Brescia e sistemazione a PRG di Brescia è condizionato alle seguenti prescrizioni:

- con riferimento al Quadro Progettuale: punto 5. «escludere la messa in esercizio della linea prima del completamento delle mitigazioni eseguite nell'ambito degli interventi previsti dal Piano di Risanamento Acustico di RFI»
- con riferimento al Quadro Ambientale: punto 19. «prevedere una specifica campagna di misura post-operam (con le barriere antirumore in essere e il traffico a regime) tesa a verificare gli effettivi livelli di esposizione dei ricettori, finalizzata a determinare eventuali interventi diretti sui ricettori. Prevedere successive verifiche di efficacia.»

L'attuale progetto riguarda la realizzazione delle opere necessarie per ottemperare alla prescrizione n. 5 relativa al Quadro progettuale posta dalla CS VIA e consentire, successivamente all'attivazione, le attività di cui alla prescrizione n. 19.

Descrizione dell'intervento

Gli interventi di opere civili previsti nel presente progetto sono costituiti dalla realizzazione delle barriere antirumore a nord della linea storica Milano-Brescia.

Gli interventi sono individuati planimetricamente con riferimento alla progressivazione del profilo longitudinale della linea storica ovvero con riferimento al binario pari (sud).

Per completezza e al fine di coordinare l'intervento con i restanti interventi che intervengono nello stesso ambito territoriale è stato inserito in aggiunta il riferimento della corrispettiva progressiva riferita al binario pari AV, sebbene lo sviluppo e la posizione planimetrica di tale binario si discosti talvolta in maniera considerevole dalla sede della linea storica.

Nel dettaglio i limiti dell'intervento sono definiti dalle e pk 84+094.50 della linea storica (corrispondente alla pk 18+632 dell'Interconnessione AV di Brescia Ovest).

La tratta di intervento ha origine ad ovest di via Trepola in Ospitaletto (BS), alla progressiva chilometrica 72+391.10 binario pari della linea storica (corrispondente alla pk 6+900 dell'Interconnessione AV di Brescia

<p>S.T.E. srl Italiana Sistemi srl</p>	<p>LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA</p>					
<p>RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI</p>	<p>COMMESSA INOG</p>	<p>LOTTO 00</p>	<p>CODIFICA E ZZ CL</p>	<p>DOCUMENTO RI 00 00 002</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 6 di 44</p>

Ovest), e termina a est della stazione di Brescia Centrale in corrispondenza della progressiva chilometrica 84+094.50 binario pari della linea storica (corrispondente alla pk 18+632 dell'Interconnessione AV di Brescia Ovest).

La tratta di intervento, che si sviluppa per circa 11.7 Km, prevede la realizzazione delle Barriere Antirumore sul lato nord della linea storica Milano-Venezia e in particolare i limiti del nuovo intervento sono:

- per un primo tratto, di circa 4.9 km , l'intervento si sviluppa nei limiti di intervento del General Contractor Cepav Due che realizza la Tratta AV/AC Milano-Verona con esclusione della realizzazione delle Barriere Antirumore a nord della LS;
- per un secondo tratto, di circa 6.8 km, l'intervento è in corrispondenza dei limiti di intervento del PD per Appalto dell'ingresso urbano dell'interconnessione di Brescia ovest e PRG di Brescia Centrale.

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

La presente relazione tecnico-strutturale tratta la progettazione e la verifica statica degli elementi strutturali delle barriere antirumore (montanti, piastre e ancoraggi).

In particolare le tipologie di barriera progettate e verificate nella presente relazione sono le seguenti:

WBS	Sviluppo	Altezza	Progressive		
	m		dal Km	al Km	
Lato Binario Dispari	BA01	412,00	H4	74+527,07	74+936,07
	BA02	341,50	H3	75+034,22	75+375,72
	BA03	108,00	H5	75+375,72	75+483,72
	BA04	207,00	H3	75+483,72	75+690,72
	BA05	207,00	H5	76+493,40	76+699,55
	BA06	227,00	H5	77+421,07	77+648,07
	BA07	258,00	H5	77+742,00	77+997,00
	BA08	123,00	H4	78+538,90	78+658,90
	BA09	681,90	H5	78+658,90	79+316,8
	BA10	343,00	H4	79+344,80	79+684,8
	BA11	158,60	H3	79+910,14	80+063,90
	BA12	147,20	H5	80+063,90	80+210,46
		17,00	H5	80+222,46	80+239,46
	BA13	918,00	H4	80+274,11	81+189,11
	BA14	71,50	H6.5	81+189,11	81+260,61
		12,00	H6.5	81+264,11	81+276,11
	BA15	479,80	H6.5	81+296,61	81+771,61
	BA16	97,80	H6.5	81+802,90	81+895,90
	BA17	55,50	H6.5	81+918,01	81+973,51
		18,00	H6.5	81+984,03	82+002,03
BA18	174,00	H4	82+146,07	82+319,94	
BA19	222,05	H6.5	83+775,22	83+982,59	
BA20	98,50	H6.5	83+996,55	84+089,05	

Le barriere saranno poste ad una distanza minima, dall'asse del binario più vicino, pari a 4,10 m e saranno ancorate alla trave di fondazione mediante tirafondi.

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

3.1 Normativa di riferimento

La normativa di riferimento è la seguente:

- Rif. [1] **RFI DTC INC PO SP IFS 003A** – Verifiche a fatica dei ponti ferroviari.
- Rif. [2] **RFI DTC INC CS SP IFS 001A** – Specifiche per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie
- Rif. [3] **RFI DTC INC PO SP IFS 001 A** - Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario
- Rif. [4] **Disciplinare tecnico** – Barriere antirumore per impieghi ferroviari - Edizione 1998 e successive modificazioni e/o integrazioni di cui all'allegato 1.
- Rif. [5] **RFI 24.03.04** “Prescrizioni tecniche integrative e provvisorie per la progettazione delle barriere antirumore”.
- Rif. [6] **UNI 9503:2007** “Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di acciaio”.
- Rif. [7] **D.M. del 14/01/2008** – Nuove norme tecniche relative per le costruzioni.
- Rif. [8] **Circ. Min. 2/02/2009 n°617**: Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni";

3.2 Documenti correlati

Nella presente relazione, si è fatto riferimento ai seguenti documenti:

- Rif. [9] **INOG00EZZRGGE0005001** – Relazione geotecnica generale

	BARRIERE ANTIRUMORE						
8.1	Relazione Tecnico-strutturale	INOG	00	E	ZZ	RG	RI0000 001
8.2	Relazione di calcolo fondazioni	INOG	00	E	ZZ	CL	RI0000 001
8.4	Relazione di calcolo attraversamenti luce da 4.00 m	INOG	00	E	ZZ	CL	RI0000 003
8.5	Relazione di calcolo attraversamenti luce da 5.50 m	INOG	00	E	ZZ	CL	RI0000 004
8.6	Relazione di calcolo attraversamenti luce da 10.40 m	INOG	00	E	ZZ	CL	RI0000 005
8.7	Piante e prospetti tav 1 di 11	INOG	00	E	ZZ	B9	RI0000 001
8.8	Piante e prospetti tav 2 di 11	INOG	00	E	ZZ	B9	RI0000 002
8.9	Piante e prospetti tav 3 di 11	INOG	00	E	ZZ	B9	RI0000 003
8.10	Piante e prospetti tav 4 di 11	INOG	00	E	ZZ	B9	RI0000 004
8.11	Piante e prospetti tav 5 di 11	INOG	00	E	ZZ	B9	RI0000 005

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia					
	PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B	FOGLIO 9 di 44

8.12	Piante e prospetti tav 6 di 11	INOG	00	E	ZZ	B9	RI0000	006
8.13	Piante e prospetti tav 7 di 11	INOG	00	E	ZZ	B9	RI0000	007
8.14	Piante e prospetti tav 8 di 11	INOG	00	E	ZZ	B9	RI0000	008
8.15	Piante e prospetti tav 9 di 11	INOG	00	E	ZZ	B9	RI0000	009
8.16	Piante e prospetti tav 10 di 11	INOG	00	E	ZZ	B9	RI0000	010
8.17	Piante e prospetti tav 11 di 11	INOG	00	E	ZZ	B9	RI0000	011
8.18	Carpenteria fondazioni barriere antirumore (H = 3.00 m da P.F.)	INOG	00	E	ZZ	BZ	RI0000	001
8.19	Carpenteria fondazioni barriere antirumore (H = 4.00 m da P.F.)	INOG	00	E	ZZ	BZ	RI0000	002
8.20	Carpenteria fondazioni barriere antirumore (H = 5.00 m da P.F.)	INOG	00	E	ZZ	BZ	RI0000	003
8.21	Carpenteria fondazioni barriere antirumore (H = 6.50 m da P.F.)	INOG	00	E	ZZ	BZ	RI0000	004
8.22	Carpenteria fondazioni barriere antirumore BA16 e BA17 (H = 6.50 m da P.F.)	INOG	00	E	ZZ	BZ	RI0000	005
8.23	Carpenteria opera di scavalco con luce da 4.00m	INOG	00	E	ZZ	BB	RI0000	001
8.24	Carpenteria opera di scavalco con luce da 5.50m	INOG	00	E	ZZ	BB	RI0000	002
8.25	Carpenteria opera di scavalco con luce da 10.40m	INOG	00	E	ZZ	BB	RI0000	003
8.26	Carpenteria montanti per B.a. H=3.00 m da P.F.	INOG	00	E	ZZ	BK	RI0000	001
8.27	Carpenteria montanti per B.a. H=4.00 m da P.F.	INOG	00	E	ZZ	BK	RI0000	002
8.28	Carpenteria montanti per B.a. H=5.00 m da P.F.	INOG	00	E	ZZ	BK	RI0000	003
8.29.1	Carpenteria montanti per B.A. H=6.50m da P.F. (H=7,05 m da P.I.)	INOG	00	E	ZZ	BK	RI0000	004
8.29.2	Carpenteria montanti per B.A. H=6.50m da P.F. (H=6,55 m da P.I.)							
8.30	Particolari messa a terra ed isolamento dei pannelli	INOG	00	E	ZZ	BZ	RI0000	006
8.31	Dettagli opere di sostegno B.A.	INOG	00	E	ZZ	BZ	RI0000	007
8.32	Accessi alla sede ferroviaria	INOG	00	E	ZZ	BZ	RI0000	008
8.33.1	Fasi realizzative opere di sostegno B.A. - Tav. 1 di 3	INOG	00	E	ZZ	PZ	RI0000	001
8.33.2	Fasi realizzative opere di sostegno B.A. - Tav. 2 di 3	INOG	00	E	ZZ	PZ	RI0000	001
8.33.3	Fasi realizzative opere di sostegno B.A. - Tav. 3 di 3	INOG	00	E	ZZ	PZ	RI0000	001

3.3 Documenti Superati

Non sono presenti documenti annullati o superati.

4 ALLEGATI

Non sono presenti documenti allegati.

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

5 MATERIALI PRESCRITTI

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

PER C.A.

- Calcestruzzo magro per sottofondazioni di classe R'ck =15 MPa con almeno 200kg/mc di cemento tipo II, IV o V;
- Calcestruzzo di classe C28/35
- Acciai in rete e barre di aderenza migliorata per l'esecuzione delle opere in c.a. del tipo B450C controllato in stabilimento.

ACCIAI DA CARPENTERIA

- ACCIAIO per montanti metallici, piastre e irrigidenti saldati.....Tipo S355J2 UNI EN 10025
- ACCIAIO per montanti metallici, piastre e irrigidenti non saldati.....Tipo S355J0 UNI EN 10025
- ACCIAIO per accessori metallici della barriera acustica.....Tipo S355JR UNI EN 10025

TIRAFONDI

- Barre interamente filettate con filettatura metrica ISO a passo grosso, di caratteristiche meccaniche equivalenti o superiori alla classe 8.8 secondo UNI EN ISO 898 parte I
- dadi con caratteristiche meccaniche equivalenti o superiori alla classe 8 secondo UNI EN 20898 parte II conformi per le caratteristiche dimensionali alla UNI 5588
- rosette in acciaio C50 (UNI EN 10083) temperato e rinvenuto HRC 32÷40 conformi per le caratteristiche dimensionali alla UNI 5714
- coppie di serraggio pari al 60% dei valori dell CNR 10011/97

BULLONI

- Viti con caratteristiche meccaniche classe 8.8 secondo UNI EN ISO 898 parte I conformi per le caratteristiche dimensionali alla UNI EN150 4014 (ex UNI 5737)
- dadi con caratteristiche meccaniche classe 8 secondo UNI EN 20898 parte II conformi per le caratteristiche dimensionali alla UNI 5588
- rosette in acciaio C50 (UNI EN 10083) temperato e rinvenuto HRC 32÷40 conformi per le caratteristiche dimensionali alla UNI 5714
- gioco foro bullone comprensivo delle rispettive tolleranze per unioni a taglio secondo D.M. 14/1/2008
- coppie di serraggio secondo D.M. 14/1/08 se non diversamente specificato

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

RONDELLE

- Rondelle in acciaio per M20, M22, M24, M30: secondo UNI 5714
- Rondelle speciali: in acciaio Tipo S355J0 secondo UNI EN 10025
- Rondelle isolanti in tessuto di vetro e resina epossidica con caratteristiche meccaniche ed elettriche simili o superiori alla resina tipo Misolet LG11H

BOCCOLE

- Boccole isolanti in tessuto di vetro e resina epossidica con caratteristiche meccaniche ed elettriche simili o superiori alla resina tipo Misolet LG11H

MALTA DI ALLETTAMENTO

- Malta "Emaco" per l'allettamento avente caratteristiche meccaniche ed elettriche simili o superiori alla malta tipo "Emaco BASF S55

NOTE:

- le viti e i dadi devono essere associati come indicato nel Prospetto 2 della UNI EN 20898 parte II
- bulloni e tirafondi dovranno essere montati con una rosetta sotto il dado
- bulloni e tirafondi dovranno essere montati con dado e controdado.

NOTE GENERALI

SALDATURE

Le saldature dovranno essere eseguite e controllate nel rispetto della Istruzione FS 44/S Rev. A del 20.10.99, con le seguenti precisazioni:

- i requisiti del costruttore previsti al punto I.1.1 secondo la certificazione UNI EN 729-3, possono essere derogati accettando sistema di qualità certificato secondo UNI EN ISO 9001:2000
- tra i procedimenti di saldatura applicabili di cui al punto II.3.3 si può utilizzare anche il filo continuo pieno, purché le saldature siano prive di difetti, quali incollature, e ben raccordate al piede, e comunque previo consenso dell'Ente preposto al controllo delle saldature
- relativamente ai controlli, fermo restando che il costruttore dovrà eseguire e certificare i controlli visivi, dimensionali e magnetoscopici nelle percentuali previste al punto II.9.1 e II.9.2, in sede di collaudo, trattandosi di produzione di serie, l'Ente preposto ai controlli (ad es. l'I.I.S.) potrà definire nelle specifiche tecniche da approvare per ciascun fornitore, delle percentuali variabili in funzione degli esiti degli accertamenti su lotti simili, fatto salvo

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA IN0G	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

che la certificazione (nel rispetto della FS 44/S) dovrà essere relativa a tutti i lotti di produzione da spedire in cantiere.

LE SALDATURE SI INTENDONO CONTINUE (salvo diversa indicazione)

LE SALDATURE SI INTENDONO A CORDONE D'ANGOLO (salvo diversa indicazione)

I cordoni di saldatura montante-piastra di base avranno il lato del cordone pari al minimo spessore da collegare (salvo diversa indicazione), in ogni caso nel rispetto della Istruzione FS 44/S.

I cordoni di saldatura verticali avranno il lato del cordone pari al minimo spessore da collegare (salvo diversa indicazione), in ogni caso nel rispetto della Istruzione FS 44/S.

Al fine di evitare incroci di saldature prevedere degli slot di opportune dimensioni per far girare le saldature nello spessore.

RIVESTIMENTI PROTETTIVI

Tutte le parti metalliche dovranno essere sottoposte a zincatura a caldo in accordo a quanto riportato nella norma UNI EN ISO 1461, nel rispetto del Disciplinare Tecnico delle Barriere Antirumore del 1998 e s. m. ed i.

Ulteriore trattamento protettivo della superficie con cicli omologati come da Istruzione FS 44/V.

RONDELLE ISOLANTI

Le superfici delle rondelle isolanti devono essere irruvidite con lavorazione di tipo meccanico su entrambi i lati (ad es. con carta vetrata grana 80), in modo da garantire il coefficiente d'attrito di progetto.

PROVE SUI MATERIALI

Tutti i materiali impiegati relativi ai montanti e alle piastre dovranno essere certificati secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 10204 tipo 3.2 e forniti in modo che risultino, inequivocabilmente, prodotti qualificati ai sensi del CAP. 11 del D.M. 14/1/08 e s.m. ed i. ovvero a marcatura CE.

Nel caso di approvvigionamento di elementi già tagliati a misura, i controlli dovranno essere eseguiti prima del taglio (acciaieria, laminatoio, ossitagliatore, ecc.).

Per quanto riguarda tirafondi, bulloni ed elementi diversi, gli stessi potranno essere forniti di un certificato di controllo secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 10204 punto 3.1. Su quest'ultimi FS si riserva di eseguire prove integrative (trazione, resilienza, durezza, ecc.).

I pannelli, le guarnizioni, nonché tutti gli elementi accessori della barriera, dovranno essere forniti nel rispetto del Disciplinare Tecnico delle B.A. di RFI del 1998 e sue s.m.ed i..

I pannelli e tutti i sistemi di bloccaggio al montante dovranno essere forniti dopo che avranno superato i requisiti a fatica previsti nelle Prescrizioni Tecniche Integrative e Provvisorie delle BA di RFI del 24/03/2004 e sue s.m. ed i..

