

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

PROGETTISTA:

DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI

Ing. Gaetano Usai

Ing. Piergiorgio GRASSO



Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche



PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE

FV02 - STAZIONE TELESE KM 26+391,54

Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo

| | | |
|--|--|---|
| APPALTATORE IMPRESA PIZZAROTTI & C. s.p.a. Dott. Ing. Salvo Del Balzo IL DIRETTORE TECNICO Ing. Salvo DEL BALZO 23/06/2020 | | SCALA: <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 5px auto; text-align: center;">-</div> |
|--|--|---|

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

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | F | 2 | 6 | 1 | 2 | E | Z | Z | C | L | F | V | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | B |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato Data |
|------|-------------------------------|-------------|------------|----------------|------------|-----------|------------|-------------------|
| A | Emissione | D. Pierucci | 24/02/2020 | M. Pietrantoni | 24/02/2020 | P. Grasso | 24/02/2020 | Ing. Gaetano Usai |
| B | Revisione per istruttoria ITF | D. Pierucci | 23/06/2020 | D. Pierucci | 23/06/2020 | P. Grasso | 23/06/2020 | 23/06/2020 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

File: IF26.1.2.E.ZZ.CL.FV.02.0.0.004.B.doc

n. Elab.:

INDICE

| | | |
|-----|---|----|
| 1. | GENERALITA' | 6 |
| 1.1 | DESCRIZIONE DELL'OPERA..... | 6 |
| 1.2 | UNITÀ DI MISURA..... | 7 |
| 2. | NORMATIVA DI RIFERIMENTO..... | 8 |
| 2.1 | ELABORATI DI RIFERIMENTO..... | 8 |
| 3. | CARATTERISTICHE DEI MATERIALI | 9 |
| 3.1 | ACCIAIO DA CARPENTERIA METALLICA (S275 JR)..... | 9 |
| 3.2 | ACCIAIO BULLONI E DADI..... | 9 |
| 3.3 | SALDATURE | 10 |
| 4. | CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO | 11 |
| 4.1 | VITA NOMINALE E CLASSE D'USO..... | 12 |
| 4.2 | PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA..... | 12 |
| 4.3 | CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CATEGORIA TOPOGRAFICA | 14 |
| 5. | MODELLAZIONE STRUTTURALE | 14 |
| 5.1 | CODICE DI CALCOLO | 14 |
| 5.2 | AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO | 14 |
| 5.3 | INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE | 15 |
| 5.4 | GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI..... | 15 |
| 5.5 | TIPO DI ANALISI SVOLTA | 15 |
| 6. | ANALISI DEI CARICHI | 19 |
| 6.1 | PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA - CONDIZIONE PERMANENTE STRUTTURALE..... | 20 |
| 6.2 | CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI..... | 21 |
| 6.3 | CARICHI VARIABILI - CONDIZIONE CARICO VARIABILE IN COPERTURA | 22 |
| 6.4 | CONDIZIONE VARIAZIONI TERMICHE | 22 |
| 6.5 | CARICO DELLA NEVE SULLA COPERTURA..... | 23 |

| | | |
|--------|---|----|
| 6.6 | AZIONE DEL VENTO..... | 25 |
| 6.7 | PRESSIONE AERODINAMICA DOVUTA AL PASSAGGIO DEI TRENI | 27 |
| 6.7.1 | <i>Superfici orizzontali adiacenti il binario.....</i> | 27 |
| 6.8 | AZIONE SISMICA..... | 31 |
| 6.8.1 | <i>Spettri allo SLV</i> | 31 |
| 6.8.2 | <i>Spettri allo SLD.....</i> | 35 |
| 6.8.3 | <i>Spettri allo SLO.....</i> | 38 |
| 6.8.4 | <i>Eccentricità accidentale – Momenti torcenti.....</i> | 40 |
| 7. | COMBINAZIONI DI CARICO | 43 |
| 7.1 | CRITERI..... | 43 |
| 7.2 | DETTAGLIO DELLE COMBINAZIONI..... | 46 |
| 8. | RISULTATI DELLE ANALISI..... | 48 |
| 8.1 | FORME MODALI..... | 48 |
| 8.2 | SOLLECITAZIONI AGLI SLU E SLV..... | 50 |
| 9. | VERIFICHE AGLI SLU E SLV | 54 |
| 9.1 | TABELLA OUTPUT COMPLETA | 56 |
| 9.2 | VERIFICA COLONNA HEA400 PIÙ SOLLECITATA | 60 |
| 9.3 | VERIFICHE DELLA TRAVE HEA400 PIÙ SOLLECITATA..... | 61 |
| 9.4 | VERIFICHE DELLA TRAVE IPE 400 PIÙ SOLLECITATA | 62 |
| 9.5 | VERIFICHE DELLA TRAVE IPE 360 PIÙ SOLLECITATA | 63 |
| 9.6 | VERIFICHE DELLA TRAVE IPE 200 PIÙ SOLLECITATA | 64 |
| 9.7 | VERIFICA DELLE DIAGONALI IN COPERTURA | 65 |
| 10. | VERIFICA DELLE UNIONI MAGGIORMENTE SOLLECITATE..... | 68 |
| 10.1 | VERIFICA DELLA PIASTRA DI BASE DELLE COLONNE HEA400 | 68 |
| 10.1.1 | <i>Verifica del Calcestruzzo.....</i> | 69 |
| 10.1.2 | <i>Verifica dei tirafondi soggetti a trazione e taglio.....</i> | 70 |

| | | |
|--------|---|----|
| 10.1.3 | Calcolo della lunghezza di ancoraggio dei tirafondi | 71 |
| 10.2 | UNIONI DELLE DIAGONALI IN COPERTURA | 72 |
| 10.3 | UNIONE TRAVE IPE400 – COLONNA HEA400..... | 74 |
| 10.4 | UNIONE TRAVE IPE400 – TRAVE HEA400..... | 76 |
| 11. | VERIFICHE SLD E SLO | 78 |
| 12. | VERIFICHE SLE DI DEFORMABILITA' | 78 |

1. GENERALITA'

Il presente documento fa parte del progetto esecutivo del Raddoppio dell'Itinerario Ferroviario Napoli-Bari nella Tratta Cancello-Benevento, Il Lotto Funzionale Frasso Telesino – Vitulano, 1° Lotto Funzionale Frasso - Telese.

La relazione riguarda le due pensiline identiche, in carpenteria metallica, a servizio del binario pari e del binario dispari della Stazione Telese.

1.1 Descrizione dell'opera

La struttura in carpenteria metallica di ogni pensilina è costituita da un telaio spaziale di 4 campate con luce 10m e sbalzi di estremità da 2.99m, in direzione longitudinale e una campata da 2.55m e sbalzi laterali da 2.77m, in direzione trasversale. Le dimensioni complessive sono quindi 45.98x8.09m. L'altezza dallo spiccato delle colonne, è circa 5.00m.

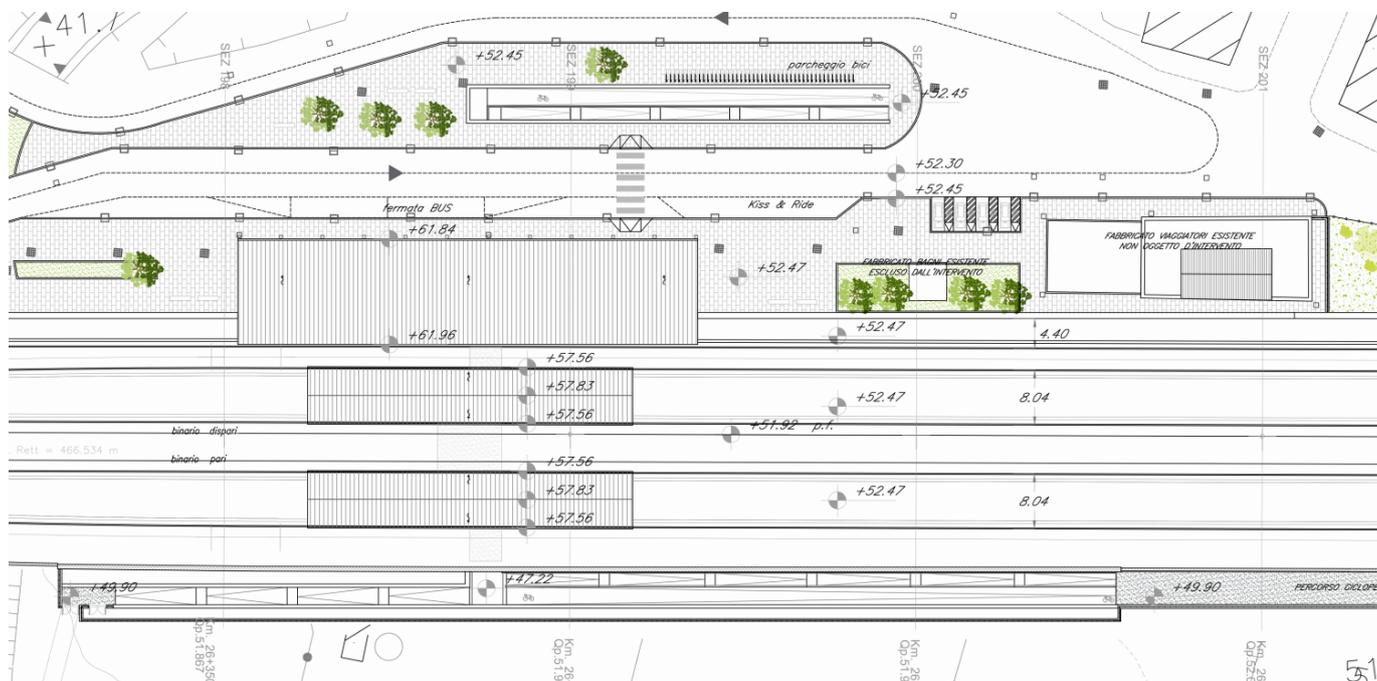


Figura 1 – Inquadramento planimetrico

Le dieci colonne e le travi longitudinali in asse alle stesse sono HEA400. Le travi principali trasversali sono IPE 400 (nel progetto definitivo erano IPE360, ma è stato necessario modificarle per soddisfare le

verifiche allo SLU). Infine, le travi di bordo longitudinali sono IPE360 e le travi trasversali secondarie, semplicemente appoggiate alle travi longitudinali, sono IPE200.

Il piano della copertura, con fasce in pendenza verso i bordi, è irrigidito con controventi a croce interessanti alcuni campi, costituiti da tondi $\Phi 24$ mm (nel progetto definitivo erano previsti profilati accoppiati L100x10, incompatibili dimensionalmente con il pacchetto di copertura).

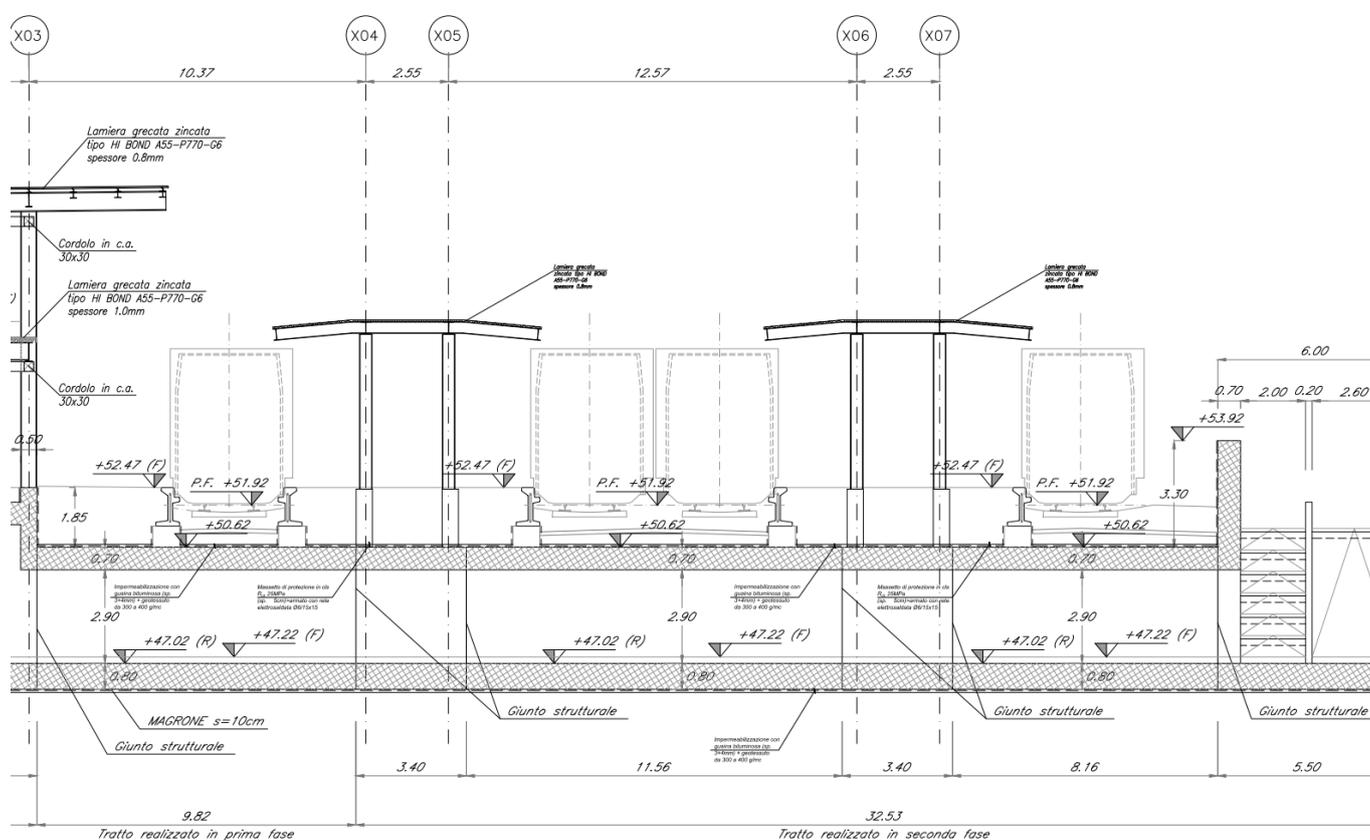


Figura 2 – Sezione trasversale

1.2 Unità di misura

Nel seguito si adotteranno le seguenti unità di misura:

- per le lunghezze \Rightarrow m, mm
- per i carichi \Rightarrow kN, kN/m², kN/m³
- per le azioni di calcolo \Rightarrow kN, kNm
- per le tensioni \Rightarrow MPa

| | | | | | | |
|--|--|------------------|------------------|----------------|-------------------------|-----------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO. 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| | FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo | COMMESSA IF26 | LOTTO 12 E ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO FV020 0004 | REV. B |

2. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Di seguito si riporta l'elenco generale delle Normative Nazionali ed Internazionali assunte quale riferimento per la redazione degli elaborati tecnici e/o di calcolo dell'intero progetto nell'ambito del quale si inserisce l'opera oggetto della presente relazione:

- Rif. [1] Ministero delle Infrastrutture, DM 14 gennaio 2008, «Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni»
- Rif. [2] Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, circolare 2 febbraio 2009, n. 617 C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008»
- Rif. [3] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE I / Aspetti Generali (RFI DTC SI MA IFS 001 A)
- Rif. [4] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 1 / Ambiente e Geologia (RFI DTC SI AG MA IFS 001 A – rev 30/12/2016)
- Rif. [5] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 2 / Ponti e Strutture (RFI DTC SI PS MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [6] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 3 / Corpo Stradale (RFI DTC SI CS MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [7] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 4 / Gallerie (RFI DTC SI GA MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [8] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 5 / Prescrizioni per i Marciapiedi e le Pensiline delle Stazioni Ferroviarie a servizio dei Viaggiatori (RFI DTC SI CS MA IFS 002 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [9] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 6 / Sagome e Profilo minimo degli ostacoli (RFI DTC SI CS MA IFS 003 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [10] Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell'Unione europea
- Rif. [11] Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture, Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento (UNI EN 1991-1-4)
- Rif. [12] UNI 11104: Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

2.1 **Elaborati di riferimento**

Costituiscono parte integrante di quanto esposto nel presente documento l'insieme degli elaborati di progetto specifici relativi all'opera in esame e riportati in elenco elaborati.

3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Di seguito si riportano le caratteristiche dei materiali previsti per la realizzazione delle strutture oggetto di calcolo nell'ambito del presente documento:

3.1 Acciaio da carpenteria metallica (S275 JR)

| ACCIAIO DA CARPENTERIA METALLICA - Rif. 4.1.4.1 e 11.3.4 NTC | | | |
|--|--|--|--|
| Classe Acciaio | S | <input type="text" value="275"/> | |
| Modulo di elasticità | $E_f =$ | <input type="text" value="210000"/> | N/mm ² |
| Modulo di Poisson: | $\nu =$ | <input type="text" value="0.3"/> | |
| Coefficiente di dilatazione lineare | $\alpha =$ | <input type="text" value="0.00001"/> | °C ⁻¹ |
| Modulo di elasticità trasversale | G= | <input type="text" value="80769"/> | N/mm ² |
| Densità | $\gamma =$ | <input type="text" value="7850"/> | Kg/m ³ = <input type="text" value="76.98"/> KN/m ³ |
| Spessore massimo elementi | | <input type="text" value="<40"/> | mm |
| Tensione caratteristica allo snervamento: | $f_{yk} =$ | <input type="text" value="275"/> | N/mm ² |
| Tensione caratteristica di rottura: | $f_{tk} =$ | <input type="text" value="430"/> | N/mm ² |
| Coefficienti parziali per le verifiche agli SLU: | | | |
| $[\gamma_{m0}]$ Resistenza sezioni cl 1-4 | $[\gamma_{m1}]$ Instabilità membrature | $[\gamma_{m1}]$ Instabilità membrature ponti ferr. e strad. | $[\gamma_{m2}]$ Resistenza sezioni forate |
| 1.05 | 1.05 | 1.10 | 1.25 |

3.2 Acciaio bulloni e dadi

Acciaio ad alta resistenza secondo

UNI 3740

Vite Classe 8.8

Dado Classe 8G



ITINERARIO NAPOLI-BARI.
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO.
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO.
1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE
PROGETTO ESECUTIVO

FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| IF26 | 12 E ZZ | CL | FV020 0004 | B | 10 di 79 |

3.3 Saldature

Procedimenti di saldatura omologati e qualificati (tipo automatico ad arco sommerso o altri che verranno concordati e accettati dall'ente appaltante) conformi a DM 09/01/1996 e CNR 10011/1997.

4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica necessari alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 14 gennaio 2008 e relativa circolare applicativa.

L'opera in questione rientra in particolare nell'ambito del Progetto di Raddoppio della tratta Ferroviaria Frasso Telesino – Vitulano, che si sviluppa per circa 30Km, da ovest verso est, attraversando il territorio di diverse località tra cui Dugenta/Frasso (BN), Amorosi (BN), Telese(BN), Solopaca(BN), San Lorenzo Maggiore(BN), Ponte(BN), Torrecuso(BN), Vitulano (BN), Benevento – Località Roseto (BN).

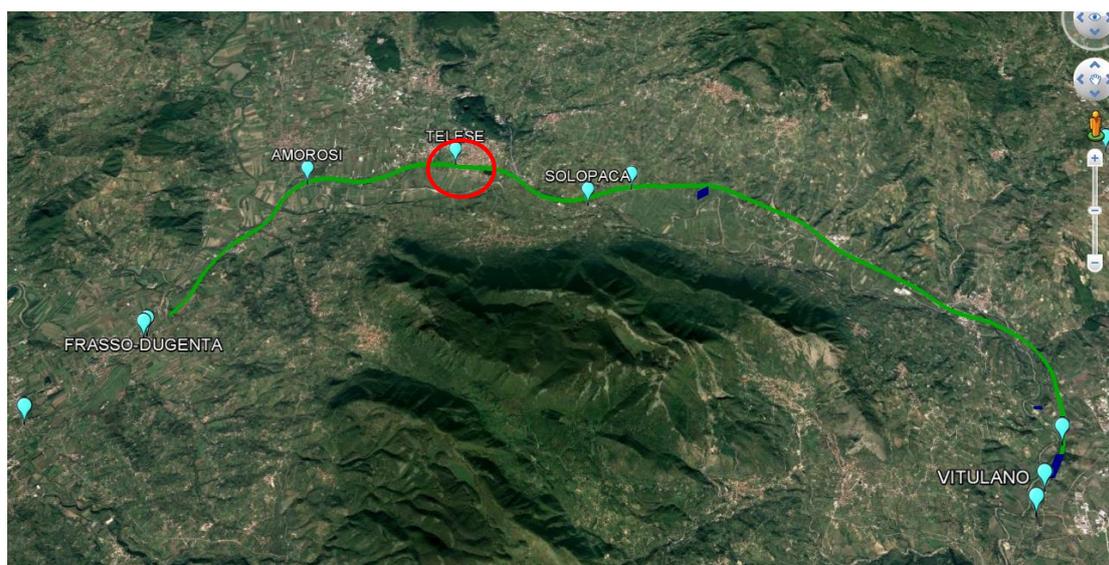


Figura 3 – Configurazione planimetrica tracciato

Nei riguardi della valutazione delle azioni sismiche di progetto, si è fatto riferimento ai parametri di pericolosità sismica del Comune di Telese (BN), come esposto nei paragrafi seguenti.

Le coordinate del sito sono:

41°12'42.05"N

14°31'30.47"E

| | | | | | | |
|---|--|----------|-------|------------|-----------|----------|
|  | ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO. 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| | FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. |
| | IF26 | 12 E ZZ | CL | FV020 0004 | B | 12 di 79 |

4.1 Vita nominale e classe d'uso

Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale (V_N), intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata, e la Classe d'Uso a cui è associato un coefficiente d'uso (C_U).

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale $V_N = 75$ anni (categoria 2: "Altre opere nuove a velocità $V < 250$ Km/h"). Riguardo invece la Classe d'Uso, all'opera in oggetto corrisponde una Classe III a cui è associato un coefficiente d'uso pari a (NTC – Tabella 2.4.II) $C_U = 1.5$.

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutati in relazione a un periodo di riferimento V_R che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U , ovvero:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a $V_R = 75 \times 1.5 = 112.5$ anni.

4.2 Parametri di pericolosità sismica

La valutazione dei parametri di pericolosità sismica, che, ai sensi del D.M. 14.01.2008, costituiscono il dato base per la determinazione delle azioni sismiche di progetto su una costruzione (forme spettrali e/o forze inerziali), dipendono, come già indicato in precedenza, dalla localizzazione geografica del sito, dalle caratteristiche della costruzione (Periodo di riferimento per la valutazione dell'azione sismica V_R) oltre che dallo Stato Limite di riferimento/Periodo di ritorno dell'azione sismica.

In accordo a quanto riportato nell'Allegato A delle Norme Tecniche per le costruzioni DM 14.01.08, si ottiene per il sito in esame:

Ricerca per comune

REGIONE: Campania

PROVINCIA: Benevento

COMUNE: Telese

Elaborazioni grafiche

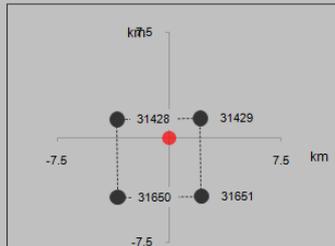
Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

Interpolazione

superficie rigata



La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

| | | |
|---------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| Stati limite di esercizio - SLE | SLO - $P_{VR} = 81\%$ | <input type="text" value="68"/> |
| | SLD - $P_{VR} = 63\%$ | <input type="text" value="113"/> |
| Stati limite ultimi - SLU | SLV - $P_{VR} = 10\%$ | <input type="text" value="1068"/> |
| | SLC - $P_{VR} = 5\%$ | <input type="text" value="2193"/> |

Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

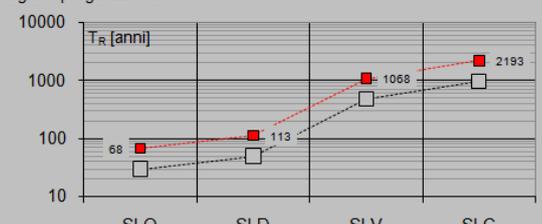
Tabella parametri azione

LEGENDA GRAFICO

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

Strategia di progettazione



I valori delle caratteristiche sismiche (a_g , F_0 , T_c^*) per gli stati limite di normativa sono dunque:

| SLATO LIMITE | T_R [anni] | a_g [g] | F_0 [-] | T_c^* [s] |
|--------------|--------------|-----------|-----------|-------------|
| SLO | 68 | 0.087 | 2.378 | 0.317 |
| SLD | 113 | 0.112 | 2.382 | 0.332 |
| SLV | 1068 | 0.319 | 2.344 | 0.402 |
| SLC | 2193 | 0.416 | 2.427 | 0.426 |

| | | | | | | |
|---|--|------------------|------------------|----------------|-------------------------|-----------|
|  | ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO. 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| | FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo | COMMESSA IF26 | LOTTO 12 E ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO FV020 0004 | REV. B |

4.3 Categoria di sottosuolo e categoria topografica

Le Categoria di Sottosuolo e le Condizioni Topografiche sono valutate come descritto al § 3.2.2 delle NTC-08. Per il caso in esame, come riportato all'interno della relazione geotecnica e di calcolo del lotto in esame, risulta una **categoria di sottosuolo di tipo C** e una **classe Topografica T1**.

5. MODELLAZIONE STRUTTURALE

5.1 Codice di calcolo

Per le analisi delle strutture è stato utilizzato il Sap 2000 v.15.2.1 prodotto, distribuito e assistito da Computers and Structures, Inc.1995 University Ave., Berkeley, CA 94704. Questa procedura è sviluppata in ambiente Windows, permette l'analisi elastica lineare e non di strutture tridimensionali con nodi a sei gradi di libertà, utilizzando un solutore a elementi finiti. Gli elementi considerati sono frame (trave), con eventuali svincoli interni. **Le diagonali di copertura sono state considerate agenti solamente in trazione, pertanto, per avere una modellazione corretta della rigidità, l'area della loro sezione è stata dimezzata per mezzo del relativo fattore correttivo. Le verifiche di dette diagonali sono state eseguite raddoppiando le sollecitazioni derivanti dall'analisi.**

I carichi sono applicati sia ai nodi, come forze o coppie concentrate, sia sulle travi, come forze distribuite, trapezie, concentrate, come coppie e come distorsioni termiche. A supporto del programma, è fornito un ampio manuale d'uso contenente, fra l'altro, una vasta serie di test di validazione sia su esempi classici di Scienza delle Costruzioni, sia su strutture particolarmente impegnative e reperibili nella bibliografia specializzata.

Tale programma fornisce in output, oltre a tutte le caratteristiche geometriche e di carico delle strutture, i risultati relativi alle sollecitazioni indotte nelle sezioni degli elementi presenti.

Per le verifiche degli elementi, eccetto le diagonali della copertura, è stato utilizzato il post-processore del programma, che implementa gli eurocodici e la normativa nazionale.