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA IN0G	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

CONTROLLO DEI MATERIALI LAVORATI

Prima della spedizione in opera, gli elementi costruiti dovranno essere sottoposti, da parte di personale FS, oltre ai controlli previsti sulle saldature, ai controlli dimensionali e visivi, nonché a quelli sul rivestimento in ragione del 30% degli elementi prodotti per ciascun lotto di produzione; tali controlli potranno essere estesi, in funzione dell'esito dei controlli, fino al 100% degli elementi stessi.

Le tolleranze di tutti i materiali lavorati dovranno essere in linea con quelle previste nelle normative di riferimento dei singoli elementi costituenti.

CONTROLLO IN OPERA

Dopo il montaggio in opera saranno effettuate a campione da parte delle FS verifiche di posizionamento dei montanti e delle coppie di serraggio; tali controlli potranno essere estesi, in funzione dell'esito degli stessi, fino al 100% degli elementi. Infine saranno effettuati controlli sulla finitura del rivestimento.

Deve essere curata la verticalità dei montanti; è ammesso uno scostamento massimo di 5 mm, misurato in sommità, sia nel senso trasversale che longitudinale della barriera.

E' obbligatorio inserire degli elementi di centraggio dei pannelli tra i montanti; in ogni caso deve essere garantito l'appoggio del pannello sulle ali dei montanti così come previsto nel progetto del pannello stesso, nonché come provato nella prova a fatica.

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

- calcestruzzo C28/35:

Classe di esposizione XF3

Resistenza cubica caratteristica $R_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$

Resistenza cilindrica caratteristica $f_{ck} = 28 \text{ N/mm}^2$

Resistenza di calcolo a compressione semplice $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_m$

$\alpha_{cc} = 0.85$ $\gamma_m = 1.5$ $f_{cd} = 15.87 \text{ N/mm}^2$

- acciaio da cemento armato normale B450C:

tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$

resistenza di calcolo dell'acciaio $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$

$\gamma_s = 1.15$ $f_{yd} = 391.3 \text{ N/mm}^2$

<p>S.T.E. srl Italiana Sistemi srl</p>	<p>LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA</p>												
<p>RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>INOG</td> <td>00</td> <td>E ZZ CL</td> <td>RI 00 00 002</td> <td>B</td> <td>14 di 44</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	INOG	00	E ZZ CL	RI 00 00 002	B	14 di 44
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
INOG	00	E ZZ CL	RI 00 00 002	B	14 di 44								

- acciaio per carpenteria metallica S355:

tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} = 355 \text{ N/mm}^2$

resistenza di calcolo dell'acciaio $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_m$

$\gamma_s = 1.05$ $f_{yd} = 338 \text{ N/mm}^2$

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia					
	PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B	FOGLIO 15 di 44

6 DESCRIZIONE DEI CARICHI AGENTI

Il calcolo delle strutture è stato effettuato considerando il peso proprio del manufatto e del suo rivestimento in pannelli fonoassorbenti in cls, acciaio e in vetro, e le pressioni o depressioni dovute al transito dei rotabili e al vento.

6.1 Peso proprio

Il peso proprio è costituito dal peso dei pannelli fonoassorbenti; per le successive calcolazioni si sono assunti i seguenti carichi comprensivi di telai, piatti, guarnizioni, ecc:

Peso proprio pannelli fonoisolanti in cls e argilla:	= 3,50	KN/m ²
Peso proprio pannelli fonoisolanti in vetro:	= 0,50	KN/m ²
Peso proprio pannelli fonoisolanti in acciaio:	= 0,30	KN/m ²
Montanti in acciaio	= 78.5	KN/m ³

6.2 Pressione aerodinamica dei convogli

Per le azioni prodotte dal passaggio dei convogli ferroviari si fa riferimento all'istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 001A, con l'avvertenza che nel caso in cui la distanza a_g della barriera dall'asse del binario risulti compresa tra 2.10 m e 2.30 m (situazione che comunque non si verifica nel presente progetto), la pressione da considerare è quella ottenibile mediante estrapolazione lineare dei valori indicati nei predisposti grafici per la curva considerata.

Il passaggio dei convogli induce sulle superfici situate in prossimità della linea ferroviaria onde di pressione e depressione. L'ampiezza di tali azioni dipende principalmente dai fattori di seguito elencati:

1. dal quadrato della velocità del treno (v);
2. dalla forma aerodinamica del convoglio (K_1);
3. dalla forma della struttura (K_2);
4. dalla posizione della struttura e dalla distanza stessa dal binario (a_g).

Le azioni possono essere schematizzate mediante carichi equivalenti agenti nelle zone prossime alla testa e alla coda del treno. I carichi equivalenti sono considerati valori caratteristici delle azioni ($\pm q_{1k}$). Si ha pertanto:

$$q_{1k} = f(v; a_g) \times K_1 \times K_2$$

dove:

$$K_1 = \begin{cases} 1,00 & \text{per treni con forme aerodinamiche sfavorevoli} \\ 0,85 & \text{per treni con carrozze a sagoma arrotondata} \\ 0,60 & \text{per treni aerodinamici (ETR)} \end{cases}$$

$$K_2 = 1,30 \text{ se l'altezza dell'elemento } \leq 1,00 \text{ o se la larghezza } \leq 2,50; \text{ altrimenti } K_2 = 1,00$$

$$a_g = \text{distanza dalla mezzera del binario vicino}$$

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

- Per linee con velocità massima $V_{max} \leq 160$ km/h:

sia per le *VERIFICHE STATICHE* che per le *VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ* si dovrà assumere il valore minimo

$$P_{tot\ min} = P_{vento} + P_{aerodinamica} = 1.50 \text{ KN/m}^2$$

Opportunamente aumentato utilizzando i coefficienti parziali:

- $\gamma = 1.5$ per le verifiche SLU
- $\gamma = 1$ per le verifiche SLE e di deformabilità

Il calcolo degli effetti dinamici, quando sono possibili rischi di risonanza, deve essere eseguito con le modalità indicate nelle “Prescrizioni tecniche integrative e provvisorie per la progettazione delle Barriere Anti Rumore”.

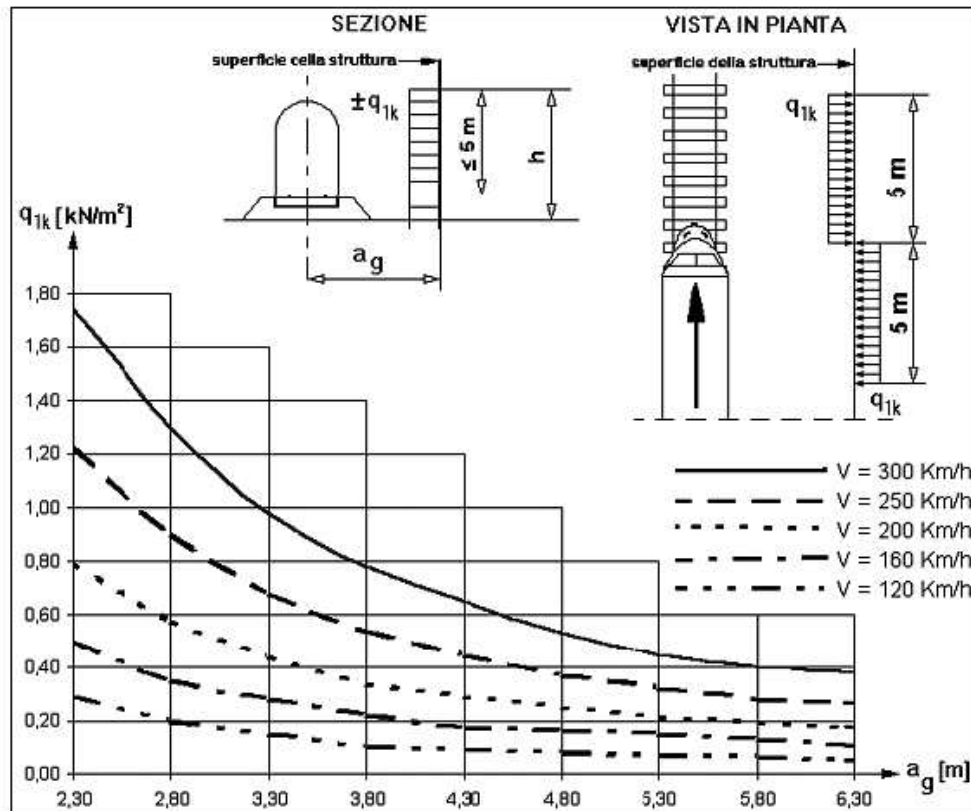
Inoltre per tutte le tipologie di barriere occorrerà effettuare le verifiche a fatica dei montanti e dei pannelli e dei relativi collegamenti (bullonature, saldature e rivettature), considerando le azioni derivanti dalle pressioni aerodinamiche associate al transito dei convogli ferroviari di cui all’istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 001A, verificando che i $\Delta\sigma$ siano inferiori al $\Delta\sigma_D$ di riferimento diviso il coefficiente di sicurezza $\gamma_m = 1.35$.

Analogo discorso per le sollecitazioni di taglio.

6.2.1 Carichi statici equivalenti

Nel caso specifico considerando una velocità massima di percorrenza di un convoglio con forme aerodinamiche sfavorevoli pari a $V=160$ km/h, dall’abaco riportato in normativa si evince che per:

$$a_g \cong a_{g\ min} = 4.00 \text{ m}$$



si ha:

$$f(v; a_g) = 0.20 \text{ KN/m}^2$$

$$q_{1k} = q_{4k} \cong 1.00 \times 0.20 = 0.20 \text{ KN/m}^2$$

Tale valore è comunque cautelativo, poichè nel tratto in esame la velocità massima dei convogli è pari a 145km/h, velocità non riportata nel diagramma di normativa.

6.3 Pressione del vento

La pressione del vento è stata valutata in accordo con il DM 14/01/08 e relativa istruzione (Circolare 2 Febbraio 2009). Le calcolazioni effettuate forniscono:

Vento (DM 14.1.2008)

$$p_v = q_{ref} c_e c_{pd} \text{ (kN/mq)} \quad \mathbf{0.997}$$

$$q_{ref} = v_{ref}^2 / 1.6 \text{ (kN/mq)} \quad 0.391$$

$$a_s = \text{altitudine del sito slm (m)} \quad 320$$

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia					
	PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B	FOGLIO 18 di 44

Zona	1
vref,0 (m/s)	25
a0 (m)	1000
ka (1/s)	0.010
vref	25
z = altezza della costruzione sul suolo (m)	7.3
Classe rugosità (A,B,C,D)	B
Categoria di esposizione del sito	IV
kr	0.22
zo (m)	0.3
zmin (m)	8
ce = coefficiente di esposizione	2.124
ct = coefficiente di topografia	1.216
H = altezza rilevato	5
Beta	0.216
Gamma	1.000
cp = coefficiente di forma	1.2
cd = coefficiente dinamico a f.d.s.	1

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

6.4 Azioni considerate

La somma delle azioni dovute agli effetti del vento e della pressione e depressione aerodinamica dovuta ai convogli ferroviari risulta pari a:

$$P_{\text{tot}} = q_{1k} + p_v = 0.20 + 0.997 = 1.197 \text{ kN/m}^2$$

è inferiore al valore minimo previsto dal “Disciplinare tecnico”, edizione 1998 e successive modificazioni e/o integrazioni, pari a:

$$P = 1.50 \text{ kN/m}^2$$

Pertanto, assunto il valore di progetto della velocità pari a 160km/h (invece dei 145 km/h reali, come spiegato precedentemente), i carichi di progetto restano definiti come segue:

per le verifiche statiche che per quelle di deformabilità, si assumerà il valore di progetto:

$$P_{\text{tot}} = 1.5 \cdot (P_{\text{vento}} + P_{\text{aerodinamica}}) = 2.25 \text{ kN/m}^2$$

per le verifiche di deformabilità, si assumerà il valore di progetto:

$$P_{\text{tot}} = P_{\text{vento}} + P_{\text{aerodinamica}} = 1.50 \text{ kN/m}^2$$

per le verifiche a fatica, si procede solo in funzione del carico ciclico:

$$P_{\text{tot fat}} = P_{\text{aerodinamica}} = 0.20 \text{ kN/m}^2$$

Per un interasse di 3.00 tra i montanti della barriera acustica si avranno i seguenti carichi ripartiti agenti su ogni elemento strutturale:

$$p = 1.50 \cdot 3 = 4.50 \text{ kN/m}$$

$$p = 1.5 \cdot 1.5 \cdot 3 = 6.75 \text{ kN/m}$$

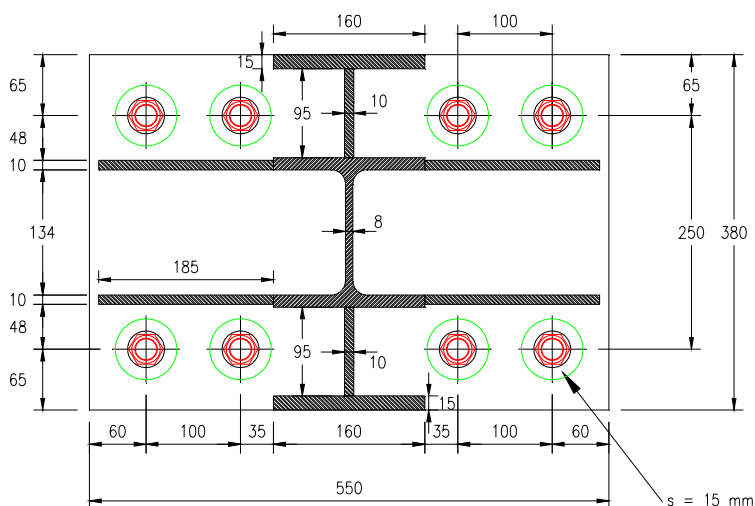
$$p_{\text{conv}} = 0.20 \cdot 3 = 0.60 \text{ kN/m}$$

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

7 ANALISI DEI MONTANTI METALLICI

7.1 Geometria

La geometria delle strutture analizzate è schematizzata nella figura seguente.



Nella tabella seguente si riassumono le caratteristiche delle pannellature e le altezze degli irrigidimenti a T saldati sui profili:

ALTEZZE MONTANTI E PANNELLATURE

H_PF [m]	H_mont [m]	H_irr	H_cls	H_acc	H_vetro
3	3.50	1.5	2	0	1
4	4.50	2	2	0.5	1.5
5	5.50	2.7	2	1.5	1.5
6.5	7.00	4	2	3	1.5

7.2 Caratteristiche geometriche

Le caratteristiche geometriche della sezione del profilato utilizzato per i montanti sono riportate di seguito:

HEB 160

b	=	160,0	mm	larghezza profilato
h	=	160,0	mm	altezza profilato
s ala	=	13	mm	spessore ala

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia					
	PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B	FOGLIO 21 di 44

s anima	=	8	mm	spessore anima
A	=	54.3	cm ²	area
A anima	=	10.72	cm ²	area anima
Jy	=	2492	cm ⁴	momento di inerzia y-y
Wy	=	311.5	cm ³	momento statico y-y

HEB160 + T SALDATO

A	121.43	[cmq]	area sezione
Wy	1143.5	[cm3]	momento statico y-y
Jy	21726.44	[cm4]	momento di inerzia y-y
A anima	29.72	[cmq]	area anima

HEB160 + T SALDATO + IRRIGIDIMENTI

A	195.431698	[cmq]	area sezione
Wy	1345.724211	[cm3]	momento statico y-y
Jy	25568.76	[cm4]	momento di inerzia y-y
A anima	29.72	[cmq]	area anima

7.3 Calcolo delle sollecitazioni

7.3.1 Modelli di calcolo

La determinazione delle massime sollecitazioni è condotta considerando quale schema statico quello di mensola incastrata al piede, sollecitata dalle azioni sopra determinate.

Le analisi svolte, per le barriere, sono state condotte secondo la consueta teoria della Scienza delle Costruzioni.

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

7.4 Verifiche di resistenza

Il valore delle tensioni massime sui profili metallici, in funzione dell'altezza delle barriere viene calcolato con le formule seguenti:

$$\sigma_{\max} = N / A + M / W$$

$$\sigma_{\min} = N / A - M / W$$

$$\tau = V / A_{\text{an}}$$

$$\sigma_{\text{id}} \leq \sqrt{(\sigma_{\max}^2 + 3 \tau^2)}$$

A favore di sicurezza si considera resistente al taglio solo l'area dell'anima, e non, come previsto in normativa:

$$A_v = A - 2 b t_f + (t_w + 2r) t_f$$

7.5 Verifiche di resistenza al fuoco

Si conducono le verifiche di resistenza al fuoco controllando che la temperatura critica per cui si ha il collasso del montante sia raggiunta in un intervallo di tempo non inferiore ai 30 minuti prescritti dal Disciplinare Tecnico RFI per le barriere antirumore.

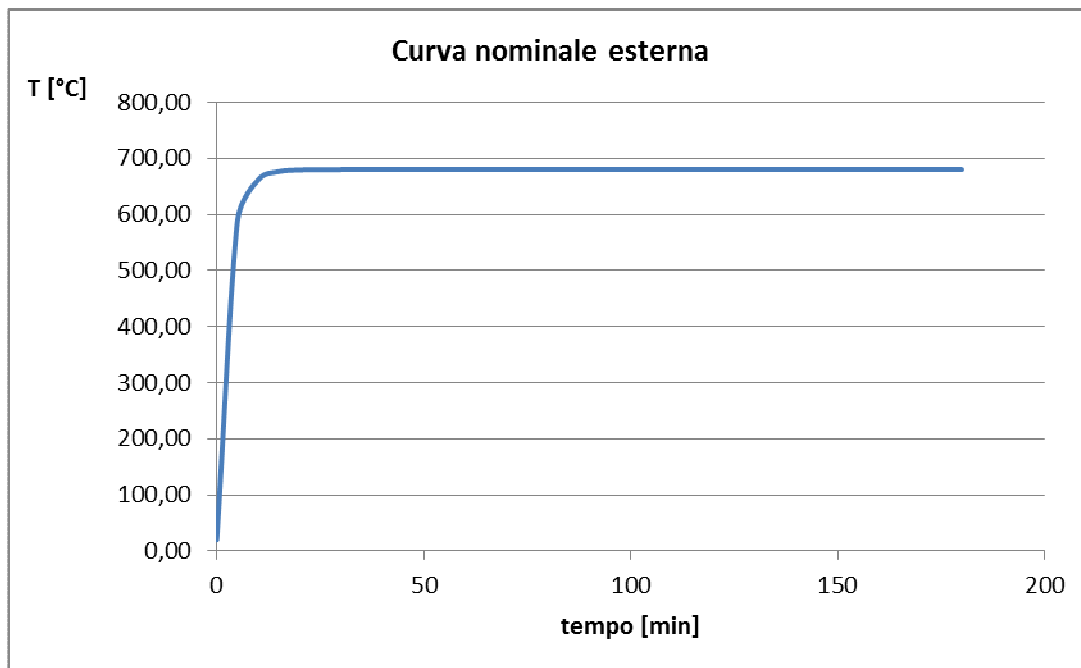
In particolare, il montante viene verificato in due sezioni:

- Sezione 1 - sezione di base in corrispondenza della quale si ha il massimo valore dell'azione sollecitante dovuta agli effetti combinati del vento e delle pressioni aerodinamiche; in tale sezione si tiene conto dell'incremento di resistenza al collasso dovuto alla presenza dei profili saldati e delle costole irrigidenti
- Sezione 2 - sezione alla sommità delle costole irrigidenti, dove è massima l'azione sollecitante agente sulla sezione resistente costituita dal profilo HEB 160 e profili a T saldati
- Sezione 3 - sezione alla sommità dei profili a T saldati, dove è massima l'azione sollecitante agente sulla sezione resistente costituita dal profilo HEB 160.

Le verifiche al fuoco vengono condotte in conformità alla norma UNI 9503/2007, utilizzando la curva di incendio nominale esterna definita in NTC2008, § 3.6.1.5.1:

$$\theta_g = 660(1 - 0.687 \cdot e^{-0.32t} - 0.313 \cdot e^{-3.8t}) + 20 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia					
	PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B	FOGLIO 23 di 44



Nel nostro caso abbiamo, quindi, una temperatura massima di :

$$\theta (t = 30\text{min}) = 680[^\circ\text{C}]$$

La verifica da eseguire consiste nel determinare quanto tempo impiega la sezione a raggiungere la temperatura critica, ovvero la temperatura alla quale il materiale non è più in grado di sopportare il carico di progetto.

La T_{cr} viene determinata come:

$$\theta_{a,cr} = 39,19 \ln \left[\frac{l}{0,9674 \mu_0^{3,833}} - 1 \right] + 482$$

Dove:

$$\mu_0 = \frac{E_{f,t,d}}{R_{f,t,d,0}}$$

$E_{f,t,d}$ = effetto dell'azione a temperatura ordinaria [MPa]

$R_{f,t,d,0}$ = resistenza di progetto del materiale per l'istante iniziale = 338 MPa

Il calcolo di $R_{f,t,d,0}$ e $E_{f,t,d}$ verrà svolto, a favore di sicurezza, considerando il W elastico della sezione, anche in virtù della labilità della struttura (mensola incastrata alla base, isostatica) in caso di formazione di cerniera plastica.

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia					
	PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B	FOGLIO 24 di 44

7.6 Verifica di deformabilità

Il disciplinare tecnico per le barriere antirumore (Rif. [4]) richiede che le barriere, in condizioni di esercizio, subiscano una deformazione inferiore a $H/150$.

Nei montanti previsti in questo progetto tali limiti sono:

H_barr	H_mont	f amm
[m]	[m]	[cm]
3	3.5	2.33
4	4.5	3.0
5	5.5	3.6
6.5	7	4.6

7.7 Verifica a fatica

La verifica a fatica è condotta secondo le **RFI DTC INC PO SP IFS 003A** – Verifiche a fatica dei ponti ferroviari. Rif. [1], ossia devono risultare soddisfatte le seguenti relazioni:

$$\Delta\sigma_1 < \Delta\sigma_{D1} / \gamma_m = 34.38 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_{1 \text{ rid}} < f_{\text{rid}} \Delta\sigma_{D1} / \gamma_m = 30.50 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_2 < \Delta\sigma_{D2} / \gamma_m = 38.74 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_{2 \text{ rid}} < f_{\text{rid}} \Delta\sigma_{D2} / \gamma_m = 34.44 \text{ MPa}$$

$\Delta\sigma$ = variazione di tensione prodotta dalle azioni derivanti dalle pressioni aerodinamiche associate al transito dei convogli ferroviari (1 all'attacco montante piastra, 2 estremo superiore fazzoletti)

$$\Delta\sigma_{D1} = 46.42 \text{ MPa (valore curva SN63 particolari strutturali sollecitati a trazione o compressione)}$$

$$\Delta\sigma_{D2} = 52.31 \text{ MPa (valore curva SN71 particolari strutturali sollecitati a trazione o compressione)}$$

$$\gamma_m = 1.35$$

$f_{\text{rid}} = (25/t)^{0.25} = 0.889$ (coefficiente di riduzione di $\Delta\sigma_A$, $\Delta\tau_A$ in funzione dello spessore degli elementi; in favore di sicurezza si assume lo spessore massimo fra gli elementi uniti $t=40$ mm per tutte le verifiche).

La verifica sarà condotta dapprima considerando quale elementi resistenti i montanti e i profili saldati a T, trascurando in favore di sicurezza il contributo delle costole irrigidenti, e successivamente considerando quali elementi resistenti i soli montanti, nella sezione in cui vengono interrotti i profili a T saldati.

Le azioni di progetto per questa verifica è il carico di vento del solo convoglio, pari a: $q_{\text{conv}} = 0.2 \text{ kN/mq}$

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia					
	PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B	FOGLIO 25 di 44

8 RISULTATI DELLE VERIFICHE

8.1 Barriera H=3m

8.1.1 Barriera H=3m - verifiche di resistenza

Il valore delle tensioni massime sui profili metallici, in funzione dell'altezza delle barriere, è riportato nella tabella che segue, in cui le tensioni sono state determinate secondo le relazioni:

$$\sigma_{max} = \frac{N}{A} + \frac{M}{W}$$

$$\sigma_{min} = \frac{N}{A} - \frac{M}{W}$$

$$\tau = \frac{V}{A_{anima}}$$

$$\sigma_{id} \leq \sqrt{\sigma_{max}^2 + 3\tau^2}$$

La sezione considerata resistente alla base è quella del profilo HEB160.

Alla base abbiamo che:

H_mont	verifiche resistenza			fatica	sigma_max	sigma_min	tau	sigma_id
[m]	N [kN]	V [kN]	M [kNm]	M [kNm]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
3.5	37.17	23.63	41.34	3.68	139.57	-125.88	22.04	144.7

La verifica risulta soddisfatta, essendo $\sigma_{id} < 338$ MPa.

8.1.2 Barriera H=3m - verifiche di resistenza al fuoco

La resistenza al fuoco viene verificata nelle 3 sezioni principali.

Sezione 1

Sezione resistente: HEB160+IRRIGIDIMENTI BASE

A	195.432 [cmq]
W _x	1345.724 [cm ³]
J _x	25568.760 [cm ⁴]

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

A anima 29.720 [cmq]

Azione di progetto:

$$M = ph \times i \times H^2 / 2 = 1.5 \text{ kN/mq} \times 3 \text{ m} \times (3.5\text{m})^2 / 2 = 27.6 \text{ kNm}$$

Stato tensionale

$$Ed = M / W_x = 27.6 \times 10^6 / 1345.7 \times 10^3 = 20.5 \text{ MPa}$$

$$\mu_0 = E_{fi,d} / R_{fi,d,0} = 20.5 / 338 = 0.061$$

Temperatura critica

$$\Theta_{s,cr} = 904.4 \text{ }^\circ\text{C}$$

Tempo di raggiungimento $\Theta_{cr} = 680 \text{ }^\circ\text{C}$: MAI

Sezione 2

Sezione resistente: HEB160+PROFILI SALDATI

A 121.43 [cmq]

W_x 1143.5 [cm³]

J_x 21726.44 [cm⁴]

A anima 29.72 [cmq]

Azione di progetto:

$$M = ph \times i \times H^2 / 2 = 1.5 \text{ kN/mq} \times 3 \text{ m} \times (3.5-0.4 \text{ m})^2 / 2 = 21.6 \text{ kNm}$$

Stato tensionale

$$Ed = M / W_x = 21.6 \times 10^6 / 1143.5 \times 10^3 = 18.9 \text{ MPa}$$

$$\mu_0 = E_{fi,d} / R_{fi,d,0} = 18.9 / 338 = 0.056$$

Temperatura critica

$$\Theta_{s,cr} = 916 \text{ }^\circ\text{C}$$

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

Tempo di raggiungimento $\Theta_{cr} = 680 \text{ }^\circ\text{C}$: MAI

Sezione 3

Sezione resistente: HEB160

A 54.3 [cmq]

W_x 311.5 [cm³]

J_x 2492 [cm⁴]

A anima 10.72 [cmq]

Azione di progetto:

$$M = p h \times i \times H^2 / 2 = 1.5 \text{ kN/mq} \times 3 \text{ m} \times (3.5-1.5 \text{ m})^2 / 2 = 9 \text{ kNm}$$

Stato tensionale

$$E_d = M / W_x = 9 \times 10^6 / 311.5 \times 10^3 = 28.9 \text{ MPa}$$

$$\mu_0 = E_{fi,d} / R_{fi,d,0} = 28.9 / 338 = 0.085$$

Temperatura critica

$$\Theta_{s,cr} = 853 \text{ }^\circ\text{C}$$

Tempo di raggiungimento $\Theta_{cr} = 680 \text{ }^\circ\text{C}$: MAI

8.1.3 Barriera H=3m - verifiche di deformabilità

Lo spostamento massimo in testa al montante è pari a:

$$s = 0.3 \text{ cm}$$

Il disciplinare tecnico per le barriere antirumore (Rif. [4]) prescrive che la deformazione massima debba essere inferiore a:

$$s_{,max} < H/150 = 2.3 \text{ cm} \rightarrow \text{la barriera è verificata.}$$

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia					
	PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B	FOGLIO 28 di 44

8.1.4 Barriera H=3m - verifiche a fatica

Sezione resistente: HEB160+Irrigidimenti

H_mont [m]	fatica M [kNm]	sigma_max	delta_sigma
3.5	3.68	3.21	6.43

Sezione resistente: HEB160

H_mont [m]	verifiche a fatica M [kNm]	sigma_max	delta_sigma
3.5	1.20	3.85	7.70

Le verifiche risultano soddisfatte

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia					
	PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B	FOGLIO 29 di 44

8.2 Barriera H=4m

8.2.1 Barriera H=4m - verifiche di resistenza

Il valore delle tensioni massime sui profili metallici, in funzione dell'altezza delle barriere, è riportato nella tabella che segue, in cui le tensioni sono state determinate secondo le relazioni:

$$\sigma_{max} = \frac{N}{A} + \frac{M}{W}$$

$$\sigma_{min} = \frac{N}{A} - \frac{M}{W}$$

$$\tau = \frac{V}{A_{anima}}$$

$$\sigma_{id} \leq \sqrt{\sigma_{max}^2 + 3\tau^2}$$

La sezione considerata resistente alla base è quella del profilo HEB160.

Alla base abbiamo che:

H_mont	verifiche resistenza			fatica	sigma_max	sigma_min	tau	sigma_id
[m]	N [kN]	V [kN]	M [kNm]	M [kNm]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
4.5	40.01	30.38	68.34	6.08	226.77	-212.03	28.33	232.0

La verifica risulta soddisfatta, essendo $\sigma_{id} < 338$ MPa.

8.2.2 Barriera H=4m - verifiche di resistenza al fuoco

La resistenza al fuoco viene verificata nelle 3 sezioni principali.

Sezione 1

Sezione resistente: HEB160+IRRIGIDIMENTI BASE

A	195.432 [cmq]
W _x	1345.724 [cm ³]
J _x	25568.760 [cm ⁴]

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

A anima 29.720 [cmq]

Azione di progetto:

$$M = ph \times i \times H^2 / 2 = 1.5 \text{ kN/mq} \times 3 \text{ m} \times (4.5\text{m})^2 / 2 = 45.6 \text{ kNm}$$

Stato tensionale

$$Ed = M / W_x = 46.5 \times 10^6 / 1345.7 \times 10^3 = 33.9 \text{ MPa}$$

$$\mu_0 = E_{fi,d} / R_{fi,d,0} = 33.9 / 338 = 0.100$$

Temperatura critica

$$\Theta_{s,cr} = 829 \text{ °C}$$

Tempo di raggiungimento $\Theta_{cr} = 680 \text{ °C}$: MAI

Sezione 2

Sezione resistente: HEB160+PROFILI SALDATI

A 121.43 [cmq]

W_x 1143.5 [cm³]

J_x 21726.44 [cm⁴]

A anima 29.72 [cmq]

Azione di progetto:

$$M = ph \times i \times H^2 / 2 = 1.5 \text{ kN/mq} \times 3 \text{ m} \times (4.5-0.4 \text{ m})^2 / 2 = 37.8 \text{ kNm}$$

Stato tensionale

$$Ed = M / W_x = 37.8 \times 10^6 / 1143.5 \times 10^3 = 33.1 \text{ MPa}$$

$$\mu_0 = E_{fi,d} / R_{fi,d,0} = 33.1 / 338 = 0.098$$

Temperatura critica

$$\Theta_{s,cr} = 832.4 \text{ °C}$$

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

Tempo di raggiungimento $\Theta_{cr} = 680 \text{ }^\circ\text{C}$: MAI

Sezione 3

Sezione resistente: HEB160

A 54.3 [cmq]

W_x 311.5 [cm³]

J_x 2492 [cm⁴]

A anima 10.72 [cmq]

Azione di progetto:

$$M = ph \times i \times H^2 / 2 = 1.5 \text{ kN/mq} \times 3 \text{ m} \times (4.5-2 \text{ m})^2 / 2 = 14.1 \text{ kNm}$$

Stato tensionale

$$Ed = M / W_x = 14.1 \times 10^6 / 311.5 \times 10^3 = 45.14 \text{ MPa}$$

$$\mu_0 = E_{fi,d} / R_{fi,d,0} = 45.14 / 338 = 0.134$$

Temperatura critica

$$\Theta_{s,cr} = 785 \text{ }^\circ\text{C}$$

Tempo di raggiungimento $\Theta_{cr} = 680 \text{ }^\circ\text{C}$: MAI

8.2.3 Barriera H=4m - verifiche di deformabilità

Lo spostamento massimo in testa al montante è pari a:

$$s = 0.8 \text{ cm}$$

Il disciplinare tecnico per le barriere antirumore (Rif. [4]) prescrive che la deformazione massima debba essere inferiore a:

$$s_{,max} < H/150 = 3 \text{ cm} \text{ --> la barriera è verificata.}$$

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia					
	PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B	FOGLIO 32 di 44

8.2.4 Barriera H=4m - verifiche a fatica

Sezione resistente: HEB160+Irrigidimenti

H_mont	fatica		sigma_max	delta_sigma
[m]	M [kNm]			
4.5	6.08		5.31	10.63

Sezione resistente: HEB160

H_mont	verifiche a fatica			
[m]	M [kNm]			
4.5	1.88		6.02	12.04

Le verifiche sono soddisfatte.

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA IN0G	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

8.3 Barriera H=5m

8.3.1 Barriera H=5m - verifiche di resistenza

Il valore delle tensioni massime sui profili metallici, in funzione dell'altezza delle barriere, è riportato nella tabella che segue, in cui le tensioni sono state determinate secondo le relazioni:

$$\sigma_{max} = \frac{N}{A} + \frac{M}{W}$$

$$\sigma_{min} = \frac{N}{A} - \frac{M}{W}$$

$$\tau = \frac{V}{A_{anima}}$$

$$\sigma_{id} \leq \sqrt{\sigma_{max}^2 + 3\tau^2}$$

La sezione considerata resistente alla base è quella del profilo HEB160 con gli irrigidimenti saldati.

Alla base abbiamo che:

H_mont	verifiche resistenza			fatica	sigma_max	sigma_min	tau	sigma_id
[m]	N [kN]	V [kN]	M [kNm]	M [kNm]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
5.5	42.55	37.13	102.09	9.08	92.79	-85.78	12.49	95.3

La verifica risulta soddisfatta, essendo $\sigma_{id} < 338$ MPa.

8.3.2 Barriera H=5m - verifiche di resistenza al fuoco

La resistenza al fuoco viene verificata nelle 3 sezioni principali.