5.2 Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego.

| | | | | | | |
|---|--|------------------|----------------|-------------------------|-----------|--------------------|
|  | ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO. 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo | COMMESSA IF26 | LOTTO 12 E ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO FV020 0004 | REV. B | FOGLIO 15 di 79 |

5.3 Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

5.4 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dagli scriventi. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre, sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

5.5 Tipo di analisi svolta

La struttura è stata modellata tridimensionalmente con elementi tipo trave.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è stata condotta con il metodo dell'analisi dinamica lineare con spettro di risposta, secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 14/01/2008.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è stata eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Nelle figure seguenti si riportano alcune immagini rappresentative del modello geometrico della struttura:

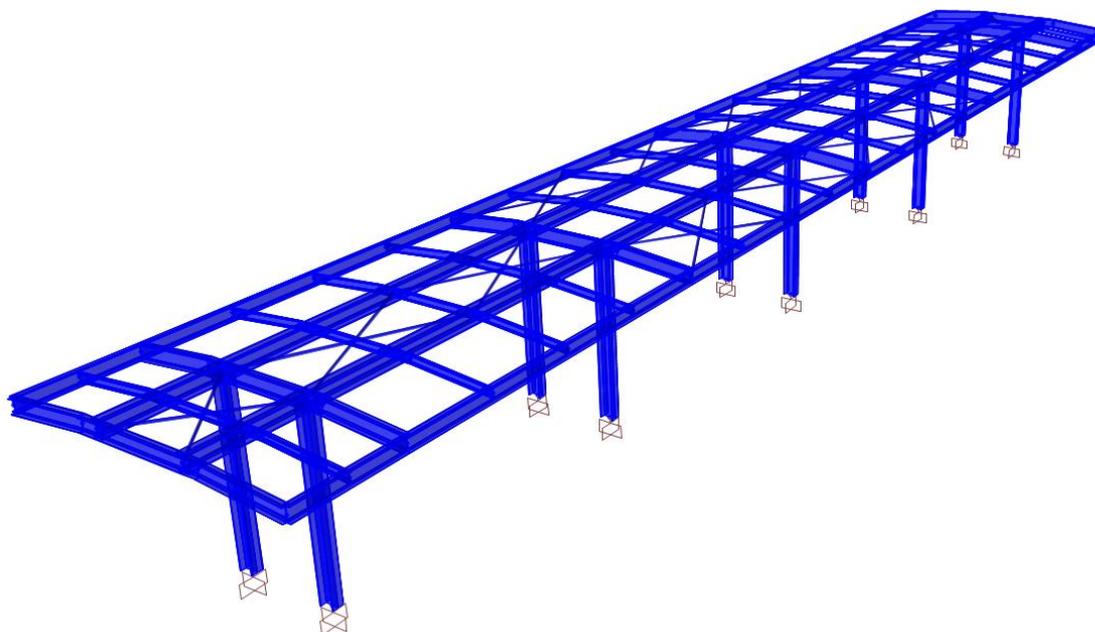


Figura 4 – Vista assonometrica con elementi estrusi

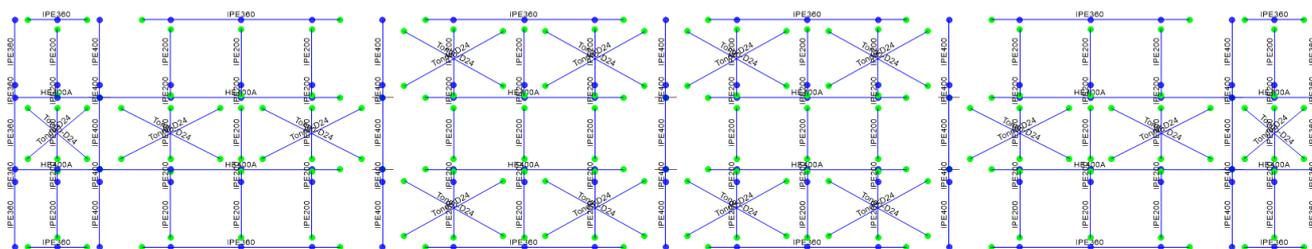


Figura 5 – Pianta della copertura con indicazione delle sezioni e dei vincoli interni

Gli elementi secondari in copertura sono considerati incernierati agli elementi principali mentre le travi principali si considerano passanti sulle colonne:

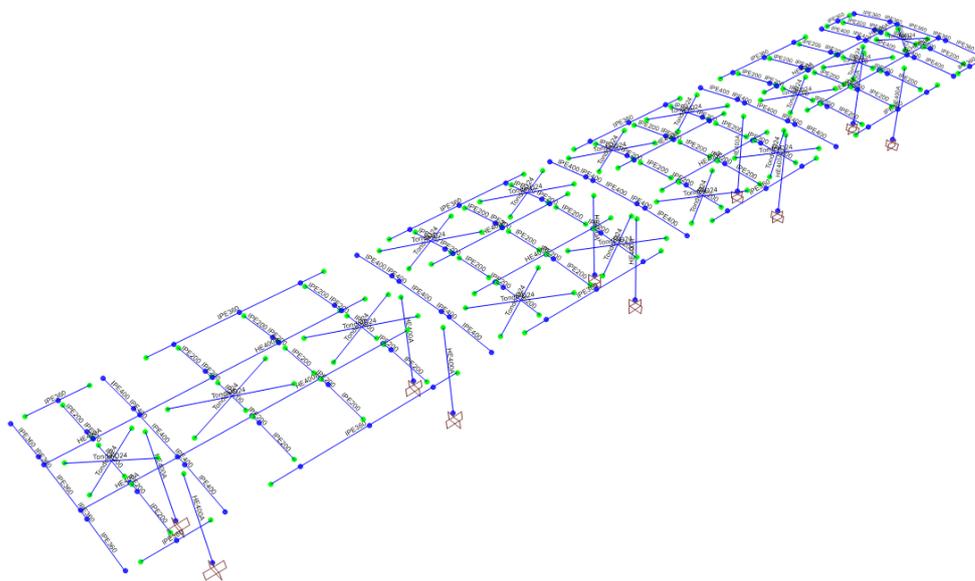


Figura 6 – Vincoli interni

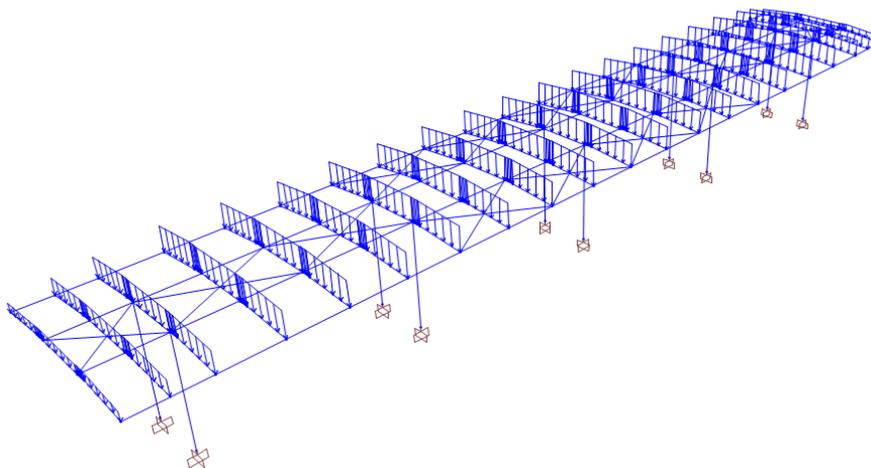


Figura 7 – Carichi in copertura: carichi unitari per unità di superficie utilizzati nella definizione dei “Load cases”

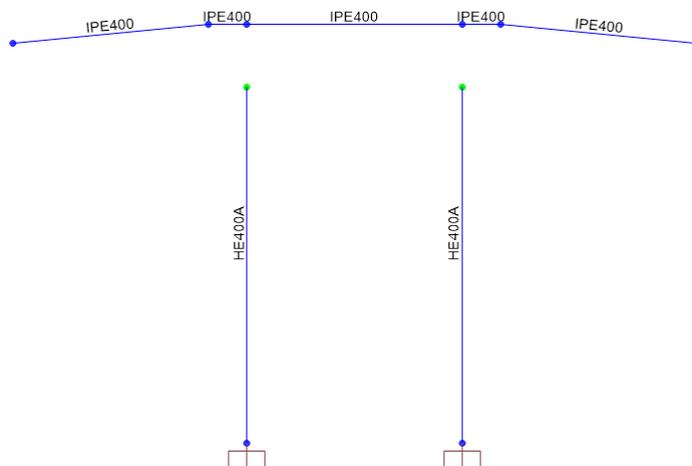


Figura 8 – Telai trasversali – Svincoli nelle colonne

6. ANALISI DEI CARICHI

Sono riportati nel seguito i carichi e le azioni considerate nell'analisi della struttura.

Nel modello i carichi statici sulle travi, per comodità di compilazione, sono stati considerati definendo una "Load pattern" (Copertura_zone-infl), nella quale sono stati inseriti i carichi per unità di lunghezza sulle travi relativi a un carico unitario per unità di superficie, coincidenti numericamente con le zone d'influenza delle travi. Nelle "Load conditions", tale "Load patterns" è stata fattorizzata per i carichi superficiali effettivi (LoadSF) riportati nel seguito. A illustrazione di quanto descritto, nelle due tabelle successive sono riportate le "Load patterns" e le "Load conditions".

TABLE: Load Pattern Definitions

| LoadPat | DesignType | SelfWtMult | Notes |
|---------------------|-------------|------------|---|
| Text | Text | Unitless | Text |
| Pesi propri | DEAD | 1 | peso proprio degli elementi strutturali |
| Copertura_Zone-infl | OTHER | 0 | Zone d'influenza delle travi per la determinazione delle varie condizioni di carico per mezzo del carico unitario per unità di superficie |
| Ad1 | WIND | 0 | Pressione aerodinamica dovuta al passaggio dei treni |
| Ad2 | WIND | 0 | Pressione aerodinamica dovuta al passaggio dei treni |
| Termica | TEMPERATURE | 0 | Variazioni termiche |
| ME_SLVX | QUAKE | 0 | Momenti torcenti per tener conto dell'eccentricità accidentale allo SLV per il Sisma in direzione X |
| ME_SLVY | QUAKE | 0 | Momenti torcenti per tener conto dell'eccentricità accidentale allo SLV per il Sisma in direzione Y |
| ME_SLDX | QUAKE | 0 | Momenti torcenti per tener conto dell'eccentricità accidentale allo SLD per il Sisma in direzione X |
| ME_SLDY | QUAKE | 0 | Momenti torcenti per tener conto dell'eccentricità accidentale allo SD per il Sisma in direzione Y |
| ME_SLOX | QUAKE | 0 | Momenti torcenti per tener conto dell'eccentricità accidentale allo SLO per il Sisma in direzione X |
| ME_SLOY | QUAKE | 0 | Momenti torcenti per tener conto dell'eccentricità accidentale allo SLO per il Sisma in direzione Y |

TABLE: Case - Static 1 - Load Assignments

| Case | LoadType | LoadName | LoadSF |
|-------------------|--------------|---------------------|----------|
| Text | Text | Text | Unitless |
| Permanenti-strutt | Load pattern | Pesi propri | 1.00 |
| Perm-non-strutt | Load pattern | Copertura_Zone-infl | 1.50 |
| Copertura-var | Load pattern | Copertura_Zone-infl | 0.50 |
| Neve | Load pattern | Copertura_Zone-infl | 0.50 |
| Vento | Load pattern | Copertura_Zone-infl | 1.35 |
| Termica | Load pattern | Termica | 1.00 |
| Ad1 | Load pattern | Ad1 | 1.00 |
| Ad2 | Load pattern | Ad2 | 1.00 |
| ME_SLVX | Load pattern | ME_SLVX | 1.00 |
| ME_SLVY | Load pattern | ME_SLVY | 1.00 |
| ME_SLDX | Load pattern | ME_SLDX | 1.00 |
| ME_SLDY | Load pattern | ME_SLDY | 1.00 |
| ME_SLOX | Load pattern | ME_SLOX | 1.00 |
| ME_SLOY | Load pattern | ME_SLOY | 1.00 |

6.1 Peso proprio della struttura - Condizione permanente strutturale

Le sollecitazioni indotte dal peso della struttura sono state valutate automaticamente dal programma a partire dal peso specifico dell'acciaio, assunto pari a 8082 kg/m^3 , con un incremento del 3% rispetto al

| | | | | | | |
|--|--|------------------|------------------|----------------|-------------------------|-----------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO. 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| | FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo | COMMESSA IF26 | LOTTO 12 E ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO FV020 0004 | REV. B |

peso specifico medio di 7850 kg/m^3 , per tener conto del peso dei collegamenti (piatti, flange, saldature, bulloni, ecc.).

6.2 Carichi permanenti non strutturali

Il peso dei carichi permanenti portati dal solaio di copertura della pensilina è stato valutato assumendo il valore di $p=1.5 \text{ KN/m}^2$. Pertanto, le azioni sui singoli elementi della copertura sono pari a:

| Elementi | L | g_2 |
|------------------------------------|------|-------|
| | m | KN/m |
| IPE 360 - Bordo | 0,85 | 1,28 |
| IPE200 sbalzo | 1,50 | 2,25 |
| IPE 400 sulle colonne di estremità | 2,00 | 3,00 |
| IPE200 intermedie | 2,50 | 3,75 |
| IPE400 sulle colonne intermedie | 2,50 | 3,75 |

Dove L è la lunghezza di influenza di ogni singola trave del solaio di copertura.

Nel modello questi carichi sono stati inseriti come specificato all'inizio del paragrafo.

| | | | | | | |
|--|--|------------------|------------------|----------------|-------------------------|-----------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO. 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| | FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo | COMMESSA IF26 | LOTTO 12 E ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO FV020 0004 | REV. B |

6.3 Carichi variabili - Condizione carico variabile in copertura

Il carico della manutenzione sulla copertura della pensilina si pone pari a $q=0.5 \text{ KN/m}^2$ (categoria H1).

Pertanto, le azioni sui singoli elementi della copertura sono pari a:

| Elementi | L | g_2 |
|------------------------------------|------|-------|
| | m | KN/m |
| IPE 360 - Bordo | 0,85 | 0,43 |
| IPE200 sbalzo | 1,50 | 0,75 |
| IPE 400 sulle colonne di estremità | 2,00 | 1,00 |
| IPE200 intermedie | 2,50 | 1,25 |
| IPE400 sulle colonne intermedie | 2,50 | 1,25 |

Nel modello questi carichi sono stati inseriti come specificato all'inizio del paragrafo.

6.4 Condizione variazioni termiche

E' stata applicata la variazione uniforme di temperatura di $\pm 25^\circ$ alle membrature in acciaio.

Il coefficiente di dilatazione termica è stato assunto pari a $\alpha = 1.2 \cdot 10^{-5}$.