Sezione 1

Sezione resistente: HEB160+IRRIGIDIMENTI BASE

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia					
	PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B	FOGLIO 34 di 44

A 195.432 [cmq]
 W_x 1345.724 [cm³]
 J_x 25568.760 [cm⁴]
 A anima 29.720 [cmq]

Azione di progetto:

$$M = ph \times i \times H^2 / 2 = 1.5 \text{ kN/mq} \times 3 \text{ m} \times (5.5\text{m})^2 / 2 = 68.1 \text{ kNm}$$

Stato tensionale

$$Ed = M / W_x = 68.1 \times 10^6 / 1345.7 \times 10^3 = 50.6 \text{ MPa}$$

$$\mu_0 = E_{fi,d} / R_{fi,d,0} = 50.6 / 338 = 0.150$$

Temperatura critica

$$\Theta_{s,cr} = 768.9 \text{ }^\circ\text{C}$$

Tempo di raggiungimento $\Theta_{cr} = 680 \text{ }^\circ\text{C}$: MAI

Sezione 2

Sezione resistente: HEB160+PROFILI SALDATI

A 121.43 [cmq]
 W_x 1143.5 [cm³]
 J_x 21726.44 [cm⁴]
 A anima 29.72 [cmq]

Azione di progetto:

$$M = ph \times i \times H^2 / 2 = 1.5 \text{ kN/mq} \times 3 \text{ m} \times (5.5-0.4 \text{ m})^2 / 2 = 58.5 \text{ kNm}$$

Stato tensionale

$$Ed = M / W_x = 58.5 \times 10^6 / 1143.5 \times 10^3 = 51.2 \text{ MPa}$$

$$\mu_0 = E_{fi,d} / R_{fi,d,0} = 51.2 / 338 = 0.151$$

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

Temperatura critica

$$\Theta_{s,cr} = 766.8 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Tempo di raggiungimento $\Theta_{cr} = 680 \text{ }^{\circ}\text{C}$: MAI

Sezione 3

Sezione resistente: HEB160

A	54.3 [cmq]
W _x	311.5 [cm ³]
J _x	2492 [cm ⁴]
A anima	10.72 [cmq]

Azione di progetto:

$$M = ph \times i \times H^2 / 2 = 1.5 \text{ kN/mq} \times 3 \text{ m} \times (5.5-2 \text{ m})^2 / 2 = 17.6 \text{ kNm}$$

Stato tensionale

$$E_d = M / W_x = 17.6 \times 10^6 / 311.5 \times 10^3 = 56.6 \text{ MPa}$$

$$\mu_0 = E_{f,d} / R_{f,d,0} = 56.6 / 338 = 0.168$$

Temperatura critica

$$\Theta_{s,cr} = 751.6 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Tempo di raggiungimento $\Theta_{cr} = 680 \text{ }^{\circ}\text{C}$: MAI

8.3.3 Barriera H=5m - verifiche di deformabilità

Lo spostamento massimo in testa al montante è pari a:

$$s = 1.7 \text{ cm}$$

Il disciplinare tecnico per le barriere antirumore (Rif. [4]) prescrive che la deformazione massima debba essere inferiore a:

$$s_{,max} < H/150 = 3.6 \text{ cm} \rightarrow \text{la barriera è verificata.}$$

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

8.3.4 Barriera H=5m - verifiche a fatica

Sezione resistente: HEB160+Irrigidimenti

H_mon t	fatica	sigma_ma x	delta_sig a
[m]	M [kNm]		
5.5	9.08	7.94	15.87

Sezione resistente: HEB160

H_mon t	verifiche a fatica		
[m]	M [kNm]		
5.5	2.35	7.55	15.10

Le verifiche sono soddisfatte.

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia					
	PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B	FOGLIO 37 di 44

8.4 Barriera H=6.5m

Si precisa che i calcoli seguenti, condotti per la barriera di altezza H=6.50 m rispetto al Piano Ferro(PF) e h=7.05 m rispetto dal piano di imposta (PI), sono da intendersi validi, a vantaggio di sicurezza, anche per la barriera di altezza H=6.50 m rispetto al Piano Ferro(PF) e h= 6.55 m rispetto al piano di imposta, avente la medesima struttura portante, ma di altezza di cm 50 inferiore. Tale circostanza si verifica per le barriere BA19 e BA20.

8.4.1 Barriera H=6.5m - verifiche di resistenza

Il valore delle tensioni massime sui profili metallici, in funzione dell'altezza delle barriere, è riportato nella tabella che segue, in cui le tensioni sono state determinate secondo le relazioni:

$$\sigma_{max} = \frac{N}{A} + \frac{M}{W}$$

$$\sigma_{min} = \frac{N}{A} - \frac{M}{W}$$

$$\tau = \frac{V}{A_{anima}}$$

$$\sigma_{id} \leq \sqrt{\sigma_{max}^2 + 3\tau^2}$$

La sezione considerata resistente alla base è quella del profilo HEB160 con gli irrigidimenti saldati.

Alla base abbiamo che:

H_mont	verifiche resistenza			fatica	sigma_max	sigma_min	tau	sigma_id
[m]	N [kN]	V [kN]	M [kNm]	M [kNm]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
7	46.56	47.25	165.38	14.70	148.46	-140.79	15.90	151.0

La verifica risulta soddisfatta, essendo $\sigma_{id} < 338$ MPa.

8.4.2 Barriera H=6.5m - verifiche di resistenza al fuoco

La resistenza al fuoco viene verificata nelle 3 sezioni principali.

Sezione 1

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia					
	PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B	FOGLIO 38 di 44

Sezione resistente: HEB160+IRRIGIDIMENTI BASE

A 195.432 [cmq]

W_x 1345.724 [cm³]

J_x 25568.760 [cm⁴]

A anima 29.720 [cmq]

Azione di progetto:

$$M = p h \times i \times H^2 / 2 = 1.5 \text{ kN/mq} \times 3 \text{ m} \times (7\text{m})^2 / 2 = 110.3 \text{ kNm}$$

Stato tensionale

$$E_d = M / W_x = 110.3 \times 10^6 / 1345.7 \times 10^3 = 81.9 \text{ MPa}$$

$$\mu_0 = E_{fi,d} / R_{fi,d,0} = 81.9 / 338 = 0.242$$

Temperatura critica

$$\Theta_{s,cr} = 696 \text{ °C}$$

Tempo di raggiungimento $\Theta_{cr} = 680 \text{ °C}$: MAI

Sezione 2

Sezione resistente: HEB160+PROFILI SALDATI

A 121.43 [cmq]

W_x 1143.5 [cm³]

J_x 21726.44 [cm⁴]

A anima 29.72 [cmq]

Azione di progetto:

$$M = p h \times i \times H^2 / 2 = 1.5 \text{ kN/mq} \times 3 \text{ m} \times (7-0.4 \text{ m})^2 / 2 = 98 \text{ kNm}$$

Stato tensionale

$$E_d = M / W_x = 98 \times 10^6 / 1143.5 \times 10^3 = 85.7 \text{ MPa}$$

$$\mu_0 = E_{fi,d} / R_{fi,d,0} = 85.7 / 338 = 0.254$$

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

Temperatura critica

$$\Theta_{s,cr} = 689.2 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Tempo di raggiungimento $\Theta_{cr} = 680 \text{ }^{\circ}\text{C}$: MAI

Sezione 3

Sezione resistente: HEB160

$$A = 54.3 \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$W_x = 311.5 \text{ [cm}^3\text{]}$$

$$J_x = 2492 \text{ [cm}^4\text{]}$$

$$A_{\text{anima}} = 10.72 \text{ [cm}^2\text{]}$$

Azione di progetto:

$$M = p_h \times i \times H^2 / 2 = 1.5 \text{ kN/mq} \times 3 \text{ m} \times (7-2 \text{ m})^2 / 2 = 20.3 \text{ kNm}$$

Stato tensionale

$$E_d = M / W_x = 20.3 \times 10^6 / 311.5 \times 10^3 = 65 \text{ MPa}$$

$$\mu_0 = E_{f_i,d} / R_{f_i,d,0} = 65 / 338 = 0.192$$

Temperatura critica

$$\Theta_{s,cr} = 730.9 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Tempo di raggiungimento $\Theta_{cr} = 680 \text{ }^{\circ}\text{C}$: MAI

8.4.3 Barriera H=6.5m - verifiche di deformabilità

Lo spostamento massimo in testa al montante è pari a:

$$s = 3.7 \text{ cm}$$

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

Il disciplinare tecnico per le barriere antirumore (Rif. [4]) prescrive che la deformazione massima debba essere inferiore a:

$s_{max} < H/150 = 4.6\text{cm}$ --> la barriera è verificata.

8.4.4 Barriera $H=6.5\text{m}$ - verifiche a fatica

Sezione resistente: HEB160+Irrigidimenti

H_mont [m]	fatica M [kNm]	sigma_max	delta_sigma
7	14.7	12.86	25.71

Sezione resistente: HEB160

H_mont [m]	verifiche a fatica M [kNm]	sigma_max	delta_sigma
7	2.7	8.67	17.34

Le verifiche sono soddisfatte.

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

9 VERIFICA DEI TIRAFONDI E DELLE PIASTRE DI ANCORAGGIO

Nei successivi paragrafi sono riportate le verifiche delle piastre e dei bulloni/tirafondi di ancoraggio dei montanti metallici ai plinti di fondazione o alle opere d'arte. In particolare si sono adottate le seguenti soluzioni di collegamento:

- piastre di ancoraggio e costole di irrigidimento
- tirafondi
- contropiastra per attacco su cordolo

9.1 Geometria piastre, costole e tirafondi

Di seguito sono indicate le dimensioni degli elementi che compongono l'attacco dei montanti metallici alle sottostrutture, nonché il numero dei tirafondi di ancoraggio:

H barriera (m)	PIASTRA DI BASE			COSTOLE DI RINFORZO			
	B (cm)	H (cm)	sp (cm)	n°	B (cm)	H (cm)	sp (cm)
3	55.00	38.00	2.00	4	18.50	40.00	1.00
4	55.00	38.00	3.00	4	18.50	40.00	1.00
5	55.00	38.00	3.00	4	18.50	40.00	1.00
6.5	55.00	38.00	4.00	4	18.50	40.00	1.00

H barriera (m)	TIRAFONDI				
	n file bull.	n bull. per fila	Øbull (mm)	Ab res (cm ²)	a (cm)
3	2	4	20	2.45	6.50
4	2	4	22	3.03	6.50
5	2	4	24	3.53	6.50
6.5	2	4	30	5.61	6.50

ove con "a" si è indicata la distanza, in direzione trasversale, dell'asse del tirafondo dal filo esterno della piastra di base.

9.2 Verifica dei tirafondi

9.2.1 Verifiche di resistenza

La verifica dei tirafondi di ancoraggio è svolta in analogia alle sezioni in cemento armato.

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

I valori delle sollecitazioni e le tensioni corrispondenti sono riportati nella tabella successiva:

H_mont	M	sigma_c,max	sigma_b,max	n°	diametro	Ares
[m]	[kNm]	[MPa]	[MPa]		[mm]	[cmq]
3.5	27.56	3.10	101.00	4+4	20	2.45
4.5	45.56	4.60	137.20	4+4	22	3.03
5.5	68.06	6.40	177.40	4+4	24	3.53
7	110.25	9.74	196.44	4+4	30	5.61

La verifica dei tirafondi risulta quindi soddisfatta.

9.2.2 Verifica della lunghezza di ancoraggio

Si prescrive che i tirafondi vengano serrati (N_s^*) a circa il 60% del serraggio massimo (N_s) riportato nelle CNR10011 per viti di classe 8.8 ed in particolare:

- tirafondi M20: Ares = 245 mm² N_s = 110 KN
- tirafondi M22: Ares = 303 mm² N_s = 136 KN
- tirafondi M24: Ares = 353 mm² N_s = 158 KN
- tirafondi M30: Ares = 561 mm² N_s = 251 KN

Il collegamento tirafondi-cls è ottenuto considerando l'aderenza cls-acciaio per barre ad aderenza migliorata:

$$f_{bd} = 2.25 \cdot f_{ctd} = 2.25 \cdot 1.32 \text{ MPa} = 2.97 \text{ MPa}$$

e verificando che al serraggio la lunghezza prevista sia maggiore della lunghezza ammissibile:

$$L_{amm} = N_s^* / (\pi \cdot \phi \cdot \tau_{ad})$$

In particolare, secondo la relazione sopra riportata, risulta che:

- tirafondi M20 $L_{amm \phi 20} = 462 \text{ mm}$ $L_{\phi 20} = 600 \text{ mm}$ $L_{\phi 20} > L_{amm \phi 20}$
- tirafondi M22 $L_{amm \phi 22} = 520 \text{ mm}$ $L_{\phi 22} = 700 \text{ mm}$ $L_{\phi 22} > L_{amm \phi 22}$
- tirafondi M24 $L_{amm \phi 24} = 554 \text{ mm}$ $L_{\phi 24} = 750 \text{ mm}$ $L_{\phi 24} > L_{amm \phi 24}$
- tirafondi M30 $L_{amm \phi 30} = 710 \text{ mm}$ $L_{\phi 30} = 800 \text{ mm}$ $L_{\phi 30} > L_{amm \phi 30}$

pertanto la verifica di ancoraggio dei tirafondi è soddisfatta.

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

9.2.3 Verifica a fatica

Non considerando il serraggio dei tirafondi si effettua la verifica a fatica degli stessi secondo quanto riportato nelle istruzioni RFI DTC INC PO SP IFS 003A.

La variazione di tensione ammissibile risulta pari a:

$$\Delta\sigma < \Delta\sigma_D / \gamma_m = 27.30 \text{ MPa}$$

$\Delta\sigma$ = variazione di tensione prodotta dalle azioni derivanti dalle pressioni aerodinamiche associate al transito dei convogli ferroviari

$$\Delta\sigma_D = 36.85 \text{ MPa (valore derivante da } \Delta\sigma_A = 50 \text{ MPa)}$$

$$\gamma_m = 1.35$$

La verifica a fatica dei ferri di ancoraggio è svolta in analogia alle sezioni in cemento armato.

H barriera (m)	B (cm)	H (cm)	n file bull.	n bull. per fila	Øbull (mm)	Ab res (cm ²)	a (cm)	M tot (kNm)
3	55.00	38.00	2	4	20	2.45	6.50	3.68
4	55.00	38.00	2	4	22	3.03	6.50	6.08
5	55.00	38.00	2	4	24	3.53	6.50	9.08
6.5	55.00	38.00	2	4	30	5.61	6.50	14.70

ove con “a” si è indicata la distanza, in direzione trasversale, dell’asse del tirafondo dal filo esterno della piastra di base.

Poichè non si prevedono bulloni di registrazione sotto la piastra, si assume una tensione nulla di compressione nei tirafondi:

H barriera (m)	y _n (cm)	σ _c max (MPa)	σ _b max (MPa)	σ _b min (MPa)	Δσ _b (MPa)
3	9.87	0.41	13.55	0	13.55
4	10.56	0.61	18.31	0	18.31
5	11.06	0.85	23.65	0	23.65
6.5	11.91	1.21	24.41	0	24.41

Le verifiche risultano soddisfatte.

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

9.3 Verifica della piastra di base

9.3.1 Verifica per tiro del tirafondo

La verifica delle piastre per tiro dei tirafondi è condotta considerando lo schema statico di mensola incastrata in corrispondenza dell'ala o del fazzoletto di irrigidimento del montante. Si ha:

H_mont	N	M	sigma_b,max	n°	diametro	Ares
[m]	[kN]	[kNm]	[MPa]		[mm]	[cmq]
3.5	37.17	41.34	133.50	4+4	20	2.45
4.5	40.01	68.34	189.60	4+4	22	3.03
5.5	42.55	102.09	250.00	4+4	24	3.53
7	46.56	165.38	265.09	4+4	30	5.61

H_mont	L	b eff	sp	Asez	Wsez	sigma_b,max	Ab,res
[m]	[cm]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmc]	[MPa]	[cmq]
3.5	2.8	10.50	2.00	21.00	7	133.50	2.45
4.5	2.8	10.50	3.00	31.50	15.75	189.60	3.03
5.5	2.8	10.50	3.00	31.50	15.75	250.00	3.53
7	2.8	10.50	4.00	42.00	28	265.09	5.61

H_mont	Mmax	Vmax	sigma_s,max	tau_s,max	sigma_id
[m]	[kNm]	[kN]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
3.5	0.92	32.71	130.83	15.58	133.58
4.5	1.61	57.45	102.13	18.24	106.90
5.5	2.47	88.25	156.89	28.02	164.22
7	4.16	148.72	148.72	35.41	160.87

Le verifiche sono soddisfatte.

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE: A.T.I. CAR SEGNALETICA STRADALE S.R.L.(Capogruppo) – SICURBAU S.R.L.



PROGETTAZIONE: S.T.E. srl – Italiana Sistemi srl.

PROGETTO ESECUTIVO

LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA

Lotto funzionale Treviglio-Brescia

**INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO
DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA**

BARRIERE ANTIRUMORE

Relazione di calcolo montanti

APPALTATORE (data e firma)			SCALA: -
-------------------------------	--	--	-------------

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

I N 0 G 0 0 E Z Z C L R I 0 0 0 0 0 0 2 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	N. Cognome	data	N. Cognome	data	N. Cognome	data	N. Cognome data
		S.FRENNNA	Sett. 2016	S.FRENNNA	Sett. 2016	F. LA CAMERA	Sett 2016	
B	Emissione Esecutiva	N. Cognome	data	N. Cognome	data	N. Cognome	data	S. FRENNNA Dicembre 2016
		S.FRENNNA	Nov. 2016	S.FRENNNA	Nov. 2016	F. LA CAMERA	Dic. 2016	

File: IN0G00EZZCLRI0000002B.doc

n. Elab.: 8.3

Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

CIG: 6156342621

CUP: J41C07000000001



S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA IN0G	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

INDICE

1	PREMESSA	5
2	SCOPO DEL DOCUMENTO	7
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	8
3.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	8
3.2	DOCUMENTI CORRELATI	8
3.3	DOCUMENTI SUPERATI	9
4	ALLEGATI	9
5	MATERIALI PRESCRITTI	10
6	DESCRIZIONE DEI CARICHI AGENTI	15
6.1	PESO PROPRIO	15
6.2	PRESSIONE AERODINAMICA DEI CONVOGLI	15
6.2.1	<i>Carichi statici equivalenti</i>	16
6.3	PRESSIONE DEL VENTO	17
6.4	AZIONI CONSIDERATE	19
7	ANALISI DEI MONTANTI METALLICI	20
7.1	GEOMETRIA	20
7.2	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE	20
7.3	CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI	21
7.3.1	<i>Modelli di calcolo</i>	21
7.4	VERIFICHE DI RESISTENZA	22
7.5	VERIFICHE DI RESISTENZA AL FUOCO	22
7.6	VERIFICA DI DEFORMABILITÀ	24
7.7	VERIFICA A FATICA	24

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

8	RISULTATI DELLE VERIFICHE	25
8.1	BARRIERA H=3M	25
8.1.1	Barriera H=3m - verifiche di resistenza	25
8.1.2	Barriera H=3m - verifiche di resistenza al fuoco.....	25
8.1.3	Barriera H=3m - verifiche di deformabilità.....	27
8.1.4	Barriera H=3m - verifiche a fatica	28
8.2	BARRIERA H=4M	29
8.2.1	Barriera H=4m - verifiche di resistenza	29
8.2.2	Barriera H=4m - verifiche di resistenza al fuoco.....	29
8.2.3	Barriera H=4m - verifiche di deformabilità.....	31
8.2.4	Barriera H=4m - verifiche a fatica	32
8.3	BARRIERA H=5M	33
8.3.1	Barriera H=5m - verifiche di resistenza	33
8.3.2	Barriera H=5m - verifiche di resistenza al fuoco.....	33
8.3.3	Barriera H=5m - verifiche di deformabilità.....	35
8.3.4	Barriera H=5m - verifiche a fatica	36
8.4	BARRIERA H=6.5M	37
8.4.1	Barriera H=6.5m - verifiche di resistenza	37
8.4.2	Barriera H=6.5m - verifiche di resistenza al fuoco.....	37
8.4.3	Barriera H=6.5m - verifiche di deformabilità.....	39
8.4.4	Barriera H=6.5m - verifiche a fatica	40
9	VERIFICA DEI TIRAFONDI E DELLE PIASTRE DI ANCORAGGIO	41
9.1	GEOMETRIA PIASTRE, COSTOLE E TIRAFONDI	41
9.2	VERIFICA DEI TIRAFONDI.....	41
9.2.1	Verifiche di resistenza	41

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B	FOGLIO 4 di 44

9.2.2	<i>Verifica della lunghezza di ancoraggio</i>	42
9.2.3	<i>Verifica a fatica</i>	43
9.3	VERIFICA DELLA PIASTRA DI BASE	44
9.3.1	<i>Verifica per tiro del tirafondo</i>	44

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA IN0G	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

1 PREMESSA

La presente relazione, ha per oggetto la descrizione generale del Progetto Esecutivo per appalto degli interventi di mitigazione acustica del tratto di interconnessione di Brescia Ovest in affiancamento alla Linea Storica fino all'ingresso del PRG di Brescia. Il progetto si inserisce nell'ambito della realizzazione della Tratta AV/AC Milano-Verona.

Come indicato nella Relazione generale del progetto definitivo (IN4104D05RGMD0000001A), il parere positivo della CS VIA del 04 febbraio 2011 n. 633 sul Progetto Definitivo della penetrazione urbana della linea AV/AC nel nodo di Brescia e sistemazione a PRG di Brescia è condizionato alle seguenti prescrizioni:

- con riferimento al Quadro Progettuale: punto 5. «escludere la messa in esercizio della linea prima del completamento delle mitigazioni eseguite nell'ambito degli interventi previsti dal Piano di Risanamento Acustico di RFI»
- con riferimento al Quadro Ambientale: punto 19. «prevedere una specifica campagna di misura post-operam (con le barriere antirumore in essere e il traffico a regime) tesa a verificare gli effettivi livelli di esposizione dei ricettori, finalizzata a determinare eventuali interventi diretti sui ricettori. Prevedere successive verifiche di efficacia.»

L'attuale progetto riguarda la realizzazione delle opere necessarie per ottemperare alla prescrizione n. 5 relativa al Quadro progettuale posta dalla CS VIA e consentire, successivamente all'attivazione, le attività di cui alla prescrizione n. 19.

Descrizione dell'intervento

Gli interventi di opere civili previsti nel presente progetto sono costituiti dalla realizzazione delle barriere antirumore a nord della linea storica Milano-Brescia.

Gli interventi sono individuati planimetricamente con riferimento alla progressivazione del profilo longitudinale della linea storica ovvero con riferimento al binario pari (sud).

Per completezza e al fine di coordinare l'intervento con i restanti interventi che intervengono nello stesso ambito territoriale è stato inserito in aggiunta il riferimento della corrispettiva progressiva riferita al binario pari AV, sebbene lo sviluppo e la posizione planimetrica di tale binario si discosti talvolta in maniera considerevole dalla sede della linea storica.

Nel dettaglio i limiti dell'intervento sono definiti dalle e pk 84+094.50 della linea storica (corrispondente alla pk 18+632 dell'Interconnessione AV di Brescia Ovest).

La tratta di intervento ha origine ad ovest di via Trepola in Ospitaletto (BS), alla progressiva chilometrica 72+391.10 binario pari della linea storica (corrispondente alla pk 6+900 dell'Interconnessione AV di Brescia

<p>S.T.E. srl Italiana Sistemi srl</p>	<p>LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA</p>					
<p>RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI</p>	<p>COMMESSA INOG</p>	<p>LOTTO 00</p>	<p>CODIFICA E ZZ CL</p>	<p>DOCUMENTO RI 00 00 002</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 6 di 44</p>

Ovest), e termina a est della stazione di Brescia Centrale in corrispondenza della progressiva chilometrica 84+094.50 binario pari della linea storica (corrispondente alla pk 18+632 dell'Interconnessione AV di Brescia Ovest).

La tratta di intervento, che si sviluppa per circa 11.7 Km, prevede la realizzazione delle Barriere Antirumore sul lato nord della linea storica Milano-Venezia e in particolare i limiti del nuovo intervento sono:

- per un primo tratto, di circa 4.9 km , l'intervento si sviluppa nei limiti di intervento del General Contractor Cepav Due che realizza la Tratta AV/AC Milano-Verona con esclusione della realizzazione delle Barriere Antirumore a nord della LS;
- per un secondo tratto, di circa 6.8 km, l'intervento è in corrispondenza dei limiti di intervento del PD per Appalto dell'ingresso urbano dell'interconnessione di Brescia ovest e PRG di Brescia Centrale.

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

La presente relazione tecnico-strutturale tratta la progettazione e la verifica statica degli elementi strutturali delle barriere antirumore (montanti, piastre e ancoraggi).

In particolare le tipologie di barriera progettate e verificate nella presente relazione sono le seguenti:

WBS	Sviluppo	Altezza	Progressive	
	m		dal Km	al Km
BA01	412,00	H4	74+527,07	74+936,07
BA02	341,50	H3	75+034,22	75+375,72
BA03	108,00	H5	75+375,72	75+483,72
BA04	207,00	H3	75+483,72	75+690,72
BA05	207,00	H5	76+493,40	76+699,55
BA06	227,00	H5	77+421,07	77+648,07
BA07	258,00	H5	77+742,00	77+997,00
BA08	123,00	H4	78+538,90	78+658,90
BA09	681,90	H5	78+658,90	79+316,8
BA10	343,00	H4	79+344,80	79+684,8
BA11	158,60	H3	79+910,14	80+063,90
BA12	147,20	H5	80+063,90	80+210,46
	17,00	H5	80+222,46	80+239,46
BA13	918,00	H4	80+274,11	81+189,11
BA14	71,50	H6.5	81+189,11	81+260,61
	12,00	H6.5	81+264,11	81+276,11
BA15	479,80	H6.5	81+296,61	81+771,61
BA16	97,80	H6.5	81+802,90	81+895,90
BA17	55,50	H6.5	81+918,01	81+973,51
	18,00	H6.5	81+984,03	82+002,03
BA18	174,00	H4	82+146,07	82+319,94
BA19	222,05	H6.5	83+775,22	83+982,59
BA20	98,50	H6.5	83+996,55	84+089,05

Le barriere saranno poste ad una distanza minima, dall'asse del binario più vicino, pari a 4,10 m e saranno ancorate alla trave di fondazione mediante tirafondi.

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

3.1 Normativa di riferimento

La normativa di riferimento è la seguente:

- Rif. [1] **RFI DTC INC PO SP IFS 003A** – Verifiche a fatica dei ponti ferroviari.
- Rif. [2] **RFI DTC INC CS SP IFS 001A** – Specifiche per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie
- Rif. [3] **RFI DTC INC PO SP IFS 001 A** - Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario
- Rif. [4] **Disciplinare tecnico** – Barriere antirumore per impieghi ferroviari - Edizione 1998 e successive modificazioni e/o integrazioni di cui all'allegato 1.
- Rif. [5] **RFI 24.03.04** “Prescrizioni tecniche integrative e provvisorie per la progettazione delle barriere antirumore”.
- Rif. [6] **UNI 9503:2007** “Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di acciaio”.
- Rif. [7] **D.M. del 14/01/2008** – Nuove norme tecniche relative per le costruzioni.
- Rif. [8] **Circ. Min. 2/02/2009 n°617**: Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni";

3.2 Documenti correlati

Nella presente relazione, si è fatto riferimento ai seguenti documenti:

- Rif. [9] **INOG00EZZRGGE0005001** – Relazione geotecnica generale

BARRIERE ANTIRUMORE							
8.1	Relazione Tecnico-strutturale	INOG	00	E	ZZ	RG	RI0000 001
8.2	Relazione di calcolo fondazioni	INOG	00	E	ZZ	CL	RI0000 001
8.4	Relazione di calcolo attraversamenti luce da 4.00 m	INOG	00	E	ZZ	CL	RI0000 003
8.5	Relazione di calcolo attraversamenti luce da 5.50 m	INOG	00	E	ZZ	CL	RI0000 004
8.6	Relazione di calcolo attraversamenti luce da 10.40 m	INOG	00	E	ZZ	CL	RI0000 005
8.7	Piante e prospetti tav 1 di 11	INOG	00	E	ZZ	B9	RI0000 001
8.8	Piante e prospetti tav 2 di 11	INOG	00	E	ZZ	B9	RI0000 002
8.9	Piante e prospetti tav 3 di 11	INOG	00	E	ZZ	B9	RI0000 003
8.10	Piante e prospetti tav 4 di 11	INOG	00	E	ZZ	B9	RI0000 004
8.11	Piante e prospetti tav 5 di 11	INOG	00	E	ZZ	B9	RI0000 005

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia					
	PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B	FOGLIO 9 di 44

8.12	Piante e prospetti tav 6 di 11	INOG	00	E	ZZ	B9	RI0000	006
8.13	Piante e prospetti tav 7 di 11	INOG	00	E	ZZ	B9	RI0000	007
8.14	Piante e prospetti tav 8 di 11	INOG	00	E	ZZ	B9	RI0000	008
8.15	Piante e prospetti tav 9 di 11	INOG	00	E	ZZ	B9	RI0000	009
8.16	Piante e prospetti tav 10 di 11	INOG	00	E	ZZ	B9	RI0000	010
8.17	Piante e prospetti tav 11 di 11	INOG	00	E	ZZ	B9	RI0000	011
8.18	Carpenteria fondazioni barriere antirumore (H = 3.00 m da P.F.)	INOG	00	E	ZZ	BZ	RI0000	001
8.19	Carpenteria fondazioni barriere antirumore (H = 4.00 m da P.F.)	INOG	00	E	ZZ	BZ	RI0000	002
8.20	Carpenteria fondazioni barriere antirumore (H = 5.00 m da P.F.)	INOG	00	E	ZZ	BZ	RI0000	003
8.21	Carpenteria fondazioni barriere antirumore (H = 6.50 m da P.F.)	INOG	00	E	ZZ	BZ	RI0000	004
8.22	Carpenteria fondazioni barriere antirumore BA16 e BA17 (H = 6.50 m da P.F.)	INOG	00	E	ZZ	BZ	RI0000	005
8.23	Carpenteria opera di scavalco con luce da 4.00m	INOG	00	E	ZZ	BB	RI0000	001
8.24	Carpenteria opera di scavalco con luce da 5.50m	INOG	00	E	ZZ	BB	RI0000	002
8.25	Carpenteria opera di scavalco con luce da 10.40m	INOG	00	E	ZZ	BB	RI0000	003
8.26	Carpenteria montanti per B.a. H=3.00 m da P.F.	INOG	00	E	ZZ	BK	RI0000	001
8.27	Carpenteria montanti per B.a. H=4.00 m da P.F.	INOG	00	E	ZZ	BK	RI0000	002
8.28	Carpenteria montanti per B.a. H=5.00 m da P.F.	INOG	00	E	ZZ	BK	RI0000	003
8.29.1	Carpenteria montanti per B.A. H=6.50m da P.F. (H=7,05 m da P.I.)	INOG	00	E	ZZ	BK	RI0000	004
8.29.2	Carpenteria montanti per B.A. H=6.50m da P.F. (H=6,55 m da P.I.)							
8.30	Particolari messa a terra ed isolamento dei pannelli	INOG	00	E	ZZ	BZ	RI0000	006
8.31	Dettagli opere di sostegno B.A.	INOG	00	E	ZZ	BZ	RI0000	007
8.32	Accessi alla sede ferroviaria	INOG	00	E	ZZ	BZ	RI0000	008
8.33.1	Fasi realizzative opere di sostegno B.A. - Tav. 1 di 3	INOG	00	E	ZZ	PZ	RI0000	001
8.33.2	Fasi realizzative opere di sostegno B.A. - Tav. 2 di 3	INOG	00	E	ZZ	PZ	RI0000	001
8.33.3	Fasi realizzative opere di sostegno B.A. - Tav. 3 di 3	INOG	00	E	ZZ	PZ	RI0000	001

3.3 Documenti Superati

Non sono presenti documenti annullati o superati.

4 ALLEGATI

Non sono presenti documenti allegati.

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA IN0G	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

5 MATERIALI PRESCRITTI

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

PER C.A.

- Calcestruzzo magro per sottofondazioni di classe R'ck =15 MPa con almeno 200kg/mc di cemento tipo II, IV o V;
- Calcestruzzo di classe C28/35
- Acciai in rete e barre di aderenza migliorata per l'esecuzione delle opere in c.a. del tipo B450C controllato in stabilimento.

ACCIAI DA CARPENTERIA

- ACCIAIO per montanti metallici, piastre e irrigidenti saldati.....Tipo S355J2 UNI EN 10025
- ACCIAIO per montanti metallici, piastre e irrigidenti non saldati.....Tipo S355J0 UNI EN 10025
- ACCIAIO per accessori metallici della barriera acustica.....Tipo S355JR UNI EN 10025

TIRAFONDI

- Barre interamente filettate con filettatura metrica ISO a passo grosso, di caratteristiche meccaniche equivalenti o superiori alla classe 8.8 secondo UNI EN ISO 898 parte I
- dadi con caratteristiche meccaniche equivalenti o superiori alla classe 8 secondo UNI EN 20898 parte II conformi per le caratteristiche dimensionali alla UNI 5588
- rosette in acciaio C50 (UNI EN 10083) temperato e rinvenuto HRC 32÷40 conformi per le caratteristiche dimensionali alla UNI 5714
- coppie di serraggio pari al 60% dei valori dell CNR 10011/97

BULLONI

- Viti con caratteristiche meccaniche classe 8.8 secondo UNI EN ISO 898 parte I conformi per le caratteristiche dimensionali alla UNI EN150 4014 (ex UNI 5737)
- dadi con caratteristiche meccaniche classe 8 secondo UNI EN 20898 parte II conformi per le caratteristiche dimensionali alla UNI 5588
- rosette in acciaio C50 (UNI EN 10083) temperato e rinvenuto HRC 32÷40 conformi per le caratteristiche dimensionali alla UNI 5714
- gioco foro bullone comprensivo delle rispettive tolleranze per unioni a taglio secondo D.M. 14/1/2008
- coppie di serraggio secondo D.M. 14/1/08 se non diversamente specificato

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia					
	PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B	FOGLIO 11 di 44

RONDELLE

- Rondelle in acciaio per M20, M22, M24, M30: secondo UNI 5714
- Rondelle speciali: in acciaio Tipo S355J0 secondo UNI EN 10025
- Rondelle isolanti in tessuto di vetro e resina epossidica con caratteristiche meccaniche ed elettriche simili o superiori alla resina tipo Misolet LG11H

BOCCOLE

- Boccole isolanti in tessuto di vetro e resina epossidica con caratteristiche meccaniche ed elettriche simili o superiori alla resina tipo Misolet LG11H

MALTA DI ALLETTAMENTO

- Malta "Emaco" per l'allettamento avente caratteristiche meccaniche ed elettriche simili o superiori alla malta tipo "Emaco BASF S55

NOTE:

- le viti e i dadi devono essere associati come indicato nel Prospetto 2 della UNI EN 20898 parte II
- bulloni e tirafondi dovranno essere montati con una rosetta sotto il dado
- bulloni e tirafondi dovranno essere montati con dado e controdado.

NOTE GENERALI

SALDATURE

Le saldature dovranno essere eseguite e controllate nel rispetto della Istruzione FS 44/S Rev. A del 20.10.99, con le seguenti precisazioni:

- i requisiti del costruttore previsti al punto I.1.1 secondo la certificazione UNI EN 729-3, possono essere derogati accettando sistema di qualità certificato secondo UNI EN ISO 9001:2000
- tra i procedimenti di saldatura applicabili di cui al punto II.3.3 si può utilizzare anche il filo continuo pieno, purché le saldature siano prive di difetti, quali incollature, e ben raccordate al piede, e comunque previo consenso dell'Ente preposto al controllo delle saldature
- relativamente ai controlli, fermo restando che il costruttore dovrà eseguire e certificare i controlli visivi, dimensionali e magnetoscopici nelle percentuali previste al punto II.9.1 e II.9.2, in sede di collaudo, trattandosi di produzione di serie, l'Ente preposto ai controlli (ad es. l'I.I.S.) potrà definire nelle specifiche tecniche da approvare per ciascun fornitore, delle percentuali variabili in funzione degli esiti degli accertamenti su lotti simili, fatto salvo

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA IN0G	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

che la certificazione (nel rispetto della FS 44/S) dovrà essere relativa a tutti i lotti di produzione da spedire in cantiere.

LE SALDATURE SI INTENDONO CONTINUE (salvo diversa indicazione)

LE SALDATURE SI INTENDONO A CORDONE D'ANGOLO (salvo diversa indicazione)

I cordoni di saldatura montante-piastra di base avranno il lato del cordone pari al minimo spessore da collegare (salvo diversa indicazione), in ogni caso nel rispetto della Istruzione FS 44/S.

I cordoni di saldatura verticali avranno il lato del cordone pari al minimo spessore da collegare (salvo diversa indicazione), in ogni caso nel rispetto della Istruzione FS 44/S.