6.5 Carico della neve sulla copertura

Si riporta la valutazione del carico di neve, secondo le NTC-08.

| | | |
|---|--|---|
| ☉ | <p>Zona I - Alpina Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Cuneo, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbania, Vercelli, Vicenza.</p> | $q_{rk} = 1,50 \text{ kN/mq}$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{rk} = 1,39 [1+(a_s/728)^2] \text{ kN/mq}$ $a_s > 200 \text{ m}$ |
| ☉ | <p>Zona I - Mediterranea Alessandria, Ancona, Asti, Bologna, Cremona, Forlì-Cesena, Lodi, Milano, Modena, Novara, Parma, Pavia, Pesaro e Urbino, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Treviso, Varese.</p> | $q_{rk} = 1,50 \text{ kN/mq}$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{rk} = 1,35 [1+(a_s/602)^2] \text{ kN/mq}$ $a_s > 200 \text{ m}$ |
| ☉ | <p>Zona II Arezzo, Ascoli Piceno, Bari, Campobasso, Chieti, Ferrara, Firenze, Foggia, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona.</p> | $q_{rk} = 1,00 \text{ kN/mq}$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{rk} = 0,85 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/mq}$ $a_s > 200 \text{ m}$ |
| ☉ | <p>Zona III Agrigento, Avellino, Benevento, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotone, Enna, Frosinone, Grosseto, L'Aquila, Latina, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Ogliastra, Olbia Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Rieti, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo.</p> | $q_{rk} = 0,60 \text{ kN/mq}$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{rk} = 0,51 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/mq}$ $a_s > 200 \text{ m}$ |

$$q_s \text{ (carico neve sulla copertura [N/mq])} = \mu_i q_{sk} C_E C_t$$

μ_i (coefficiente di forma)

q_{sk} (valore caratteristico della neve al suolo [kN/mq])

C_E (coefficiente di esposizione)

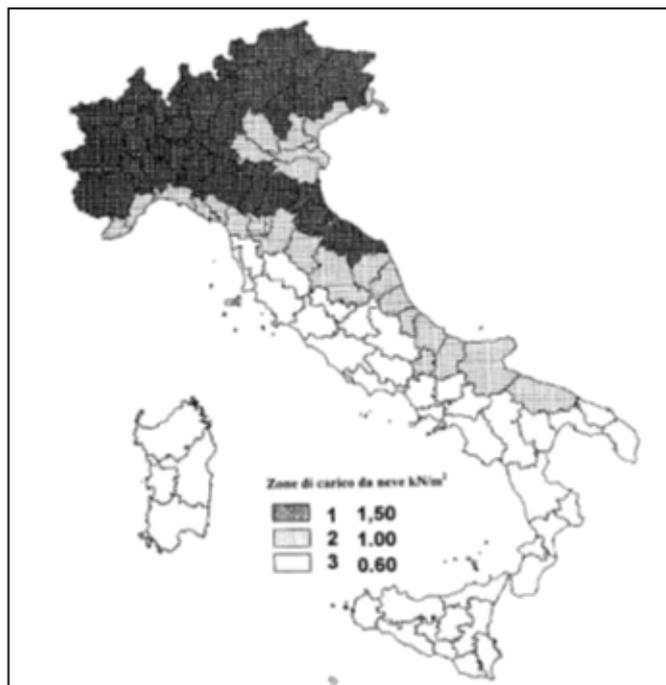
C_t (coefficiente termico)

Valore caratteristico della neve al suolo

| | |
|---|------|
| a_s (altitudine sul livello del mare [m]) | 180 |
| q_{sk} (val. caratt. della neve al suolo [kN/mq]) | 0.60 |

Coefficiente termico

Il coefficiente termico può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato $C_t = 1$.



Coefficiente di esposizione

| Topografia | Descrizione | C_E |
|------------|---|-------|
| Normale | Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi. | 1 |

FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo

| | | | | | |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| IF26 | 12 E ZZ | CL | FV020 0004 | B | 24 di 79 |

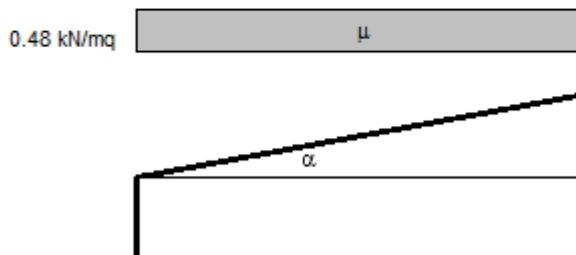
Valore del carico della neve al suolo

| | |
|--|------|
| q_s (carico della neve al suolo [kN/mq]) | 0.60 |
|--|------|

Coefficiente di forma (copertura ad una falda)

| | |
|-----------------------------------|---|
| α (inclinazione falda [°]) | 0 |
|-----------------------------------|---|

| | |
|-------|-----|
| μ | 0.8 |
|-------|-----|



Pertanto, le azioni sui singoli elementi della copertura sono pari a:

| | | | | | |
|--|------|----------------|-------------------|--|--|
| C_E | 1 | | | | |
| C_t | 1 | | | | |
| μ | 0.8 | | | | |
| q_{sk} | 0.6 | | | | |
| q_s (carico neve sulla copertura) = $\mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t =$ | 0.48 | ≈ 0.50 | kN/m ² | | |

| Elementi | L | g_2 |
|---------------------------------|------|-------|
| | m | KN/m |
| IPE 360 - Bordo | 0,85 | 0,43 |
| IPE200 sbalzo | 1,50 | 0,75 |
| IPE 400 di estremità | 2,00 | 1,00 |
| IPE200 intermedie | 2,50 | 1,25 |
| IPE400 intermedie sulle colonne | 2,50 | 1,25 |

Nel modello questi carichi sono stati inseriti come specificato all'inizio del paragrafo.

6.6 Azione del vento

Si riporta la valutazione dell'azione del vento sulla copertura secondo le NTC-08.

3) Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)

| | | | |
|---|-----------------|-----------|-------------|
| Zona | $v_{0,0}$ [m/s] | a_0 [m] | k_s [1/s] |
| 3 | 27 | 500 | 0.02 |
| a_s (altitudine sul livello del mare [m]) | 180 | | |
| T_R (Tempo di ritorno) | 50 | | |
| $v_0 = v_{0,0}$ per $a_s \leq a_0$ $v_0 = v_{0,0} + k_s (a_s - a_0)$ per $a_0 < a_s \leq 1500$ m | | | |
| v_0 ($T_R = 50$ [m/s]) | 27.000 | | |
| α_R (T_R) | 1.00073 | | |
| v_0 (T_R) = $v_0 \times \alpha_R$ [m/s] | 27.020 | | |

| |
|--|
| p (pressione del vento [N/mq]) = $q_0 \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$ |
| q_0 (pressione cinetica di riferimento [N/mq]) |
| c_e (coefficiente di esposizione) |
| c_p (coefficiente di forma) |
| c_d (coefficiente dinamico) |



Pressione cinetica di riferimento

$$q_0 = 1/2 \cdot \rho \cdot v_0^2 \quad (\rho = 1,25 \text{ kg/mc})$$

| | |
|--------------|--------|
| q_0 [N/mq] | 456.29 |
|--------------|--------|

Coefficiente di forma

E' il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

Coefficiente dinamico

Esso può essere assunto relativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di

Coefficiente di esposizione

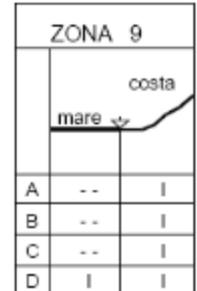
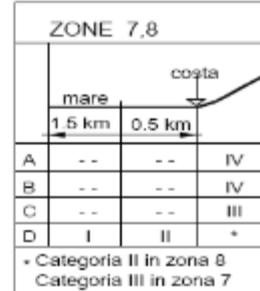
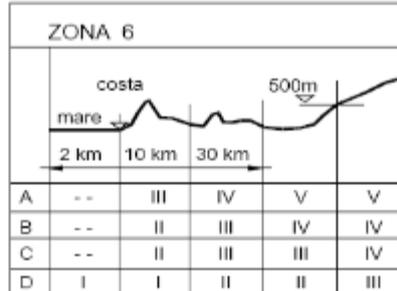
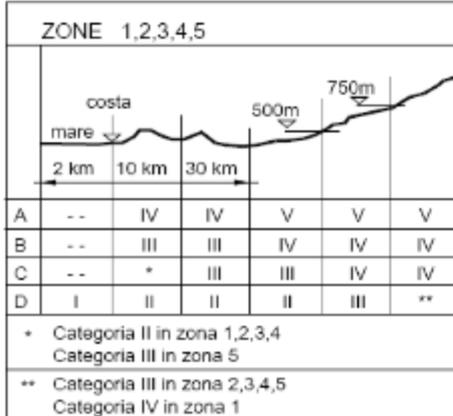
Classe di rugosità del terreno

D) Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,.....)

FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo

| | | | | | |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| IF26 | 12 E ZZ | CL | FV020 0004 | B | 26 di 79 |

Categoria di esposizione



| Zona | Classe di rugosità | a_z [m] |
|------|--------------------|-----------|
| 3 | D | 180 |

$$C_e(z) = k_f^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{min}$$

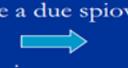
$$C_e(z) = C_e(z_{min}) \quad \text{per } z < z_{min}$$

| Cat. Esposiz. | k_f | z_0 [m] | z_{min} [m] | c_t |
|---------------|-------|-----------|---------------|-------|
| II | 0.19 | 0.05 | 4 | 1 |

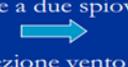
| | |
|--------------|--------|
| C_d | 1 |
| C_e | 2.469 |
| q_b [N/mq] | 456.29 |

Coefficiente di forma per tettoie e pensiline

Tettoie e pensiline isolate (con $h/L_{max} < 1$)

Tettoie a due spioventi piani

 $c_p = \pm 0.8(1 + \sin \alpha)$

 $c_p = -0.6$

Tettoie a due spioventi con impluvio

 $c_p = \pm 0.8(1 + \sin \alpha)$

 $c_p = 0.6$

Tettoie ad uno spiovente piano

 $c_p = \pm 1.2(1 + \sin \alpha)$


| | | |
|-------|-----|--------------------------------|
| C_p | 1.2 | Tettoie ad uno spiovente piano |
|-------|-----|--------------------------------|

$p = q_b \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d =$

1.13 pressione e depressione del vento sulle pareti (non applicato)
 1.35 pressione e depressione del vento sulla copertura

| | | | | | | |
|---|--|------------------|------------------|----------------|-------------------------|-----------|
|  | ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO. 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| | FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo | COMMESSA IF26 | LOTTO 12 E ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO FV020 0004 | REV. B |

I carichi applicati verso l'alto sulle travi della copertura sono i seguenti:

| Elementi | L | g ₂ |
|------------------------------------|------|----------------|
| | m | KN/m |
| IPE 360 - Bordo | 0,85 | 1,15 |
| IPE200 sbalzo | 1,50 | 2,03 |
| IPE 400 sulle colonne di estremità | 2,00 | 2,70 |
| IPE200 intermedie | 2,50 | 3,38 |
| IPE400 sulle colonne intermedie | 2,50 | 3,38 |

Nel modello questi carichi sono stati inseriti come specificato all'inizio del paragrafo.

6.7 Pressione aerodinamica dovuta al passaggio dei treni

Il passaggio dei convogli ferroviari induce sulle superfici situate in prossimità della linea ferroviaria onde di pressione e depressione secondo gli schemi riportati nelle NTC-08.

L'ampiezza delle azioni dipende principalmente dai seguenti fattori:

- (a) dal quadrato della velocità del treno;
- (b) dalla forma aerodinamica del convoglio;
- (c) dalla forma della struttura;
- (d) dalla posizione della struttura e dalla distanza della stessa dal binario.

Le azioni possono essere schematizzate mediante carichi equivalenti agenti nelle zone prossime alla testa e alla coda del treno. Tali carichi equivalenti sono considerati valori caratteristici delle azioni.

In ogni caso, i valori delle azioni aerodinamiche devono essere cumulati con l'azione del vento, secondo le regole riportate nel cap. 5 delle NTC-08.

6.7.1 Superfici orizzontali adiacenti il binario

Secondo il § 5.2.2.7.3 delle NTC-08, i valori caratteristici dell'azione $\pm q_{3k}$, relativi a superfici orizzontali adiacenti il binario, sono forniti nella Fig. 5.2.10 della norma, sotto riportata, e si applicano indipendentemente dalla forma aerodinamica del treno.

Per tutte le posizioni lungo le superfici da progettare, q_{3k} si determina come una funzione della distanza a_g dall'asse del binario più vicino. Le azioni sono sommate, se ci sono binari su entrambi i lati dell'elemento strutturale da calcolare.

Se la distanza h_g supera i 3,80 m l'azione q_{3k} può essere ridotta del fattore k_3 :

$$k_3 = \frac{(7,5 - h_g)}{3,7} \quad \text{per } 3,8 \text{ m} < h_g < 7,5 \text{ m};$$

$$k_3 = 0 \quad \text{per } h_g \geq 7,5 \text{ m},$$

dove h_g rappresenta la distanza dal P.F. alla superficie inferiore della struttura.

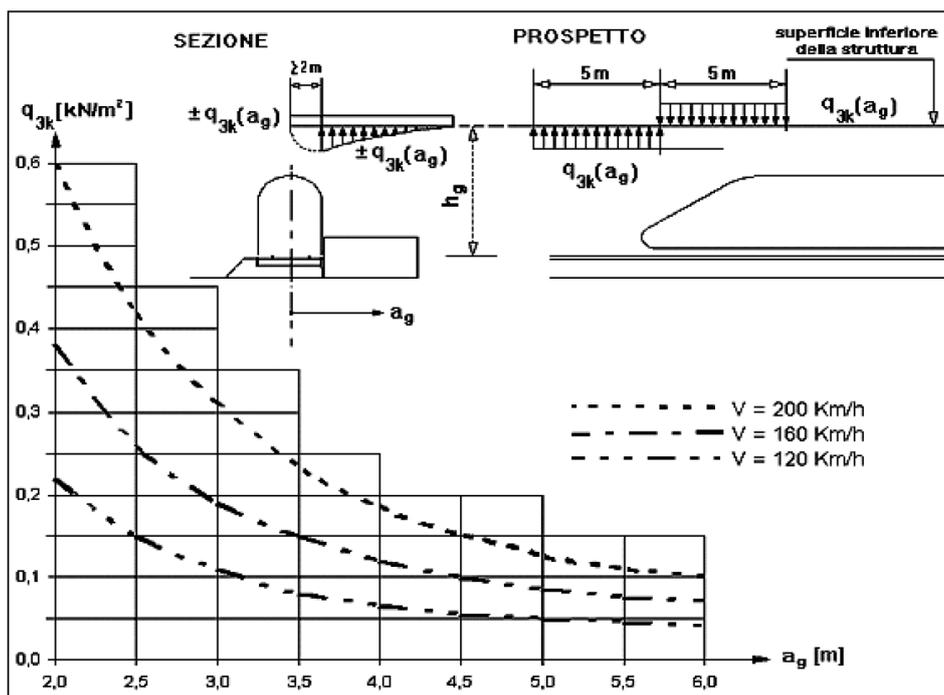


Figura 5.2.10 - Valori caratteristici delle azioni q_{3k} per superfici orizzontali adiacenti al binario

La valutazione dell'effetto sulla pensilina in oggetto, disposta fra due binari, è riportata nelle tabelle seguenti.