Al fine di evitare incroci di saldature prevedere degli slot di opportune dimensioni per far girare le saldature nello spessore.

RIVESTIMENTI PROTETTIVI

Tutte le parti metalliche dovranno essere sottoposte a zincatura a caldo in accordo a quanto riportato nella norma UNI EN ISO 1461, nel rispetto del Disciplinare Tecnico delle Barriere Antirumore del 1998 e s. m. ed i.

Ulteriore trattamento protettivo della superficie con cicli omologati come da Istruzione FS 44/V.

RONDELLE ISOLANTI

Le superfici delle rondelle isolanti devono essere irruvidite con lavorazione di tipo meccanico su entrambi i lati (ad es. con carta vetrata grana 80), in modo da garantire il coefficiente d'attrito di progetto.

PROVE SUI MATERIALI

Tutti i materiali impiegati relativi ai montanti e alle piastre dovranno essere certificati secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 10204 tipo 3.2 e forniti in modo che risultino, inequivocabilmente, prodotti qualificati ai sensi del CAP. 11 del D.M. 14/1/08 e s.m. ed i. ovvero a marcatura CE.

Nel caso di approvvigionamento di elementi già tagliati a misura, i controlli dovranno essere eseguiti prima del taglio (acciaieria, laminatoio, ossitagliatore, ecc.).

Per quanto riguarda tirafondi, bulloni ed elementi diversi, gli stessi potranno essere forniti di un certificato di controllo secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 10204 punto 3.1. Su quest'ultimi FS si riserva di eseguire prove integrative (trazione, resilienza, durezza, ecc.).

I pannelli, le guarnizioni, nonché tutti gli elementi accessori della barriera, dovranno essere forniti nel rispetto del Disciplinare Tecnico delle B.A. di RFI del 1998 e sue s.m.ed i..

I pannelli e tutti i sistemi di bloccaggio al montante dovranno essere forniti dopo che avranno superato i requisiti a fatica previsti nelle Prescrizioni Tecniche Integrative e Provvisorie delle BA di RFI del 24/03/2004 e sue s.m. ed i..

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA IN0G	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

CONTROLLO DEI MATERIALI LAVORATI

Prima della spedizione in opera, gli elementi costruiti dovranno essere sottoposti, da parte di personale FS, oltre ai controlli previsti sulle saldature, ai controlli dimensionali e visivi, nonché a quelli sul rivestimento in ragione del 30% degli elementi prodotti per ciascun lotto di produzione; tali controlli potranno essere estesi, in funzione dell'esito dei controlli, fino al 100% degli elementi stessi.

Le tolleranze di tutti i materiali lavorati dovranno essere in linea con quelle previste nelle normative di riferimento dei singoli elementi costituenti.

CONTROLLO IN OPERA

Dopo il montaggio in opera saranno effettuate a campione da parte delle FS verifiche di posizionamento dei montanti e delle coppie di serraggio; tali controlli potranno essere estesi, in funzione dell'esito degli stessi, fino al 100% degli elementi. Infine saranno effettuati controlli sulla finitura del rivestimento.

Deve essere curata la verticalità dei montanti; è ammesso uno scostamento massimo di 5 mm, misurato in sommità, sia nel senso trasversale che longitudinale della barriera.

E' obbligatorio inserire degli elementi di centraggio dei pannelli tra i montanti; in ogni caso deve essere garantito l'appoggio del pannello sulle ali dei montanti così come previsto nel progetto del pannello stesso, nonché come provato nella prova a fatica.

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

- calcestruzzo C28/35:

Classe di esposizione XF3

Resistenza cubica caratteristica $R_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$

Resistenza cilindrica caratteristica $f_{ck} = 28 \text{ N/mm}^2$

Resistenza di calcolo a compressione semplice $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_m$

$\alpha_{cc} = 0.85$ $\gamma_m = 1.5$ $f_{cd} = 15.87 \text{ N/mm}^2$

- acciaio da cemento armato normale B450C:

tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$

resistenza di calcolo dell'acciaio $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$

$\gamma_s = 1.15$ $f_{yd} = 391.3 \text{ N/mm}^2$

<p>S.T.E. srl Italiana Sistemi srl</p>	<p>LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA</p>												
<p>RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>INOG</td> <td>00</td> <td>E ZZ CL</td> <td>RI 00 00 002</td> <td>B</td> <td>14 di 44</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	INOG	00	E ZZ CL	RI 00 00 002	B	14 di 44
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
INOG	00	E ZZ CL	RI 00 00 002	B	14 di 44								

- acciaio per carpenteria metallica S355:

tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} = 355 \text{ N/mm}^2$

resistenza di calcolo dell'acciaio $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_m$

$\gamma_s = 1.05$ $f_{yd} = 338 \text{ N/mm}^2$

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia					
	PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B	FOGLIO 15 di 44

6 DESCRIZIONE DEI CARICHI AGENTI

Il calcolo delle strutture è stato effettuato considerando il peso proprio del manufatto e del suo rivestimento in pannelli fonoassorbenti in cls, acciaio e in vetro, e le pressioni o depressioni dovute al transito dei rotabili e al vento.

6.1 Peso proprio

Il peso proprio è costituito dal peso dei pannelli fonoassorbenti; per le successive calcolazioni si sono assunti i seguenti carichi comprensivi di telai, piatti, guarnizioni, ecc:

Peso proprio pannelli fonoisolanti in cls e argilla:	= 3,50	KN/m ²
Peso proprio pannelli fonoisolanti in vetro:	= 0,50	KN/m ²
Peso proprio pannelli fonoisolanti in acciaio:	= 0,30	KN/m ²
Montanti in acciaio	= 78.5	KN/m ³

6.2 Pressione aerodinamica dei convogli

Per le azioni prodotte dal passaggio dei convogli ferroviari si fa riferimento all'istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 001A, con l'avvertenza che nel caso in cui la distanza a_g della barriera dall'asse del binario risulti compresa tra 2.10 m e 2.30 m (situazione che comunque non si verifica nel presente progetto), la pressione da considerare è quella ottenibile mediante estrapolazione lineare dei valori indicati nei predisposti grafici per la curva considerata.

Il passaggio dei convogli induce sulle superfici situate in prossimità della linea ferroviaria onde di pressione e depressione. L'ampiezza di tali azioni dipende principalmente dai fattori di seguito elencati:

1. dal quadrato della velocità del treno (v);
2. dalla forma aerodinamica del convoglio (K_1);
3. dalla forma della struttura (K_2);
4. dalla posizione della struttura e dalla distanza stessa dal binario (a_g).

Le azioni possono essere schematizzate mediante carichi equivalenti agenti nelle zone prossime alla testa e alla coda del treno. I carichi equivalenti sono considerati valori caratteristici delle azioni ($\pm q_{1k}$). Si ha pertanto:

$$q_{1k} = f(v; a_g) \times K_1 \times K_2$$

dove:

$$K_1 = \begin{cases} 1,00 & \text{per treni con forme aerodinamiche sfavorevoli} \\ 0,85 & \text{per treni con carrozze a sagoma arrotondata} \\ 0,60 & \text{per treni aerodinamici (ETR)} \end{cases}$$

$$K_2 = 1,30 \text{ se l'altezza dell'elemento } \leq 1,00 \text{ o se la larghezza } \leq 2,50; \text{ altrimenti } K_2 = 1,00$$

$$a_g = \text{distanza dalla mezzera del binario vicino}$$

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia					
	PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B	FOGLIO 16 di 44

- Per linee con velocità massima $V_{max} \leq 160$ km/h:

sia per le *VERIFICHE STATICHE* che per le *VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ* si dovrà assumere il valore minimo

$$P_{tot\ min} = P_{vento} + P_{aerodinamica} = 1.50 \text{ KN/m}^2$$

Opportunamente aumentato utilizzando i coefficienti parziali:

- $\gamma = 1.5$ per le verifiche SLU
- $\gamma = 1$ per le verifiche SLE e di deformabilità

Il calcolo degli effetti dinamici, quando sono possibili rischi di risonanza, deve essere eseguito con le modalità indicate nelle “Prescrizioni tecniche integrative e provvisorie per la progettazione delle Barriere Anti Rumore”.

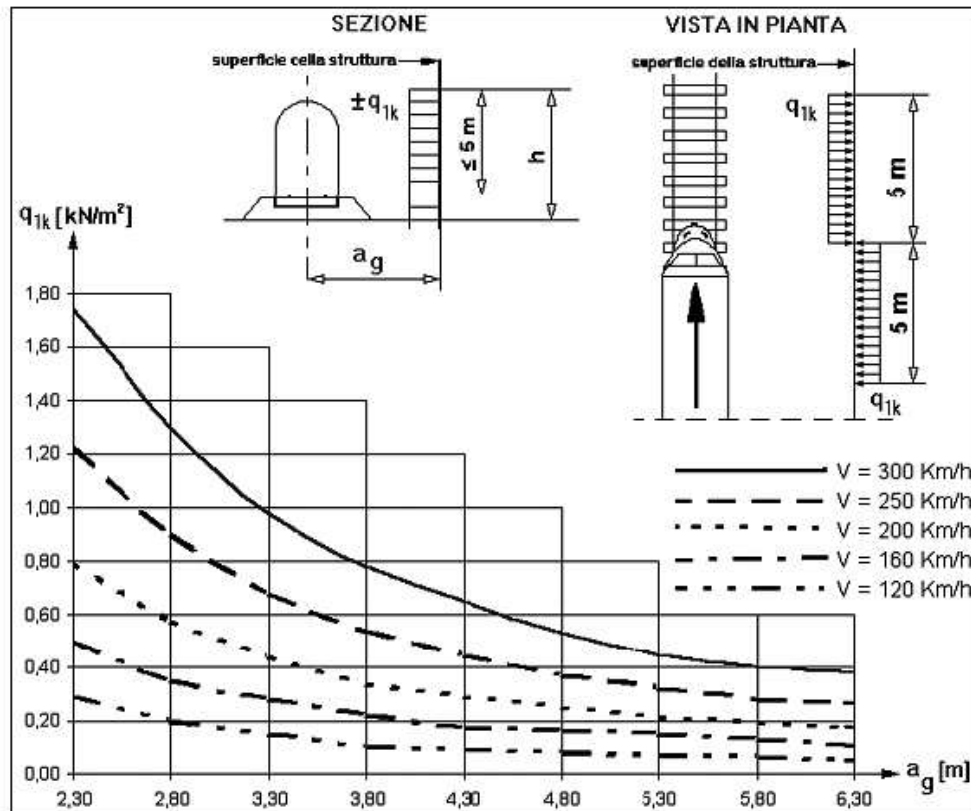
Inoltre per tutte le tipologie di barriere occorrerà effettuare le verifiche a fatica dei montanti e dei pannelli e dei relativi collegamenti (bullonature, saldature e rivettature), considerando le azioni derivanti dalle pressioni aerodinamiche associate al transito dei convogli ferroviari di cui all’istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 001A, verificando che i $\Delta\sigma$ siano inferiori al $\Delta\sigma_D$ di riferimento diviso il coefficiente di sicurezza $\gamma_m = 1.35$.

Analogo discorso per le sollecitazioni di taglio.

6.2.1 Carichi statici equivalenti

Nel caso specifico considerando una velocità massima di percorrenza di un convoglio con forme aerodinamiche sfavorevoli pari a $V=160$ km/h, dall’abaco riportato in normativa si evince che per:

$$a_g \cong a_{g\ min} = 4.00 \text{ m}$$



si ha:

$$f(v; a_g) = 0.20 \text{ KN/m}^2$$

$$q_{1k} = q_{4k} \cong 1.00 \times 0.20 = 0.20 \text{ KN/m}^2$$

Tale valore è comunque cautelativo, poichè nel tratto in esame la velocità massima dei convogli è pari a 145km/h, velocità non riportata nel diagramma di normativa.

6.3 Pressione del vento

La pressione del vento è stata valutata in accordo con il DM 14/01/08 e relativa istruzione (Circolare 2 Febbraio 2009). Le calcolazioni effettuate forniscono:

Vento (DM 14.1.2008)

$$p_v = q_{ref} c_e c_{pd} \text{ (kN/mq)} \quad \mathbf{0.997}$$

$$q_{ref} = v_{ref}^2 / 1.6 \text{ (kN/mq)} \quad 0.391$$

$$a_s = \text{altitudine del sito slm (m)} \quad 320$$

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia					
	PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B	FOGLIO 18 di 44

Zona	1
vref,0 (m/s)	25
a0 (m)	1000
ka (1/s)	0.010
vref	25
z = altezza della costruzione sul suolo (m)	7.3
Classe rugosità (A,B,C,D)	B
Categoria di esposizione del sito	IV
kr	0.22
zo (m)	0.3
zmin (m)	8
ce = coefficiente di esposizione	2.124
ct = coefficiente di topografia	1.216
H = altezza rilevato	5
Beta	0.216
Gamma	1.000
cp = coefficiente di forma	1.2
cd = coefficiente dinamico a f.d.s.	1

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

6.4 Azioni considerate

La somma delle azioni dovute agli effetti del vento e della pressione e depressione aerodinamica dovuta ai convogli ferroviari risulta pari a:

$$P_{\text{tot}} = q_{1k} + p_v = 0.20 + 0.997 = 1.197 \text{ kN/m}^2$$

è inferiore al valore minimo previsto dal “Disciplinare tecnico”, edizione 1998 e successive modificazioni e/o integrazioni, pari a:

$$P = 1.50 \text{ kN/m}^2$$

Pertanto, assunto il valore di progetto della velocità pari a 160km/h (invece dei 145 km/h reali, come spiegato precedentemente), i carichi di progetto restano definiti come segue:

per le verifiche statiche che per quelle di deformabilità, si assumerà il valore di progetto:

$$P_{\text{tot}} = 1.5 \cdot (P_{\text{vento}} + P_{\text{aerodinamica}}) = 2.25 \text{ kN/m}^2$$

per le verifiche di deformabilità, si assumerà il valore di progetto:

$$P_{\text{tot}} = P_{\text{vento}} + P_{\text{aerodinamica}} = 1.50 \text{ kN/m}^2$$

per le verifiche a fatica, si procede solo in funzione del carico ciclico:

$$P_{\text{tot fat}} = P_{\text{aerodinamica}} = 0.20 \text{ kN/m}^2$$

Per un interasse di 3.00 tra i montanti della barriera acustica si avranno i seguenti carichi ripartiti agenti su ogni elemento strutturale:

$$p = 1.50 \cdot 3 = 4.50 \text{ kN/m}$$

$$p = 1.5 \cdot 1.5 \cdot 3 = 6.75 \text{ kN/m}$$

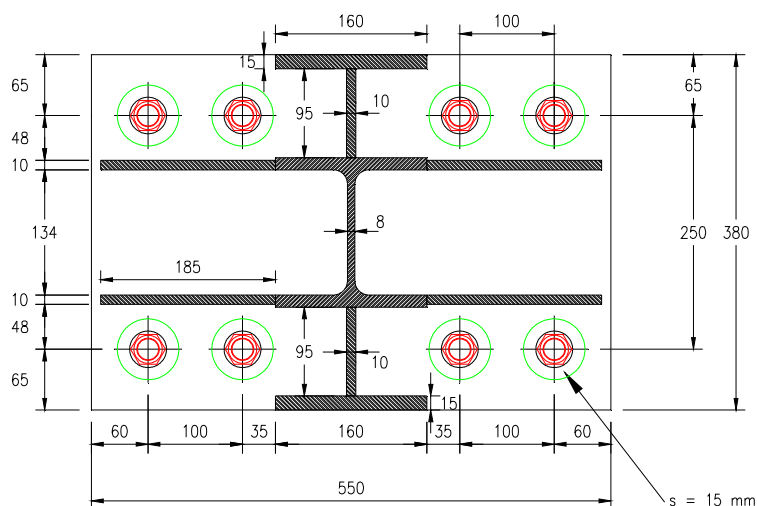
$$p_{\text{conv}} = 0.20 \cdot 3 = 0.60 \text{ kN/m}$$

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

7 ANALISI DEI MONTANTI METALLICI

7.1 Geometria

La geometria delle strutture analizzate è schematizzata nella figura seguente.



Nella tabella seguente si riassumono le caratteristiche delle pannellature e le altezze degli irrigidimenti a T saldati sui profili:

ALTEZZE MONTANTI E PANNELLATURE

H_PF [m]	H_mont [m]	H_irr	H_cls	H_acc	H_vetro
3	3.50	1.5	2	0	1
4	4.50	2	2	0.5	1.5
5	5.50	2.7	2	1.5	1.5
6.5	7.00	4	2	3	1.5

7.2 Caratteristiche geometriche

Le caratteristiche geometriche della sezione del profilato utilizzato per i montanti sono riportate di seguito:

HEB 160

b	=	160,0	mm	larghezza profilato
h	=	160,0	mm	altezza profilato
s ala	=	13	mm	spessore ala

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

s anima	=	8	mm	spessore anima
A	=	54.3	cm ²	area
A anima	=	10.72	cm ²	area anima
Jy	=	2492	cm ⁴	momento di inerzia y-y
Wy	=	311.5	cm ³	momento statico y-y

HEB160 + T SALDATO

A	121.43	[cmq]	area sezione
Wy	1143.5	[cm ³]	momento statico y-y
Jy	21726.44	[cm ⁴]	momento di inerzia y-y
A anima	29.72	[cmq]	area anima

HEB160 + T SALDATO + IRRIGIDIMENTI

A	195.431698	[cmq]	area sezione
Wy	1345.724211	[cm ³]	momento statico y-y
Jy	25568.76	[cm ⁴]	momento di inerzia y-y
A anima	29.72	[cmq]	area anima

7.3 Calcolo delle sollecitazioni

7.3.1 Modelli di calcolo

La determinazione delle massime sollecitazioni è condotta considerando quale schema statico quello di mensola incastrata al piede, sollecitata dalle azioni sopra determinate.

Le analisi svolte, per le barriere, sono state condotte secondo la consueta teoria della Scienza delle Costruzioni.