Effetti aerodinamici sulla superficie della pensilina, situata fra due binari

| Velocità di linea: | 180 | Km/h | | | | |
|--|--------------------------|------|-------------------|-----------------------|------|-------------------|
| distanza asse binario - estremo pensilina lato binario | $a_{g,min} =$ | 1.55 | m | | | |
| distanza asse binario - primo montante | $a_{g,mont1} =$ | 4.32 | m | | | |
| distanza asse binario - mezzeria pensilina | $a_{g,media} =$ | 5.60 | m | | | |
| distanza asse binario - secondo montante | $a_{g,mont2} =$ | 6.87 | m | | | |
| distanza asse binario - estremo pensilina lato opposto | $a_{g,max} =$ | 9.64 | m | | | |
| | $q_{3k,max,grafico} =$ | 0.50 | KN/m ² | | | |
| | $q_{3k,mont1,grafico} =$ | 0.12 | KN/m ² | | | |
| | $q_{3k,media,grafico} =$ | 0.07 | KN/m ² | | | |
| | $q_{3k,mont2,grafico} =$ | 0.07 | KN/m ² | | | |
| | $q_{3k,min,grafico} =$ | 0.07 | KN/m ² | | | |
| Altezza piano ferro - intradosso bordo pensilina | $h_g =$ | 5.11 | | | | |
| | $k_3 =$ | 0.65 | | | | |
| | $q_{3k,max} =$ | 0.32 | KN/m ² | (con due convogli) => | 0.40 | KN/m ² |
| | $q_{3k,mont1} =$ | 0.08 | KN/m ² | (con due convogli) => | 0.12 | KN/m ² |
| | $q_{3k,media} =$ | 0.05 | KN/m ² | (con due convogli) => | 0.09 | KN/m ² |
| | $q_{3k,mont2} =$ | 0.05 | KN/m ² | (con due convogli) => | 0.12 | KN/m ² |
| | $q_{3k,min} =$ | 0.05 | KN/m ² | (con due convogli) => | 0.40 | KN/m ² |

Azioni di pressione e depressione su 4 campi della copertura, lunghi 2.5x4 = 10m

| Travi trasversali poste al passo di 2.5 m | $q_{3k,max}$ | $q_{3k,mont1}$ | L_{t1} | q, max | $q, montante$ |
|---|-------------------|-------------------|----------|----------|---------------|
| | KN/m ² | KN/m ² | m | KN/m | KN/m |
| trave trasversale 1 | 0.40 | 0.12 | 1.25 | 0.50 | 0.15 |
| trave trasversale 2 | 0.40 | 0.12 | 2.50 | 1.00 | 0.30 |
| trave trasversale 3 | 0.00 | 0.12 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| trave trasversale 4 | -0.40 | 0.12 | 2.50 | -1.00 | -0.30 |
| trave trasversale 5 | -0.40 | 0.12 | 1.25 | -0.50 | -0.15 |

Il gruppo di azioni è applicato in due distinte condizioni di carico lungo la pensilina, come mostrato negli schemi seguenti.

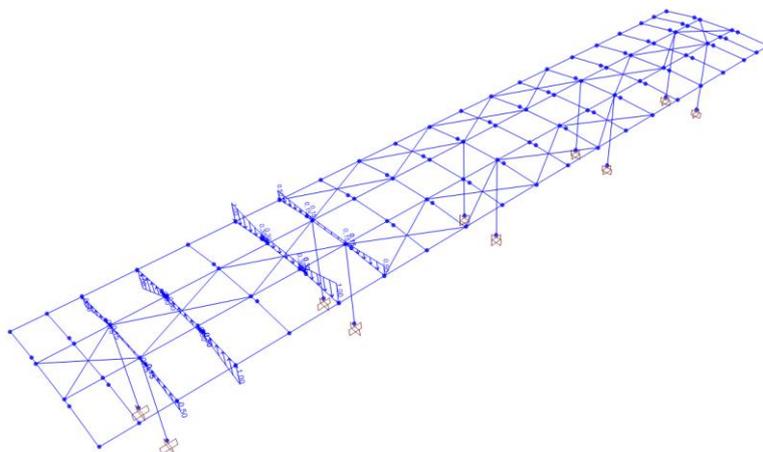


Figura 9 – Condizione di carico relativa agli effetti aerodinamici 1

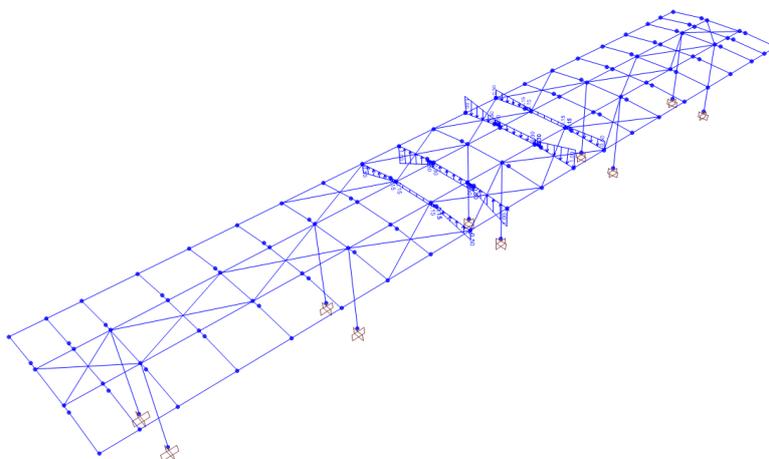


Figura 10 - Condizione di carico relativa agli effetti aerodinamici 2

| | | | | | | |
|--|--|------------------|------------------|----------------|-------------------------|-----------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO. 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| | FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo | COMMESSA IF26 | LOTTO 12 E ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO FV020 0004 | REV. B |

6.8 Azione sismica

Sulla base di quanto riportato al capitolo 4, si riportano nel seguito gli spettri elastici e di progetto per i vari stati limite considerati nell'analisi dinamica lineare della struttura.

6.8.1 Spettri allo SLV

In condizioni di progetto è stato assunto, nei confronti delle componenti orizzontali dell'azione sismica, un fattore di struttura $q=2$ secondo le indicazioni della 7.5.II delle NTC2008, con riferimento alla classe di duttilità bassa CD "B" e assumendo la tipologia strutturale di pendolo inverso:

Tabella 7.5.II – Limiti superiori dei valori di q_0 per le diverse tipologie strutturali e le diverse classi di duttilità.

| TIPOLOGIA STRUTTURALE | q_0 | |
|---|--------|----------------------|
| | CD "B" | CD "A" |
| a) Strutture intelaiate | 4 | $5\alpha_2/\alpha_1$ |
| c) Strutture con controventi eccentrici | | |
| b1) Controventi concentrici a diagonale tesa attiva | 4 | 4 |
| b2) Controventi concentrici a V | 2 | 2,5 |
| d) Strutture a mensola o a pendolo inverso | 2 | $2\alpha_2/\alpha_1$ |
| e) Strutture intelaiate con controventi concentrici | 4 | $4\alpha_2/\alpha_1$ |
| f) Strutture intelaiate con tamponature in muratura | 2 | 2 |

Secondo il § 7.2.1 delle NTC-08, "la componente verticale deve essere considerata solo in presenza di elementi pressoché orizzontali con luce superiore a 20 m, elementi precompressi (con l'esclusione dei solai di luce inferiore a 8 m), elementi a mensola **di luce superiore a 4 m**, strutture di tipo spingente, pilastri in falso, edifici con piani sospesi, ponti, costruzioni con isolamento....".

Il caso in oggetto non rientra fra quelli elencati.

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: **SLV**

Parametri indipendenti

| STATO LIMITE | SLV |
|--------------|---------|
| a_g | 0,319 g |
| F_o | 2,344 |
| T_C | 0,402 s |
| S_S | 1,251 |
| C_C | 1,418 |
| S_T | 1,000 |
| q | 2,000 |

Parametri dipendenti

| | |
|--------|---------|
| S | 1,251 |
| η | 0,500 |
| T_B | 0,190 s |
| T_C | 0,570 s |
| T_D | 2,876 s |

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

| | T [s] | Se [g] |
|---------|-------|--------|
| | 0,000 | 0,399 |
| T_B ← | 0,190 | 0,468 |
| T_C ← | 0,570 | 0,468 |
| | 0,680 | 0,392 |
| | 0,790 | 0,338 |
| | 0,900 | 0,297 |
| | 1,010 | 0,264 |
| | 1,119 | 0,238 |
| | 1,229 | 0,217 |
| | 1,339 | 0,199 |
| | 1,449 | 0,184 |
| | 1,559 | 0,171 |
| | 1,668 | 0,160 |
| | 1,778 | 0,150 |
| | 1,888 | 0,141 |
| | 1,998 | 0,134 |
| | 2,108 | 0,127 |
| | 2,217 | 0,120 |
| | 2,327 | 0,115 |
| | 2,437 | 0,110 |
| | 2,547 | 0,105 |
| | 2,657 | 0,100 |
| | 2,767 | 0,096 |
| T_D ← | 2,876 | 0,093 |
| | 2,930 | 0,089 |
| | 2,983 | 0,086 |
| | 3,037 | 0,083 |
| | 3,090 | 0,080 |
| | 3,144 | 0,078 |
| | 3,197 | 0,075 |
| | 3,251 | 0,073 |
| | 3,304 | 0,070 |
| | 3,358 | 0,068 |
| | 3,411 | 0,066 |
| | 3,465 | 0,064 |
| | 3,518 | 0,064 |
| | 3,572 | 0,064 |
| | 3,625 | 0,064 |
| | 3,679 | 0,064 |
| | 3,732 | 0,064 |
| | 3,786 | 0,064 |
| | 3,839 | 0,064 |
| | 3,893 | 0,064 |
| | 3,946 | 0,064 |
| | 4,000 | 0,064 |

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

| STATO LIMITE | SLV |
|--------------|---------|
| a_{nv} | 0,243 g |
| S_S | 1,000 |
| S_T | 1,000 |
| q | 1,500 |
| T_B | 0,050 s |
| T_C | 0,150 s |
| T_D | 1,000 s |

Parametri dipendenti

| | |
|--------|-------|
| F_v | 1,788 |
| S | 1,000 |
| η | 0,667 |

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad \left| \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \right.$$

$$T_B \leq T < T_C \quad \left| \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \right.$$

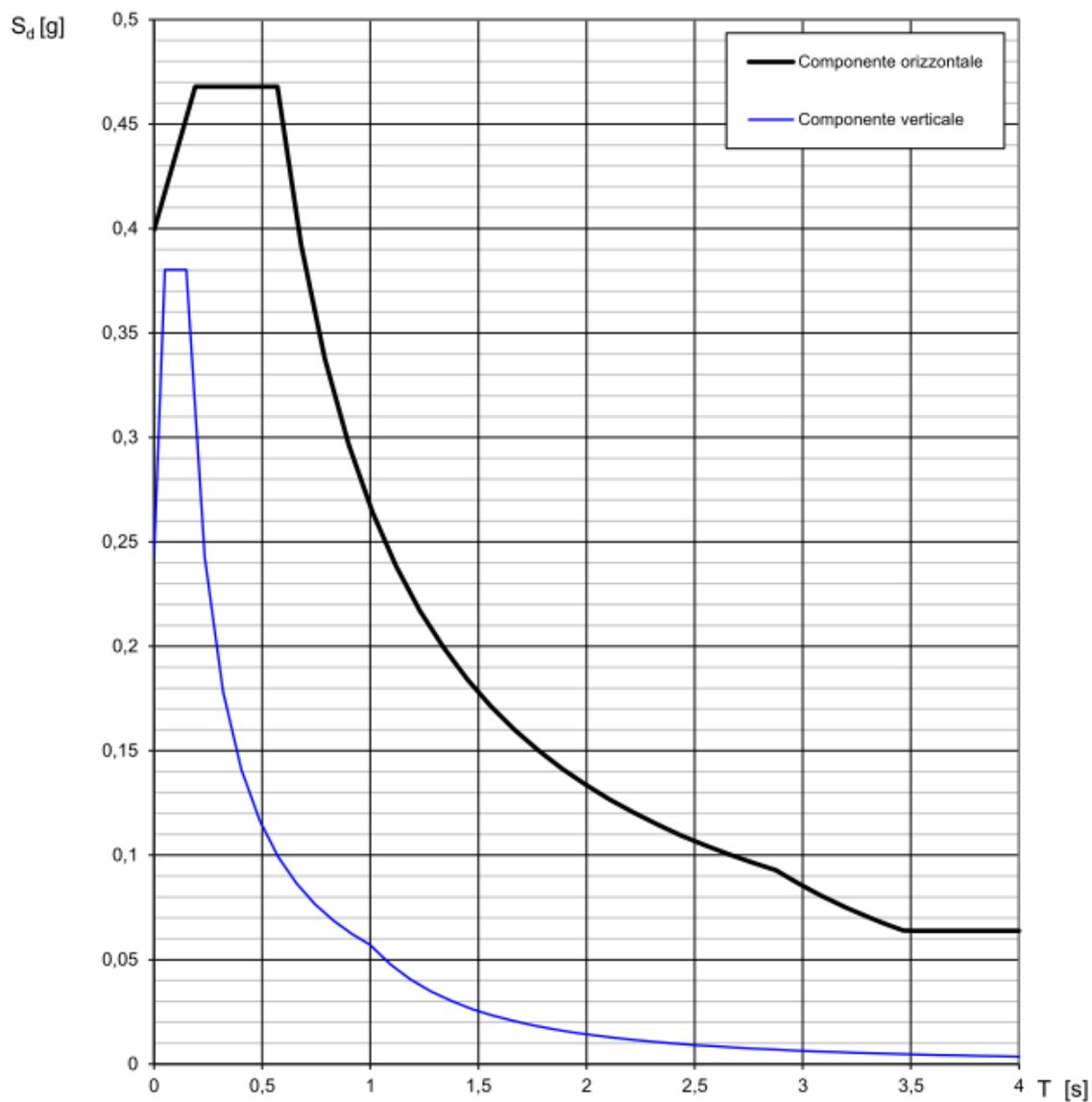
$$T_C \leq T < T_D \quad \left| \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \right.$$

$$T_D \leq T \quad \left| \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \right.$$

Punti dello spettro di risposta

| | T [s] | Se [g] |
|------------------|-------|--------|
| | 0,000 | 0,243 |
| $T_B \leftarrow$ | 0,050 | 0,380 |
| $T_C \leftarrow$ | 0,150 | 0,380 |
| | 0,235 | 0,243 |
| | 0,320 | 0,178 |
| | 0,405 | 0,141 |
| | 0,490 | 0,116 |
| | 0,575 | 0,099 |
| | 0,660 | 0,086 |
| | 0,745 | 0,077 |
| | 0,830 | 0,069 |
| | 0,915 | 0,062 |
| $T_D \leftarrow$ | 1,000 | 0,057 |
| | 1,094 | 0,048 |
| | 1,188 | 0,040 |
| | 1,281 | 0,035 |
| | 1,375 | 0,030 |
| | 1,469 | 0,026 |
| | 1,563 | 0,023 |
| | 1,656 | 0,021 |
| | 1,750 | 0,019 |
| | 1,844 | 0,017 |
| | 1,938 | 0,015 |
| | 2,031 | 0,014 |
| | 2,125 | 0,013 |
| | 2,219 | 0,012 |
| | 2,313 | 0,011 |
| | 2,406 | 0,010 |
| | 2,500 | 0,009 |
| | 2,594 | 0,008 |
| | 2,688 | 0,008 |
| | 2,781 | 0,007 |
| | 2,875 | 0,007 |
| | 2,969 | 0,006 |
| | 3,063 | 0,006 |
| | 3,156 | 0,006 |
| | 3,250 | 0,005 |
| | 3,344 | 0,005 |
| | 3,438 | 0,005 |
| | 3,531 | 0,005 |
| | 3,625 | 0,004 |
| | 3,719 | 0,004 |
| | 3,813 | 0,004 |
| | 3,906 | 0,004 |
| | 4,000 | 0,004 |

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



6.8.2 Spettri allo SLD

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLD

Parametri indipendenti

| STATO LIMITE | SLD |
|--------------|---------|
| a_g | 0,112 g |
| F_o | 2,382 |
| T_C | 0,332 s |
| S_S | 1,500 |
| C_C | 1,511 |
| S_T | 1,000 |
| q | 1,000 |

Parametri dipendenti

| | |
|--------|---------|
| S | 1,500 |
| η | 1,000 |
| T_B | 0,167 s |
| T_C | 0,501 s |
| T_D | 2,047 s |

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

| | T [s] | Se [g] |
|---------|-------|--------|
| | 0,000 | 0,168 |
| T_B ← | 0,167 | 0,400 |
| T_C ← | 0,501 | 0,400 |
| | 0,575 | 0,348 |
| | 0,649 | 0,309 |
| | 0,722 | 0,277 |
| | 0,796 | 0,252 |
| | 0,870 | 0,230 |
| | 0,943 | 0,212 |
| | 1,017 | 0,197 |
| | 1,090 | 0,184 |
| | 1,164 | 0,172 |
| | 1,238 | 0,162 |
| | 1,311 | 0,153 |
| | 1,385 | 0,145 |
| | 1,459 | 0,137 |
| | 1,532 | 0,131 |
| | 1,606 | 0,125 |
| | 1,679 | 0,119 |
| | 1,753 | 0,114 |
| | 1,827 | 0,110 |
| | 1,900 | 0,105 |
| | 1,974 | 0,102 |
| T_D ← | 2,047 | 0,098 |
| | 2,140 | 0,090 |
| | 2,233 | 0,082 |
| | 2,326 | 0,076 |
| | 2,419 | 0,070 |
| | 2,512 | 0,065 |
| | 2,605 | 0,060 |
| | 2,698 | 0,056 |
| | 2,791 | 0,053 |
| | 2,884 | 0,049 |
| | 2,977 | 0,046 |
| | 3,070 | 0,044 |
| | 3,163 | 0,041 |
| | 3,256 | 0,039 |
| | 3,349 | 0,037 |
| | 3,442 | 0,035 |
| | 3,535 | 0,033 |
| | 3,628 | 0,031 |
| | 3,721 | 0,030 |
| | 3,814 | 0,028 |
| | 3,907 | 0,027 |
| | 4,000 | 0,026 |

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLD

Parametri indipendenti

| STATO LIMITE | SLD |
|--------------|---------|
| a_{gv} | 0,051 g |
| S_s | 1,000 |
| S_T | 1,000 |
| q | 1,500 |
| T_B | 0,050 s |
| T_C | 0,150 s |
| T_D | 1,000 s |

Parametri dipendenti

| | |
|--------|-------|
| F_v | 1,075 |
| S | 1,000 |
| η | 0,667 |

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

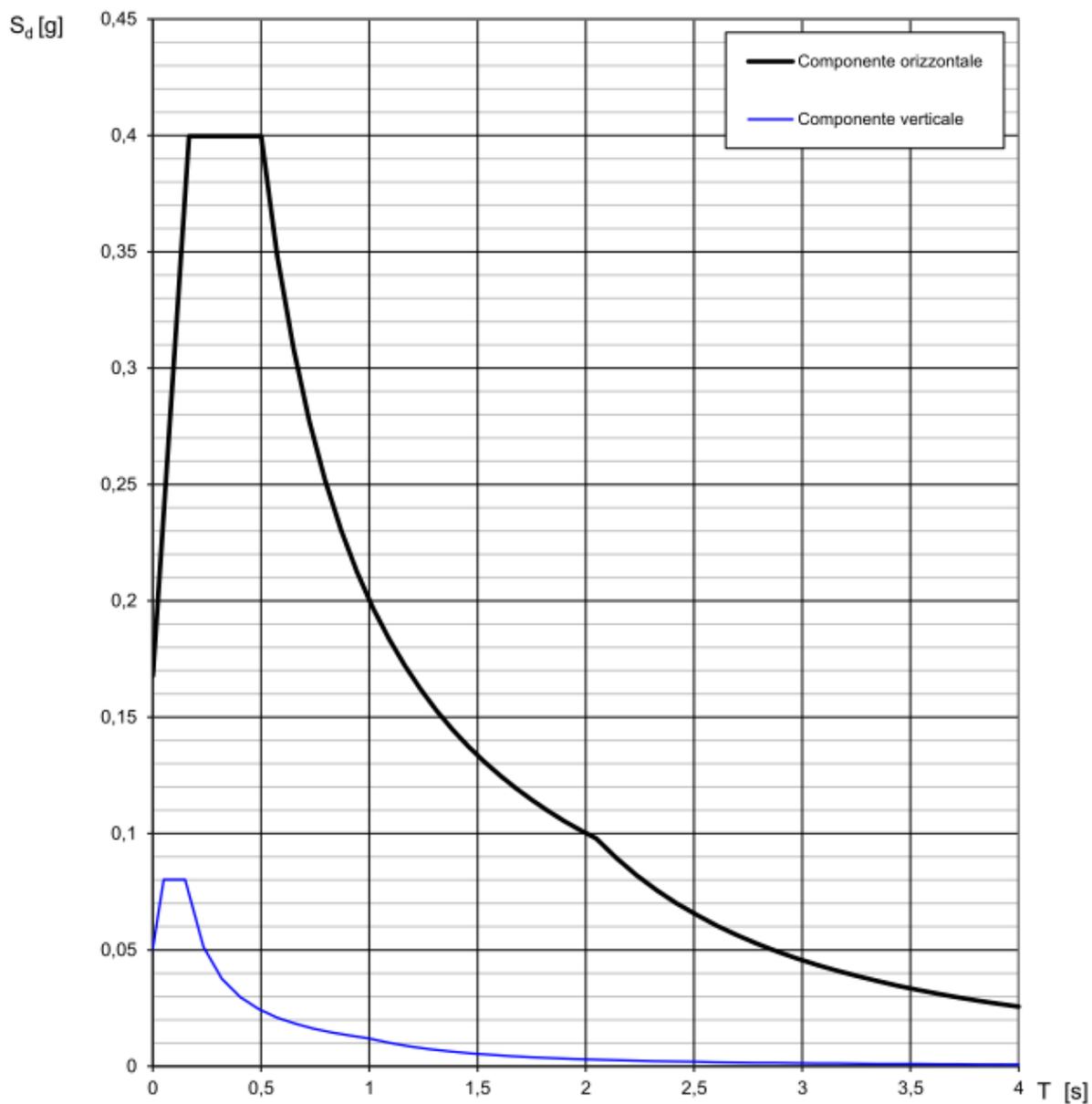
$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

| | T [s] | Se [g] |
|---------|-------|--------|
| | 0,000 | 0,051 |
| T_B ← | 0,050 | 0,080 |
| T_C ← | 0,150 | 0,080 |
| | 0,235 | 0,051 |
| | 0,320 | 0,038 |
| | 0,405 | 0,030 |
| | 0,490 | 0,025 |
| | 0,575 | 0,021 |
| | 0,660 | 0,018 |
| | 0,745 | 0,016 |
| | 0,830 | 0,014 |
| | 0,915 | 0,013 |
| T_D ← | 1,000 | 0,012 |
| | 1,094 | 0,010 |
| | 1,188 | 0,009 |
| | 1,281 | 0,007 |
| | 1,375 | 0,006 |
| | 1,469 | 0,006 |
| | 1,563 | 0,005 |
| | 1,656 | 0,004 |
| | 1,750 | 0,004 |
| | 1,844 | 0,004 |
| | 1,938 | 0,003 |
| | 2,031 | 0,003 |
| | 2,125 | 0,003 |
| | 2,219 | 0,002 |
| | 2,313 | 0,002 |
| | 2,406 | 0,002 |
| | 2,500 | 0,002 |
| | 2,594 | 0,002 |
| | 2,688 | 0,002 |
| | 2,781 | 0,002 |
| | 2,875 | 0,001 |
| | 2,969 | 0,001 |
| | 3,063 | 0,001 |
| | 3,156 | 0,001 |
| | 3,250 | 0,001 |
| | 3,344 | 0,001 |
| | 3,438 | 0,001 |
| | 3,531 | 0,001 |
| | 3,625 | 0,001 |
| | 3,719 | 0,001 |
| | 3,813 | 0,001 |
| | 3,906 | 0,001 |
| | 4,000 | 0,001 |

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLD



6.8.3 Spettri allo SLO

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLO

Parametri indipendenti

| STATO LIMITE | SLO |
|--------------|---------|
| a_g | 0,087 g |
| F_o | 2,378 |
| T_c | 0,317 s |
| S_s | 1,500 |
| C_c | 1,535 |
| S_T | 1,000 |
| q | 1,000 |

Parametri dipendenti

| | |
|--------|---------|
| S | 1,500 |
| η | 1,000 |
| T_B | 0,162 s |
| T_C | 0,486 s |
| T_D | 1,947 s |

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c^2 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

| | T [s] | Se [g] |
|---------|-------|--------|
| | 0,000 | 0,130 |
| T_B ← | 0,162 | 0,309 |
| T_C ← | 0,486 | 0,309 |
| | 0,556 | 0,271 |
| | 0,625 | 0,241 |
| | 0,695 | 0,216 |
| | 0,764 | 0,197 |
| | 0,834 | 0,180 |
| | 0,903 | 0,166 |
| | 0,973 | 0,155 |
| | 1,043 | 0,144 |
| | 1,112 | 0,135 |
| | 1,182 | 0,127 |
| | 1,251 | 0,120 |
| | 1,321 | 0,114 |
| | 1,390 | 0,108 |
| | 1,460 | 0,103 |
| | 1,530 | 0,098 |
| | 1,599 | 0,094 |
| | 1,669 | 0,090 |
| | 1,738 | 0,087 |
| | 1,808 | 0,083 |
| | 1,877 | 0,080 |
| T_D ← | 1,947 | 0,077 |
| | 2,045 | 0,070 |
| | 2,142 | 0,064 |
| | 2,240 | 0,058 |
| | 2,338 | 0,054 |
| | 2,436 | 0,049 |
| | 2,534 | 0,046 |
| | 2,631 | 0,042 |
| | 2,729 | 0,039 |
| | 2,827 | 0,037 |
| | 2,925 | 0,034 |
| | 3,022 | 0,032 |
| | 3,120 | 0,030 |
| | 3,218 | 0,028 |
| | 3,316 | 0,027 |
| | 3,413 | 0,025 |
| | 3,511 | 0,024 |
| | 3,609 | 0,022 |
| | 3,707 | 0,021 |
| | 3,804 | 0,020 |
| | 3,902 | 0,019 |
| | 4,000 | 0,018 |

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLO

Parametri indipendenti

| STATO LIMITE | SLO |
|--------------|---------|
| a_{qv} | 0,034 g |
| S_S | 1,000 |
| S_T | 1,000 |
| q | 1,500 |
| T_B | 0,050 s |
| T_C | 0,150 s |
| T_D | 1,000 s |