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

7.4 Verifiche di resistenza

Il valore delle tensioni massime sui profili metallici, in funzione dell'altezza delle barriere viene calcolato con le formule seguenti:

$$\sigma_{\max} = N / A + M / W$$

$$\sigma_{\min} = N / A - M / W$$

$$\tau = V / A_{\text{an}}$$

$$\sigma_{\text{id}} \leq \sqrt{(\sigma_{\max}^2 + 3 \tau^2)}$$

A favore di sicurezza si considera resistente al taglio solo l'area dell'anima, e non, come previsto in normativa:

$$A_v = A - 2 b t_f + (t_w + 2r) t_f$$

7.5 Verifiche di resistenza al fuoco

Si conducono le verifiche di resistenza al fuoco controllando che la temperatura critica per cui si ha il collasso del montante sia raggiunta in un intervallo di tempo non inferiore ai 30 minuti prescritti dal Disciplinare Tecnico RFI per le barriere antirumore.

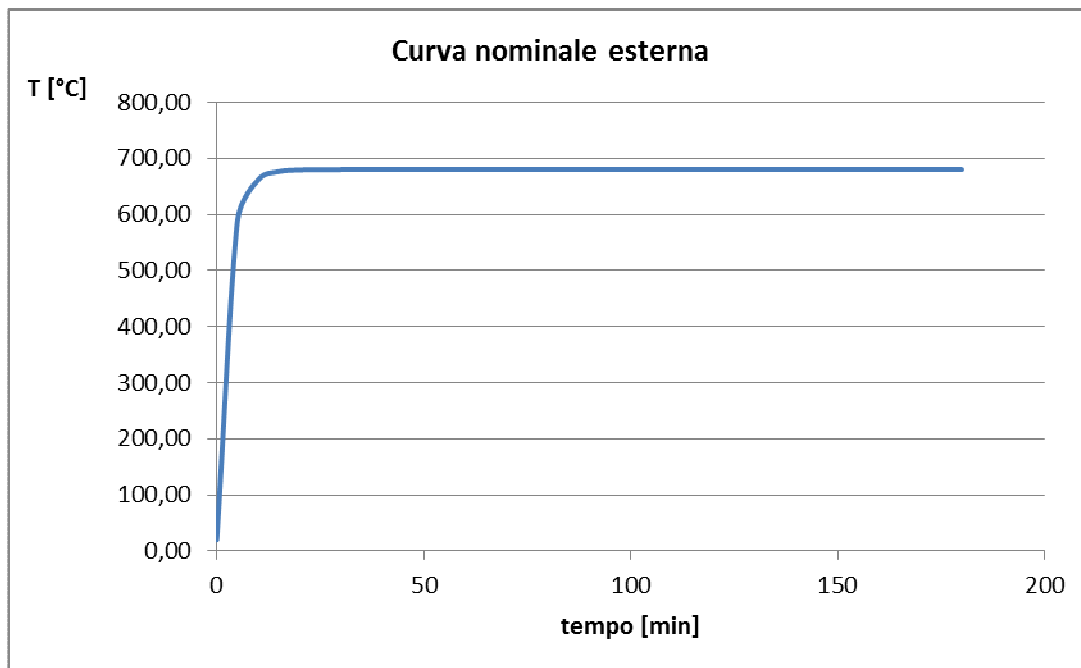
In particolare, il montante viene verificato in due sezioni:

- Sezione 1 - sezione di base in corrispondenza della quale si ha il massimo valore dell'azione sollecitante dovuta agli effetti combinati del vento e delle pressioni aerodinamiche; in tale sezione si tiene conto dell'incremento di resistenza al collasso dovuto alla presenza dei profili saldati e delle costole irrigidenti
- Sezione 2 - sezione alla sommità delle costole irrigidenti, dove è massima l'azione sollecitante agente sulla sezione resistente costituita dal profilo HEB 160 e profili a T saldati
- Sezione 3 - sezione alla sommità dei profili a T saldati, dove è massima l'azione sollecitante agente sulla sezione resistente costituita dal profilo HEB 160.

Le verifiche al fuoco vengono condotte in conformità alla norma UNI 9503/2007, utilizzando la curva di incendio nominale esterna definita in NTC2008, § 3.6.1.5.1:

$$\theta_g = 660(1 - 0.687 \cdot e^{-0.32t} - 0.313 \cdot e^{-3.8t}) + 20 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia					
	PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B	FOGLIO 23 di 44



Nel nostro caso abbiamo, quindi, una temperatura massima di :

$$\theta (t = 30\text{min}) = 680[^\circ\text{C}]$$

La verifica da eseguire consiste nel determinare quanto tempo impiega la sezione a raggiungere la temperatura critica, ovvero la temperatura alla quale il materiale non è più in grado di sopportare il carico di progetto.

La T_{cr} viene determinata come:

$$\theta_{a,cr} = 39,19 \ln \left[\frac{l}{0,9674 \mu_0^{3,833}} - 1 \right] + 482$$

Dove:

$$\mu_0 = \frac{E_{f,t,d}}{R_{f,t,d,0}}$$

$E_{f,t,d}$ = effetto dell'azione a temperatura ordinaria [MPa]

$R_{f,t,d,0}$ = resistenza di progetto del materiale per l'istante iniziale = 338 MPa

Il calcolo di $R_{f,t,d,0}$ e $E_{f,t,d}$ verrà svolto, a favore di sicurezza, considerando il W elastico della sezione, anche in virtù della labilità della struttura (mensola incastrata alla base, isostatica) in caso di formazione di cerniera plastica.

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia					
	PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B	FOGLIO 24 di 44

7.6 Verifica di deformabilità

Il disciplinare tecnico per le barriere antirumore (Rif. [4]) richiede che le barriere, in condizioni di esercizio, subiscano una deformazione inferiore a $H/150$.

Nei montanti previsti in questo progetto tali limiti sono:

H_barr	H_mont	f amm
[m]	[m]	[cm]
3	3.5	2.33
4	4.5	3.0
5	5.5	3.6
6.5	7	4.6

7.7 Verifica a fatica

La verifica a fatica è condotta secondo le **RFI DTC INC PO SP IFS 003A** – Verifiche a fatica dei ponti ferroviari. Rif. [1], ossia devono risultare soddisfatte le seguenti relazioni:

$$\Delta\sigma_1 < \Delta\sigma_{D1} / \gamma_m = 34.38 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_{1 \text{ rid}} < f_{\text{rid}} \Delta\sigma_{D1} / \gamma_m = 30.50 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_2 < \Delta\sigma_{D2} / \gamma_m = 38.74 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_{2 \text{ rid}} < f_{\text{rid}} \Delta\sigma_{D2} / \gamma_m = 34.44 \text{ MPa}$$

$\Delta\sigma$ = variazione di tensione prodotta dalle azioni derivanti dalle pressioni aerodinamiche associate al transito dei convogli ferroviari (1 all'attacco montante piastra, 2 estremo superiore fazzoletti)

$$\Delta\sigma_{D1} = 46.42 \text{ MPa (valore curva SN63 particolari strutturali sollecitati a trazione o compressione)}$$

$$\Delta\sigma_{D2} = 52.31 \text{ MPa (valore curva SN71 particolari strutturali sollecitati a trazione o compressione)}$$

$$\gamma_m = 1.35$$

$f_{\text{rid}} = (25/t)^{0.25} = 0.889$ (coefficiente di riduzione di $\Delta\sigma_A$, $\Delta\tau_A$ in funzione dello spessore degli elementi; in favore di sicurezza si assume lo spessore massimo fra gli elementi uniti $t=40$ mm per tutte le verifiche).

La verifica sarà condotta dapprima considerando quali elementi resistenti i montanti e i profili saldati a T, trascurando in favore di sicurezza il contributo delle costole irrigidenti, e successivamente considerando quali elementi resistenti i soli montanti, nella sezione in cui vengono interrotti i profili a T saldati.

Le azioni di progetto per questa verifica è il carico di vento del solo convoglio, pari a: $q_{\text{conv}} = 0.2 \text{ kN/mq}$

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia					
	PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B	FOGLIO 25 di 44

8 RISULTATI DELLE VERIFICHE

8.1 Barriera H=3m

8.1.1 Barriera H=3m - verifiche di resistenza

Il valore delle tensioni massime sui profili metallici, in funzione dell'altezza delle barriere, è riportato nella tabella che segue, in cui le tensioni sono state determinate secondo le relazioni:

$$\sigma_{max} = \frac{N}{A} + \frac{M}{W}$$

$$\sigma_{min} = \frac{N}{A} - \frac{M}{W}$$

$$\tau = \frac{V}{A_{anima}}$$

$$\sigma_{id} \leq \sqrt{\sigma_{max}^2 + 3\tau^2}$$

La sezione considerata resistente alla base è quella del profilo HEB160.

Alla base abbiamo che:

H_mont	verifiche resistenza			fatica	sigma_max	sigma_min	tau	sigma_id
[m]	N [kN]	V [kN]	M [kNm]	M [kNm]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
3.5	37.17	23.63	41.34	3.68	139.57	-125.88	22.04	144.7

La verifica risulta soddisfatta, essendo $\sigma_{id} < 338$ MPa.

8.1.2 Barriera H=3m - verifiche di resistenza al fuoco

La resistenza al fuoco viene verificata nelle 3 sezioni principali.

Sezione 1

Sezione resistente: HEB160+IRRIGIDIMENTI BASE

A 195.432 [cmq]

W_x 1345.724 [cm³]

J_x 25568.760 [cm⁴]

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

A anima 29.720 [cmq]

Azione di progetto:

$$M = ph \times i \times H^2 / 2 = 1.5 \text{ kN/mq} \times 3 \text{ m} \times (3.5\text{m})^2 / 2 = 27.6 \text{ kNm}$$

Stato tensionale

$$Ed = M / W_x = 27.6 \times 10^6 / 1345.7 \times 10^3 = 20.5 \text{ MPa}$$

$$\mu_0 = E_{fi,d} / R_{fi,d,0} = 20.5 / 338 = 0.061$$

Temperatura critica

$$\Theta_{s,cr} = 904.4 \text{ }^\circ\text{C}$$

Tempo di raggiungimento $\Theta_{cr} = 680 \text{ }^\circ\text{C}$: MAI

Sezione 2

Sezione resistente: HEB160+PROFILI SALDATI

A 121.43 [cmq]

W_x 1143.5 [cm³]

J_x 21726.44 [cm⁴]

A anima 29.72 [cmq]

Azione di progetto:

$$M = ph \times i \times H^2 / 2 = 1.5 \text{ kN/mq} \times 3 \text{ m} \times (3.5-0.4 \text{ m})^2 / 2 = 21.6 \text{ kNm}$$

Stato tensionale

$$Ed = M / W_x = 21.6 \times 10^6 / 1143.5 \times 10^3 = 18.9 \text{ MPa}$$

$$\mu_0 = E_{fi,d} / R_{fi,d,0} = 18.9 / 338 = 0.056$$

Temperatura critica

$$\Theta_{s,cr} = 916 \text{ }^\circ\text{C}$$

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

Tempo di raggiungimento $\Theta_{cr} = 680 \text{ }^\circ\text{C}$: MAI

Sezione 3

Sezione resistente: HEB160

A 54.3 [cmq]

W_x 311.5 [cm³]

J_x 2492 [cm⁴]

A anima 10.72 [cmq]

Azione di progetto:

$$M = p h \times i \times H^2 / 2 = 1.5 \text{ kN/mq} \times 3 \text{ m} \times (3.5-1.5 \text{ m})^2 / 2 = 9 \text{ kNm}$$

Stato tensionale

$$E_d = M / W_x = 9 \times 10^6 / 311.5 \times 10^3 = 28.9 \text{ MPa}$$

$$\mu_0 = E_{fi,d} / R_{fi,d,0} = 28.9 / 338 = 0.085$$

Temperatura critica

$$\Theta_{s,cr} = 853 \text{ }^\circ\text{C}$$

Tempo di raggiungimento $\Theta_{cr} = 680 \text{ }^\circ\text{C}$: MAI

8.1.3 Barriera H=3m - verifiche di deformabilità

Lo spostamento massimo in testa al montante è pari a:

$$s = 0.3 \text{ cm}$$

Il disciplinare tecnico per le barriere antirumore (Rif. [4]) prescrive che la deformazione massima debba essere inferiore a:

$$s_{max} < H/150 = 2.3 \text{ cm} \rightarrow \text{la barriera è verificata.}$$

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia					
	PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B	FOGLIO 28 di 44

8.1.4 Barriera H=3m - verifiche a fatica

Sezione resistente: HEB160+Irrigidimenti

H_mont [m]	fatica M [kNm]	sigma_max	delta_sigma
3.5	3.68	3.21	6.43

Sezione resistente: HEB160

H_mont [m]	verifiche a fatica M [kNm]	sigma_max	delta_sigma
3.5	1.20	3.85	7.70

Le verifiche risultano soddisfatte

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

8.2 Barriera H=4m

8.2.1 Barriera H=4m - verifiche di resistenza

Il valore delle tensioni massime sui profili metallici, in funzione dell'altezza delle barriere, è riportato nella tabella che segue, in cui le tensioni sono state determinate secondo le relazioni:

$$\sigma_{max} = \frac{N}{A} + \frac{M}{W}$$

$$\sigma_{min} = \frac{N}{A} - \frac{M}{W}$$

$$\tau = \frac{V}{A_{anima}}$$

$$\sigma_{id} \leq \sqrt{\sigma_{max}^2 + 3\tau^2}$$

La sezione considerata resistente alla base è quella del profilo HEB160.

Alla base abbiamo che:

H_mont	verifiche resistenza			fatica	sigma_max	sigma_min	tau	sigma_id
[m]	N [kN]	V [kN]	M [kNm]	M [kNm]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
4.5	40.01	30.38	68.34	6.08	226.77	-212.03	28.33	232.0

La verifica risulta soddisfatta, essendo $\sigma_{id} < 338$ MPa.

8.2.2 Barriera H=4m - verifiche di resistenza al fuoco

La resistenza al fuoco viene verificata nelle 3 sezioni principali.

Sezione 1

Sezione resistente: HEB160+IRRIGIDIMENTI BASE

A	195.432 [cmq]
Wx	1345.724 [cm3]
Jx	25568.760 [cm4]

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

A anima 29.720 [cmq]

Azione di progetto:

$$M = ph \times i \times H^2 / 2 = 1.5 \text{ kN/mq} \times 3 \text{ m} \times (4.5\text{m})^2 / 2 = 45.6 \text{ kNm}$$

Stato tensionale

$$Ed = M / W_x = 46.5 \times 10^6 / 1345.7 \times 10^3 = 33.9 \text{ MPa}$$

$$\mu_0 = E_{fi,d} / R_{fi,d,0} = 33.9 / 338 = 0.100$$

Temperatura critica

$$\Theta_{s,cr} = 829 \text{ °C}$$

Tempo di raggiungimento $\Theta_{cr} = 680 \text{ °C}$: MAI

Sezione 2

Sezione resistente: HEB160+PROFILI SALDATI

A 121.43 [cmq]

W_x 1143.5 [cm³]

J_x 21726.44 [cm⁴]

A anima 29.72 [cmq]

Azione di progetto:

$$M = ph \times i \times H^2 / 2 = 1.5 \text{ kN/mq} \times 3 \text{ m} \times (4.5-0.4 \text{ m})^2 / 2 = 37.8 \text{ kNm}$$

Stato tensionale

$$Ed = M / W_x = 37.8 \times 10^6 / 1143.5 \times 10^3 = 33.1 \text{ MPa}$$

$$\mu_0 = E_{fi,d} / R_{fi,d,0} = 33.1 / 338 = 0.098$$

Temperatura critica

$$\Theta_{s,cr} = 832.4 \text{ °C}$$

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia					
	PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B	FOGLIO 31 di 44

Tempo di raggiungimento $\Theta_{cr} = 680 \text{ }^\circ\text{C}$: MAI

Sezione 3

Sezione resistente: HEB160

A 54.3 [cmq]

W_x 311.5 [cm³]

J_x 2492 [cm⁴]

A anima 10.72 [cmq]

Azione di progetto:

$$M = ph \times i \times H^2 / 2 = 1.5 \text{ kN/mq} \times 3 \text{ m} \times (4.5-2 \text{ m})^2 / 2 = 14.1 \text{ kNm}$$

Stato tensionale

$$Ed = M / W_x = 14.1 \times 10^6 / 311.5 \times 10^3 = 45.14 \text{ MPa}$$

$$\mu_0 = E_{fi,d} / R_{fi,d,0} = 45.14 / 338 = 0.134$$

Temperatura critica

$$\Theta_{s,cr} = 785 \text{ }^\circ\text{C}$$

Tempo di raggiungimento $\Theta_{cr} = 680 \text{ }^\circ\text{C}$: MAI

8.2.3 Barriera H=4m - verifiche di deformabilità

Lo spostamento massimo in testa al montante è pari a:

$$s = 0.8 \text{ cm}$$

Il disciplinare tecnico per le barriere antirumore (Rif. [4]) prescrive che la deformazione massima debba essere inferiore a:

$$s_{,max} < H/150 = 3 \text{ cm} \rightarrow \text{la barriera è verificata.}$$

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia					
	PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B	FOGLIO 32 di 44

8.2.4 Barriera H=4m - verifiche a fatica

Sezione resistente: HEB160+Irrigidimenti

H_mont [m]	fatica M [kNm]	sigma_max	delta_sigma
4.5	6.08	5.31	10.63

Sezione resistente: HEB160

H_mont [m]	verifiche a fatica M [kNm]	sigma_max	delta_sigma
4.5	1.88	6.02	12.04

Le verifiche sono soddisfatte.

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA IN0G	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

8.3 Barriera H=5m

8.3.1 Barriera H=5m - verifiche di resistenza

Il valore delle tensioni massime sui profili metallici, in funzione dell'altezza delle barriere, è riportato nella tabella che segue, in cui le tensioni sono state determinate secondo le relazioni:

$$\sigma_{max} = \frac{N}{A} + \frac{M}{W}$$

$$\sigma_{min} = \frac{N}{A} - \frac{M}{W}$$

$$\tau = \frac{V}{A_{anima}}$$

$$\sigma_{id} \leq \sqrt{\sigma_{max}^2 + 3\tau^2}$$

La sezione considerata resistente alla base è quella del profilo HEB160 con gli irrigidimenti saldati.

Alla base abbiamo che:

H_mont	verifiche resistenza			fatica	sigma_max	sigma_min	tau	sigma_id
[m]	N [kN]	V [kN]	M [kNm]	M [kNm]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
5.5	42.55	37.13	102.09	9.08	92.79	-85.78	12.49	95.3

La verifica risulta soddisfatta, essendo $\sigma_{id} < 338$ MPa.

8.3.2 Barriera H=5m - verifiche di resistenza al fuoco

La resistenza al fuoco viene verificata nelle 3 sezioni principali.

Sezione 1

Sezione resistente: HEB160+IRRIGIDIMENTI BASE

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia					
	PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B	FOGLIO 34 di 44

A 195.432 [cmq]
 W_x 1345.724 [cm³]
 J_x 25568.760 [cm⁴]
 A anima 29.720 [cmq]

Azione di progetto:

$$M = ph \times i \times H^2 / 2 = 1.5 \text{ kN/mq} \times 3 \text{ m} \times (5.5\text{m})^2 / 2 = 68.1 \text{ kNm}$$

Stato tensionale

$$Ed = M / W_x = 68.1 \times 10^6 / 1345.7 \times 10^3 = 50.6 \text{ MPa}$$

$$\mu_0 = E_{fi,d} / R_{fi,d,0} = 50.6 / 338 = 0.150$$

Temperatura critica

$$\Theta_{s,cr} = 768.9 \text{ }^\circ\text{C}$$

Tempo di raggiungimento $\Theta_{cr} = 680 \text{ }^\circ\text{C}$: MAI

Sezione 2

Sezione resistente: HEB160+PROFILI SALDATI

A 121.43 [cmq]
 W_x 1143.5 [cm³]
 J_x 21726.44 [cm⁴]
 A anima 29.72 [cmq]

Azione di progetto:

$$M = ph \times i \times H^2 / 2 = 1.5 \text{ kN/mq} \times 3 \text{ m} \times (5.5-0.4 \text{ m})^2 / 2 = 58.5 \text{ kNm}$$

Stato tensionale

$$Ed = M / W_x = 58.5 \times 10^6 / 1143.5 \times 10^3 = 51.2 \text{ MPa}$$

$$\mu_0 = E_{fi,d} / R_{fi,d,0} = 51.2 / 338 = 0.151$$

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

Temperatura critica

$$\Theta_{s,cr} = 766.8 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Tempo di raggiungimento $\Theta_{cr} = 680 \text{ }^{\circ}\text{C}$: MAI

Sezione 3

Sezione resistente: HEB160

A	54.3 [cmq]
W _x	311.5 [cm ³]
J _x	2492 [cm ⁴]
A anima	10.72 [cmq]

Azione di progetto:

$$M = ph \times i \times H^2 / 2 = 1.5 \text{ kN/mq} \times 3 \text{ m} \times (5.5-2 \text{ m})^2 / 2 = 17.6 \text{ kNm}$$

Stato tensionale

$$E_d = M / W_x = 17.6 \times 10^6 / 311.5 \times 10^3 = 56.6 \text{ MPa}$$

$$\mu_0 = E_{f,d} / R_{f,d,0} = 56.6 / 338 = 0.168$$

Temperatura critica

$$\Theta_{s,cr} = 751.6 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Tempo di raggiungimento $\Theta_{cr} = 680 \text{ }^{\circ}\text{C}$: MAI

8.3.3 Barriera H=5m - verifiche di deformabilità

Lo spostamento massimo in testa al montante è pari a:

$$s = 1.7 \text{ cm}$$

Il disciplinare tecnico per le barriere antirumore (Rif. [4]) prescrive che la deformazione massima debba essere inferiore a:

$$s_{,max} < H/150 = 3.6 \text{ cm} \rightarrow \text{la barriera è verificata.}$$

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

8.3.4 Barriera H=5m - verifiche a fatica

Sezione resistente: HEB160+Irrigidimenti

H_mon t	fatica	sigma_ma x	delta_sig a
[m]	M [kNm]		
5.5	9.08	7.94	15.87

Sezione resistente: HEB160

H_mon t	verifiche a fatica		
[m]	M [kNm]		
5.5	2.35	7.55	15.10

Le verifiche sono soddisfatte.

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia					
	PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B	FOGLIO 37 di 44

8.4 Barriera H=6.5m

Si precisa che i calcoli seguenti, condotti per la barriera di altezza H=6.50 m rispetto al Piano Ferro(PF) e h=7.05 m rispetto dal piano di imposta (PI), sono da intendersi validi, a vantaggio di sicurezza, anche per la barriera di altezza H=6.50 m rispetto al Piano Ferro(PF) e h= 6.55 m rispetto al piano di imposta, avente la medesima struttura portante, ma di altezza di cm 50 inferiore. Tale circostanza si verifica per le barriere BA19 e BA20.

8.4.1 Barriera H=6.5m - verifiche di resistenza

Il valore delle tensioni massime sui profili metallici, in funzione dell'altezza delle barriere, è riportato nella tabella che segue, in cui le tensioni sono state determinate secondo le relazioni:

$$\sigma_{max} = \frac{N}{A} + \frac{M}{W}$$

$$\sigma_{min} = \frac{N}{A} - \frac{M}{W}$$

$$\tau = \frac{V}{A_{anima}}$$

$$\sigma_{id} \leq \sqrt{\sigma_{max}^2 + 3\tau^2}$$

La sezione considerata resistente alla base è quella del profilo HEB160 con gli irrigidimenti saldati.

Alla base abbiamo che:

H_mont [m]	verifiche resistenza			fatica	sigma_max [MPa]	sigma_min [MPa]	tau [MPa]	sigma_id [MPa]
	N [kN]	V [kN]	M [kNm]	M [kNm]				
7	46.56	47.25	165.38	14.70	148.46	-140.79	15.90	151.0

La verifica risulta soddisfatta, essendo $\sigma_{id} < 338$ MPa.

8.4.2 Barriera H=6.5m - verifiche di resistenza al fuoco

La resistenza al fuoco viene verificata nelle 3 sezioni principali.

Sezione 1

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia					
	PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B	FOGLIO 38 di 44

Sezione resistente: HEB160+IRRIGIDIMENTI BASE

A 195.432 [cmq]

W_x 1345.724 [cm³]

J_x 25568.760 [cm⁴]

A anima 29.720 [cmq]

Azione di progetto:

$$M = ph \times i \times H^2 / 2 = 1.5 \text{ kN/mq} \times 3 \text{ m} \times (7\text{m})^2 / 2 = 110.3 \text{ kNm}$$

Stato tensionale

$$Ed = M / W_x = 110.3 \times 10^6 / 1345.7 \times 10^3 = 81.9 \text{ MPa}$$

$$\mu_0 = E_{fi,d} / R_{fi,d,0} = 81.9 / 338 = 0.242$$

Temperatura critica

$$\Theta_{s,cr} = 696 \text{ °C}$$

Tempo di raggiungimento $\Theta_{cr} = 680 \text{ °C}$: MAI

Sezione 2

Sezione resistente: HEB160+PROFILI SALDATI

A 121.43 [cmq]

W_x 1143.5 [cm³]

J_x 21726.44 [cm⁴]

A anima 29.72 [cmq]

Azione di progetto:

$$M = ph \times i \times H^2 / 2 = 1.5 \text{ kN/mq} \times 3 \text{ m} \times (7-0.4 \text{ m})^2 / 2 = 98 \text{ kNm}$$

Stato tensionale

$$Ed = M / W_x = 98 \times 10^6 / 1143.5 \times 10^3 = 85.7 \text{ MPa}$$

$$\mu_0 = E_{fi,d} / R_{fi,d,0} = 85.7 / 338 = 0.254$$

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia					
	PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B	FOGLIO 39 di 44

Temperatura critica

$$\Theta_{s,cr} = 689.2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Tempo di raggiungimento $\Theta_{cr} = 680 \text{ } ^\circ\text{C}$: MAI

Sezione 3

Sezione resistente: HEB160

$$A = 54.3 \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$W_x = 311.5 \text{ [cm}^3\text{]}$$

$$J_x = 2492 \text{ [cm}^4\text{]}$$

$$A_{\text{anima}} = 10.72 \text{ [cm}^2\text{]}$$

Azione di progetto:

$$M = p_h \times i \times H^2 / 2 = 1.5 \text{ kN/mq} \times 3 \text{ m} \times (7-2 \text{ m})^2 / 2 = 20.3 \text{ kNm}$$

Stato tensionale

$$E_d = M / W_x = 20.3 \times 10^6 / 311.5 \times 10^3 = 65 \text{ MPa}$$

$$\mu_0 = E_{f,i,d} / R_{f,i,d,0} = 65 / 338 = 0.192$$

Temperatura critica

$$\Theta_{s,cr} = 730.9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Tempo di raggiungimento $\Theta_{cr} = 680 \text{ } ^\circ\text{C}$: MAI

8.4.3 Barriera H=6.5m - verifiche di deformabilità

Lo spostamento massimo in testa al montante è pari a:

$$s = 3.7 \text{ cm}$$

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

Il disciplinare tecnico per le barriere antirumore (Rif. [4]) prescrive che la deformazione massima debba essere inferiore a:

$s_{max} < H/150 = 4.6\text{cm}$ --> la barriera è verificata.

8.4.4 Barriera $H=6.5\text{m}$ - verifiche a fatica

Sezione resistente: HEB160+Irrigidimenti

H_mont [m]	fatica M [kNm]	sigma_max	delta_sigma
7	14.7	12.86	25.71

Sezione resistente: HEB160

H_mont [m]	verifiche a fatica M [kNm]	sigma_max	delta_sigma
7	2.7	8.67	17.34

Le verifiche sono soddisfatte.

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

9 VERIFICA DEI TIRAFONDI E DELLE PIASTRE DI ANCORAGGIO

Nei successivi paragrafi sono riportate le verifiche delle piastre e dei bulloni/tirafondi di ancoraggio dei montanti metallici ai plinti di fondazione o alle opere d'arte. In particolare si sono adottate le seguenti soluzioni di collegamento:

- piastre di ancoraggio e costole di irrigidimento
- tirafondi
- contropiastra per attacco su cordolo

9.1 Geometria piastre, costole e tirafondi

Di seguito sono indicate le dimensioni degli elementi che compongono l'attacco dei montanti metallici alle sottostrutture, nonché il numero dei tirafondi di ancoraggio:

H barriera (m)	PIASTRA DI BASE			COSTOLE DI RINFORZO			
	B (cm)	H (cm)	sp (cm)	n°	B (cm)	H (cm)	sp (cm)
3	55.00	38.00	2.00	4	18.50	40.00	1.00
4	55.00	38.00	3.00	4	18.50	40.00	1.00
5	55.00	38.00	3.00	4	18.50	40.00	1.00
6.5	55.00	38.00	4.00	4	18.50	40.00	1.00

H barriera (m)	TIRAFONDI				
	n file bull.	n bull. per fila	Øbull (mm)	Ab res (cm ²)	a (cm)
3	2	4	20	2.45	6.50
4	2	4	22	3.03	6.50
5	2	4	24	3.53	6.50
6.5	2	4	30	5.61	6.50

ove con "a" si è indicata la distanza, in direzione trasversale, dell'asse del tirafondo dal filo esterno della piastra di base.

9.2 Verifica dei tirafondi

9.2.1 Verifiche di resistenza

La verifica dei tirafondi di ancoraggio è svolta in analogia alle sezioni in cemento armato.

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

I valori delle sollecitazioni e le tensioni corrispondenti sono riportati nella tabella successiva:

H_mont	M	sigma_c,max	sigma_b,max	n°	diametro	Ares
[m]	[kNm]	[MPa]	[MPa]		[mm]	[cmq]
3.5	27.56	3.10	101.00	4+4	20	2.45
4.5	45.56	4.60	137.20	4+4	22	3.03
5.5	68.06	6.40	177.40	4+4	24	3.53
7	110.25	9.74	196.44	4+4	30	5.61

La verifica dei tirafondi risulta quindi soddisfatta.

9.2.2 Verifica della lunghezza di ancoraggio

Si prescrive che i tirafondi vengano serrati (N_s^*) a circa il 60% del serraggio massimo (N_s) riportato nelle CNR10011 per viti di classe 8.8 ed in particolare:

- tirafondi M20: Ares = 245 mm² N_s = 110 KN
- tirafondi M22: Ares = 303 mm² N_s = 136 KN
- tirafondi M24: Ares = 353 mm² N_s = 158 KN
- tirafondi M30: Ares = 561 mm² N_s = 251 KN

Il collegamento tirafondi-clc è ottenuto considerando l'aderenza cls-acciaio per barre ad aderenza migliorata:

$$f_{bd} = 2.25 \cdot f_{ctd} = 2.25 \cdot 1.32 \text{ MPa} = 2.97 \text{ MPa}$$

e verificando che al serraggio la lunghezza prevista sia maggiore della lunghezza ammissibile:

$$L_{amm} = N_s^* / (\pi \cdot \phi \cdot \tau_{ad})$$

In particolare, secondo la relazione sopra riportata, risulta che:

- tirafondi M20 $L_{amm \phi 20} = 462 \text{ mm}$ $L_{\phi 20} = 600 \text{ mm}$ $L_{\phi 20} > L_{amm \phi 20}$
- tirafondi M22 $L_{amm \phi 22} = 520 \text{ mm}$ $L_{\phi 22} = 700 \text{ mm}$ $L_{\phi 22} > L_{amm \phi 22}$
- tirafondi M24 $L_{amm \phi 24} = 554 \text{ mm}$ $L_{\phi 24} = 750 \text{ mm}$ $L_{\phi 24} > L_{amm \phi 24}$
- tirafondi M30 $L_{amm \phi 30} = 710 \text{ mm}$ $L_{\phi 30} = 800 \text{ mm}$ $L_{\phi 30} > L_{amm \phi 30}$

pertanto la verifica di ancoraggio dei tirafondi è soddisfatta.

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

9.2.3 Verifica a fatica

Non considerando il serraggio dei tirafondi si effettua la verifica a fatica degli stessi secondo quanto riportato nelle istruzioni RFI DTC INC PO SP IFS 003A.

La variazione di tensione ammissibile risulta pari a:

$$\Delta\sigma < \Delta\sigma_D / \gamma_m = 27.30 \text{ MPa}$$

$\Delta\sigma$ = variazione di tensione prodotta dalle azioni derivanti dalle pressioni aerodinamiche associate al transito dei convogli ferroviari

$$\Delta\sigma_D = 36.85 \text{ MPa (valore derivante da } \Delta\sigma_A = 50 \text{ MPa)}$$

$$\gamma_m = 1.35$$

La verifica a fatica dei ferri di ancoraggio è svolta in analogia alle sezioni in cemento armato.

H barriera (m)	B (cm)	H (cm)	n file bull.	n bull. per fila	Øbull (mm)	Ab res (cm ²)	a (cm)	M tot (kNm)
3	55.00	38.00	2	4	20	2.45	6.50	3.68
4	55.00	38.00	2	4	22	3.03	6.50	6.08
5	55.00	38.00	2	4	24	3.53	6.50	9.08
6.5	55.00	38.00	2	4	30	5.61	6.50	14.70

ove con "a" si è indicata la distanza, in direzione trasversale, dell'asse del tirafondo dal filo esterno della piastra di base.

Poichè non si prevedono bulloni di registrazione sotto la piastra, si assume una tensione nulla di compressione nei tirafondi:

H barriera (m)	y _n (cm)	σ _c max (MPa)	σ _b max (MPa)	σ _b min (MPa)	Δσ _b (MPa)
3	9.87	0.41	13.55	0	13.55
4	10.56	0.61	18.31	0	18.31
5	11.06	0.85	23.65	0	23.65
6.5	11.91	1.21	24.41	0	24.41

Le verifiche risultano soddisfatte.

S.T.E. srl Italiana Sistemi srl	LINEA A.V./A.C. TORINO–VENEZIA Tratta MILANO–VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST E NODO DI BRESCIA					
	RELAZIONE DI CALCOLO MONTANTI	COMMESSA INOG	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RI 00 00 002	REV. B

9.3 Verifica della piastra di base

9.3.1 Verifica per tiro del tirafondo

La verifica delle piastre per tiro dei tirafondi è condotta considerando lo schema statico di mensola incastrata in corrispondenza dell'ala o del fazzoletto di irrigidimento del montante. Si ha:

H_mont	N	M	sigma_b,max	n°	diametro	Ares
[m]	[kN]	[kNm]	[MPa]		[mm]	[cmq]
3.5	37.17	41.34	133.50	4+4	20	2.45
4.5	40.01	68.34	189.60	4+4	22	3.03
5.5	42.55	102.09	250.00	4+4	24	3.53
7	46.56	165.38	265.09	4+4	30	5.61

H_mont	L	b eff	sp	Asez	Wsez	sigma_b,max	Ab,res
[m]	[cm]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmc]	[MPa]	[cmq]
3.5	2.8	10.50	2.00	21.00	7	133.50	2.45
4.5	2.8	10.50	3.00	31.50	15.75	189.60	3.03
5.5	2.8	10.50	3.00	31.50	15.75	250.00	3.53
7	2.8	10.50	4.00	42.00	28	265.09	5.61

H_mont	Mmax	Vmax	sigma_s,max	tau_s,max	sigma_id
[m]	[kNm]	[kN]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
3.5	0.92	32.71	130.83	15.58	133.58
4.5	1.61	57.45	102.13	18.24	106.90
5.5	2.47	88.25	156.89	28.02	164.22
7	4.16	148.72	148.72	35.41	160.87

Le verifiche sono soddisfatte.