Parametri dipendenti

| | |
|--------|-------|
| F_v | 0,945 |
| S | 1,000 |
| η | 0,667 |

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

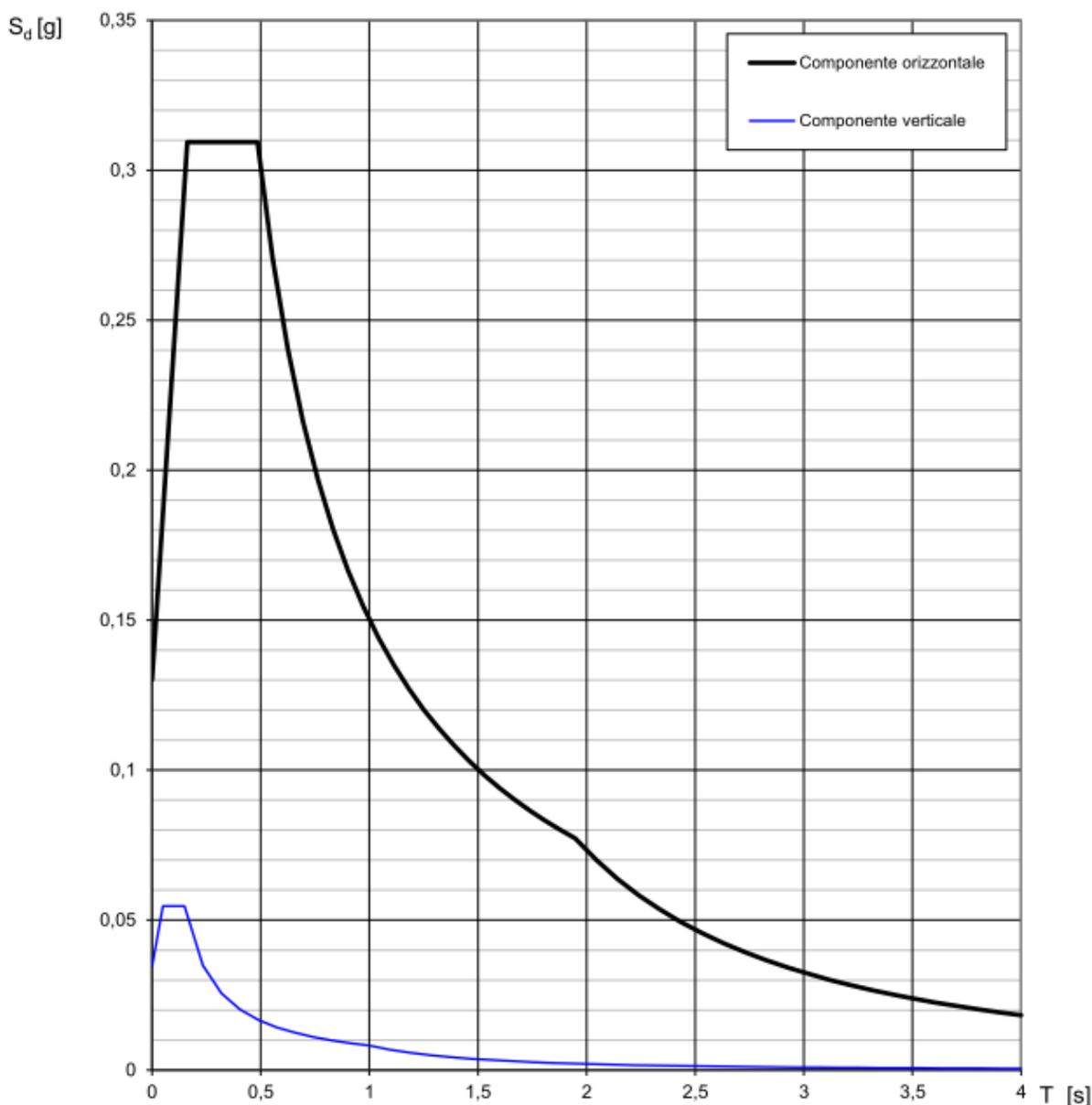
$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

| | T [s] | Se [g] |
|---------|-------|--------|
| | 0,000 | 0,034 |
| T_B ← | 0,050 | 0,055 |
| T_C ← | 0,150 | 0,055 |
| | 0,235 | 0,035 |
| | 0,320 | 0,026 |
| | 0,405 | 0,020 |
| | 0,490 | 0,017 |
| | 0,575 | 0,014 |
| | 0,660 | 0,012 |
| | 0,745 | 0,011 |
| | 0,830 | 0,010 |
| | 0,915 | 0,009 |
| T_D ← | 1,000 | 0,008 |
| | 1,094 | 0,007 |
| | 1,188 | 0,006 |
| | 1,281 | 0,005 |
| | 1,375 | 0,004 |
| | 1,469 | 0,004 |
| | 1,563 | 0,003 |
| | 1,656 | 0,003 |
| | 1,750 | 0,003 |
| | 1,844 | 0,002 |
| | 1,938 | 0,002 |
| | 2,031 | 0,002 |
| | 2,125 | 0,002 |
| | 2,219 | 0,002 |
| | 2,313 | 0,002 |
| | 2,406 | 0,001 |
| | 2,500 | 0,001 |
| | 2,594 | 0,001 |
| | 2,688 | 0,001 |
| | 2,781 | 0,001 |
| | 2,875 | 0,001 |
| | 2,969 | 0,001 |
| | 3,063 | 0,001 |
| | 3,156 | 0,001 |
| | 3,250 | 0,001 |
| | 3,344 | 0,001 |
| | 3,438 | 0,001 |
| | 3,531 | 0,001 |
| | 3,625 | 0,001 |
| | 3,719 | 0,001 |
| | 3,813 | 0,001 |
| | 3,906 | 0,001 |
| | 4,000 | 0,001 |

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLO



6.8.4 Eccentricità accidentale – Momenti torcenti

Secondo il §7.2.6 delle NTC-08, “per tenere conto della variabilità spaziale del moto sismico, nonché di eventuali incertezze nella localizzazione delle masse, al centro di massa deve essere attribuita una eccentricità accidentale rispetto alla sua posizione quale deriva dal calcolo. Per i soli edifici e in assenza di più accurate determinazioni l'eccentricità accidentale in ogni direzione non può essere considerata

inferiore a 0,05 volte la dimensione dell'edificio misurata perpendicolarmente alla direzione di applicazione dell'azione sismica. Detta eccentricità è assunta costante, per entità e direzione, su tutti gli orizzontamenti.”

Nel § 7.3.3.1 è indicato inoltre: “Per gli edifici, gli effetti della eccentricità accidentale del centro di massa possono essere determinati mediante l'applicazione di carichi statici costituiti da momenti torcenti di valore pari alla risultante orizzontale della forza agente al piano, determinata come in § 7.3.3.2, moltiplicata per l'eccentricità accidentale del baricentro delle masse rispetto alla sua posizione di calcolo, determinata come in § 7.2.6.”

La valutazione dei momenti torcenti relativi alla struttura in oggetto è riportata nella tabella seguente. In assenza di piano rigido di copertura, i momenti sono stati applicati ripartendoli sui nodi della copertura.

Tabella 1 – Calcolo dei momenti torcenti dovuti all'eccentricità accidentale

| | | | | | | |
|---------------------------------------|--|--------|----------------------|------------------|------|---|
| Dimensione in X | L _x = | 46.00 | m | E _y = | 2.30 | m |
| Dimensione in Y | L _y = | 8.09 | m | E _x = | 0.40 | m |
| Periodo proprio secondo il §7.3.3.2 | T ₁ = | 0.28 | sec | | | |
| Massa della copertura | M = | 88.72 | KN s ² /m | | | |
| Ordinata dello spettro SLV | S _{d,SLV,q=2} (T ₁) = | 0.468 | g | | | |
| Forza sismica | F _{SLV} = | 407.32 | KN | | | |
| Momento torcente dovuto al sisma in X | M _{z,SLVX} = | 162.93 | KNm | | | |
| Momento torcente dovuto al sisma in Y | M _{z,SLVY} = | 936.84 | KNm | | | |
| Ordinata dello spettro SLD | S _{SLD} (T ₁) = | 0.400 | g | | | |
| Forza sismica | F _{SLVD} = | 348.14 | KN | | | |
| Momento torcente dovuto al sisma in X | M _{z,SLDX} = | 139.25 | KNm | | | |
| Momento torcente dovuto al sisma in Y | M _{z,SLDY} = | 800.72 | KNm | | | |
| Ordinata dello spettro SLO | S _{SLO} (T ₁) = | 0.309 | g | | | |
| Forza sismica | F _{SLO} = | 268.94 | KN | | | |
| Momento torcente dovuto al sisma in X | M _{z,SLOX} = | 107.57 | KNm | | | |
| Momento torcente dovuto al sisma in Y | M _{z,SLOY} = | 247.42 | KNm | | | |

Nelle immagini seguenti sono riportati i momenti torcenti applicati a tutti i nodi della copertura per il sisma SLVX e il sisma SLVY.

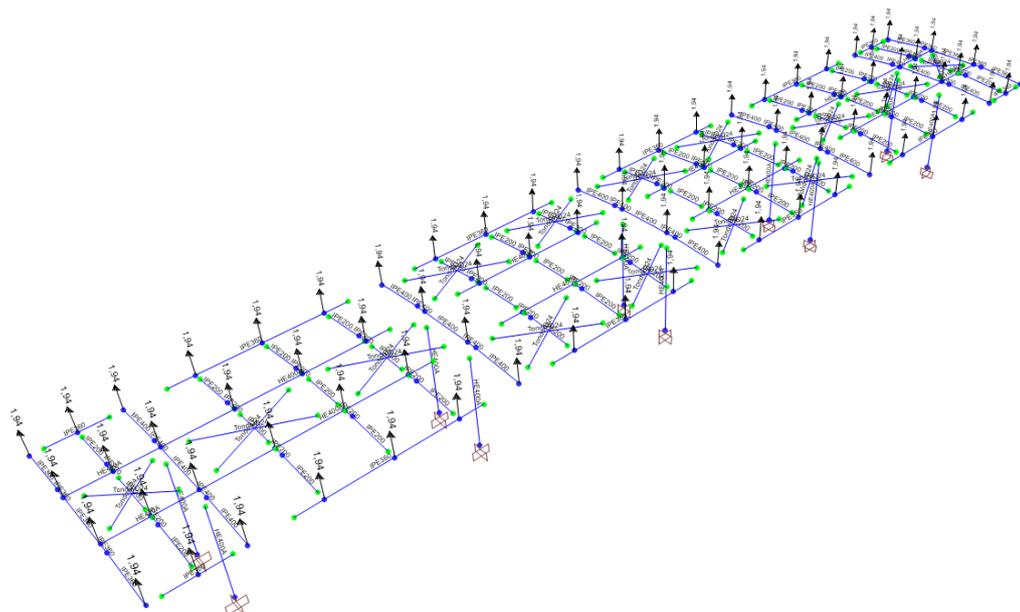


Figura 11 - Momenti torcenti applicati per l'eccentricità accidentale del Sisma SLVX

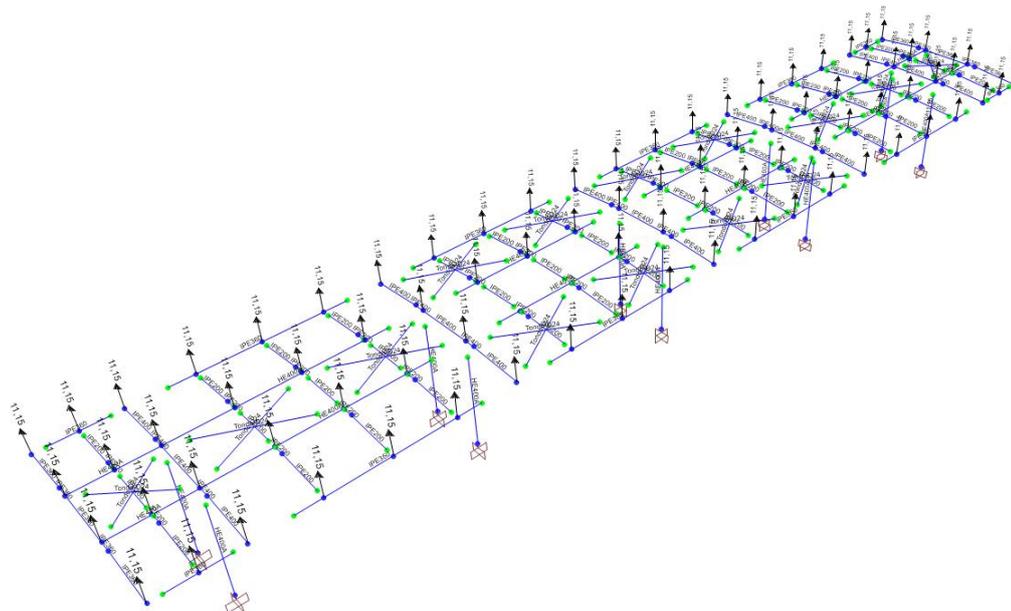


Figura 12 - Momenti torcenti applicati per l'eccentricità accidentale del Sisma SLVY

| | | | | | | |
|--|--|------------------|------------------|----------------|-------------------------|-----------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO. 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| | FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo | COMMESSA IF26 | LOTTO 12 E ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO FV020 0004 | REV. B |

7. COMBINAZIONI DI CARICO

7.1 Criteri

Ai fini della determinazione delle sollecitazioni di verifica, le azioni elementari descritte al precedente paragrafo, vanno combinate nei vari stati limite di verifica previsti (SLE, SLU statico e SLV, SLD, SLO) in accordo a quanto previsto al punto 2.5.3 delle NTC-08; a tal fine, si riportano, per maggiore chiarezza, le espressioni generali dei criteri di combinazione delle azioni definiti al § 2.5.3 delle NTC-08:

– Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

– Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

– Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

– Combinazione quasi permanente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

– Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

dove:

$E = 1.00 \cdot E_x + 0.30 \cdot E_y + 0.30 \cdot E_z$, con rotazione dei coefficienti moltiplicativi, avendo indicato con E_x , E_y e E_z rispettivamente le componenti orizzontali e verticale dell'azione sismica. La componente verticale è tenuta in conto quando necessario.

I valori dei coefficienti di combinazione sono riportati nella seguente tabella 2.5.I, integrata dalla successiva tabella 5.2.VI, entrambe estratte dalle NTC-08.

Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

| Categoria/Azione variabile | Ψ_{0j} | Ψ_{1j} | Ψ_{2j} |
|---|-------------|-------------|-------------|
| Categoria A Ambienti ad uso residenziale | 0,7 | 0,5 | 0,3 |
| Categoria B Uffici | 0,7 | 0,5 | 0,3 |
| Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento | 0,7 | 0,7 | 0,6 |
| Categoria D Ambienti ad uso commerciale | 0,7 | 0,7 | 0,6 |
| Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale | 1,0 | 0,9 | 0,8 |
| Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN) | 0,7 | 0,7 | 0,6 |
| Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN) | 0,7 | 0,5 | 0,3 |
| Categoria H Coperture | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Vento | 0,6 | 0,2 | 0,0 |
| Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.) | 0,5 | 0,2 | 0,0 |
| Neve (a quota > 1000 m s.l.m.) | 0,7 | 0,5 | 0,2 |
| Variazioni termiche | 0,6 | 0,5 | 0,0 |

Tabella 5.2.VI - Coefficienti di combinazione ψ delle azioni.

| Azioni | | Ψ_0 | Ψ_1 | Ψ_2 |
|----------------------------|---|---------------------|---------------------|----------|
| Azioni singole da traffico | Carico sul rilevato a tergo delle spalle | 0,80 | 0,50 | 0,0 |
| | Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli | 0,80 | 0,50 | 0,0 |
| Gruppi di carico | gr1 | 0,80 ⁽²⁾ | 0,80 ⁽¹⁾ | 0,0 |
| | gr2 | 0,80 ⁽²⁾ | 0,80 ⁽¹⁾ | - |
| | gr3 | 0,80 ⁽²⁾ | 0,80 ⁽¹⁾ | 0,0 |
| | gr4 | 1,00 | 1,00 ⁽¹⁾ | 0,0 |
| Azioni del vento | F_{Wk} | 0,60 | 0,50 | 0,0 |
| Azioni da neve | in fase di esecuzione | 0,80 | 0,0 | 0,0 |
| | SLU e SLE | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Azioni termiche | T_k | 0,60 | 0,60 | 0,50 |

I coefficienti parziali per gli SLU sono riportati nella seguente tabella 2.6.1 delle NTC-08.

| | | | | | | |
|--|--|-------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------------------|------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO. 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE PROGETTO ESECUTIVO | | | | | |
| | FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo | COMMESSA IF26 | LOTTO 12 E ZZ | CODIFICA CL | DOCUMENTO FV020 0004 | REV. B |

Tabella 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

| | | Coefficiente γ_F | EQU | A1 STR | A2 GEO |
|---|-------------|----------------------------|-----|-----------|-----------|
| Carichi permanenti | favorevoli | γ_{G1} | 0,9 | 1,0 | 1,0 |
| | sfavorevoli | | 1,1 | 1,3 | 1,0 |
| Carichi permanenti non strutturali ⁽¹⁾ | favorevoli | γ_{G2} | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | sfavorevoli | | 1,5 | 1,5 | 1,3 |
| Carichi variabili | favorevoli | γ_{Qi} | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | sfavorevoli | | 1,5 | 1,5 | 1,3 |

⁽¹⁾Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Nel caso in oggetto, i coefficienti da applicare sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 2 – Coefficienti parziali e di combinazione applicati

| Categoria / Azione | Tipo | γ | ψ_0 | ψ_1 | ψ_2 |
|---|------------|------------|----------|----------|----------|
| Perm. strutt. | Permanente | 1.0 - 1.30 | | | |
| Perm. non strutt. | Permanente | 0.0 - 1.50 | | | |
| Carico variabile copertura (Cat. H) | Variabile | 0.0 - 1.50 | 0.00 | 0,00 | 0,00 |
| Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.) | Variabile | 0.0 - 1.50 | 0,50 | 0,20 | 0,00 |
| Vento | Variabile | 0.0 - 1.50 | 0,60 | 0,50 | 0,00 |
| Effetti Aerodin. 1 | Variabile | 0.0 - 1.50 | 0,80 | 0,50 | 0,00 |
| Effetti Aerodin. 2 | Variabile | 0.0 - 1.50 | 0,80 | 0,50 | 0,00 |
| Variazione termiche | Variabile | 0.0 - 1.50 | 0,60 | 0,50 | 0,00 |
| Azioni sismiche | Sismico | 1,00 | | | |

7.2 Dettaglio delle combinazioni

Le combinazioni considerate per i vari stati limite sono le più gravose nel caso in oggetto e sono riportate nelle tabelle seguenti.

Tabella 3 – Combinazioni di carico SLU statici

| Comb. | Perm. strutt. | Perm. non strutt. | Carico Variabile Copertura | Neve | Vento | Effetti Aerodin. 1 | Effetti Aerodin. 2 | ΔT |
|-------|---------------|-------------------|----------------------------|------|-------|--------------------|--------------------|------------|
| SLU01 | 1,30 | 1,50 | 1,50 | 0,75 | 0,90 | 1,20 | 0,00 | -0,90 |
| SLU02 | 1,30 | 1,50 | 0,00 | 1,50 | 0,90 | 1,20 | 0,00 | -0,90 |
| SLU03 | 1,30 | 1,50 | 0,00 | 1,50 | 0,90 | 0,00 | 1,20 | -0,90 |
| SLU04 | 1,30 | 1,50 | 0,00 | 0,75 | 1,50 | 1,50 | 0,00 | 0,00 |
| SLU05 | 1,30 | 1,50 | 0,00 | 0,75 | 1,50 | 1,50 | 0,00 | -0,90 |
| SLU06 | 1,30 | 1,50 | 0,00 | 0,75 | 1,50 | 0,00 | 1,50 | 0,00 |
| SLU07 | 1,30 | 1,50 | 0,00 | 0,75 | 1,50 | 0,00 | 1,50 | -0,90 |
| SLU08 | 1,30 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 1,50 | 1,50 | 0,00 | 0,90 |
| SLU09 | 1,30 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 0,90 | 1,20 | 0,00 | 1,50 |
| SLU10 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -1,50 | 1,50 | 0,00 | 0,90 |

Tabella 4 – Combinazioni di carico SLE rari

| Comb. | Perm. strutt. | Perm. non strutt. | Carico Variabile | Neve | Vento | Effetti Aerodin. 1 | Effetti Aerodin. 2 | ΔT |
|-------|---------------|-------------------|------------------|------|-------|--------------------|--------------------|------------|
| SLE01 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,50 | 0,60 | 0,80 | 0,00 | -0,60 |
| SLE02 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,50 | 0,60 | 0,00 | 0,60 | -0,60 |
| SLE03 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,60 | 0,80 | 0,00 | -0,60 |
| SLE04 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,60 | 0,00 | 0,80 | -0,60 |
| SLE05 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,50 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 |
| SLE06 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,50 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | -0,60 |
| SLE07 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | -1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 |
| SLE08 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | -1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,60 |
| SLE09 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | -1,00 | 1,00 | 0,00 | -0,60 |
| SLE10 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | -1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,60 |
| SLE11 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | -1,00 | 0,00 | 1,00 | -0,60 |
| SLE12 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,50 | 0,60 | 0,80 | 0,00 | -1,00 |

Tabella 5 – Combinazioni di carico sismiche

| Comb. | Perm. strutt. | Perm. non strutt. | Sovracc. Cop. | Neve | Vento | Effetti Aerodin. | ΔT | SismaX | SismaY | M. Torc. Sx | M. Torc. Sy |
|-------|---------------|-------------------|---------------|------|-------|------------------|------------|--------|--------|-------------|-------------|
| SLV1 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,30 | 1,00 | 0,30 |
| SLV2 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,30 | -1,00 | -0,30 |
| SLV3 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,30 | 1,00 | 0,30 | 1,00 |
| SLV4 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,30 | 1,00 | -0,30 | -1,00 |

N.B.: Gli effetti delle condizioni SismaX e SismaY, derivanti da analisi dinamiche lineari allo spettro di risposta e quindi privi di segno, sono stati considerati combinandoli con entrambi i segni con le altre azioni. I momenti torcenti sono stati considerati come forze statiche.

8. RISULTATI DELLE ANALISI

8.1 Forme modali

I periodi propri e le masse partecipanti dei modi propri di vibrazione individuati con l'analisi modale sono riportati nella tabella e nelle immagini seguenti. Data la regolarità della struttura, la massa è eccitata completamente nei primi due modi.

Tabella 6 – Forme modali – Periodi e masse partecipanti

| TABLE: Modal Participating Mass Ratios | | | | | | | |
|--|----------|----------|--------|----------|----------|----------|----------|
| OutputCase | StepType | StepNum | Period | UX | UY | SumUX | SumUY |
| Text | Text | Unitless | Sec | Unitless | Unitless | Unitless | Unitless |
| MODAL | Mode | 1 | 0.889 | 100.0% | 0.0% | 100.0% | 0.0% |
| MODAL | Mode | 2 | 0.413 | 0.0% | 98.7% | 100.0% | 98.7% |

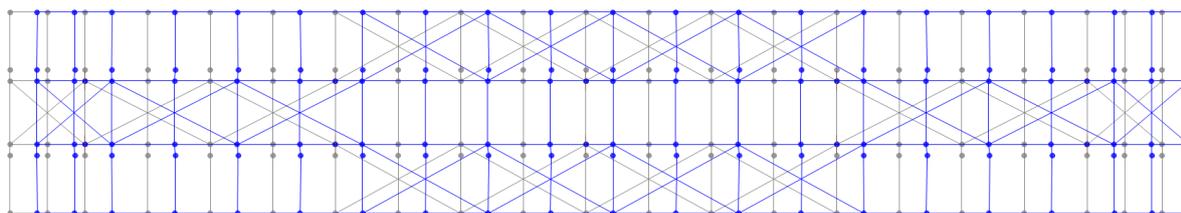
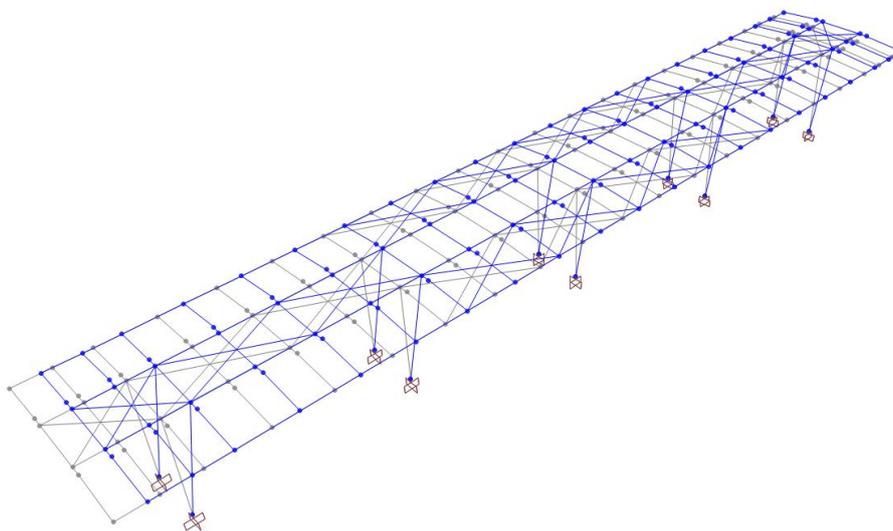


Figura 13 – Prima forma modale

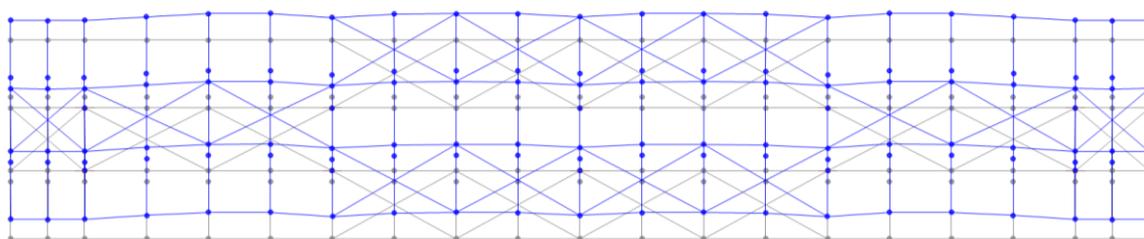
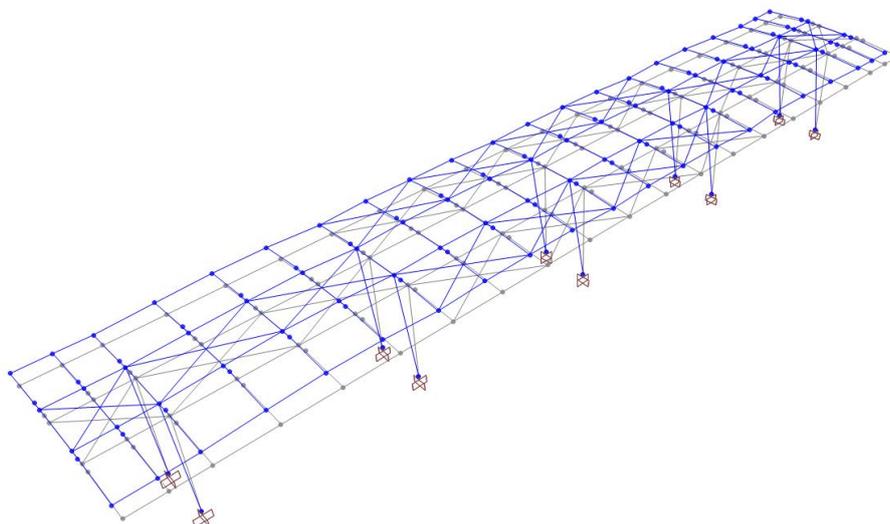


Figura 14 – Seconda Forma modale

8.2 Sollecitazioni agli SLU e SLV

Si riportano alcuni grafici indicativi dello stato di sollecitazione per alcune combinazioni di carico agli SLU.

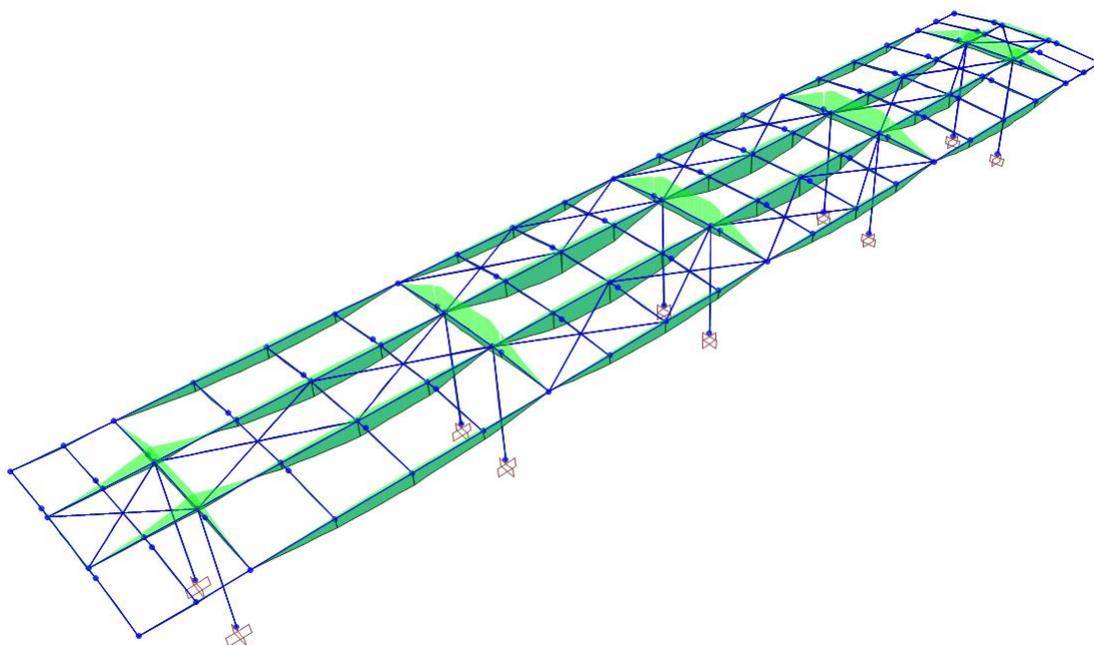


Figura 15 – Momento flettente 3-3 nella combinazione involuppo degli SLU statici

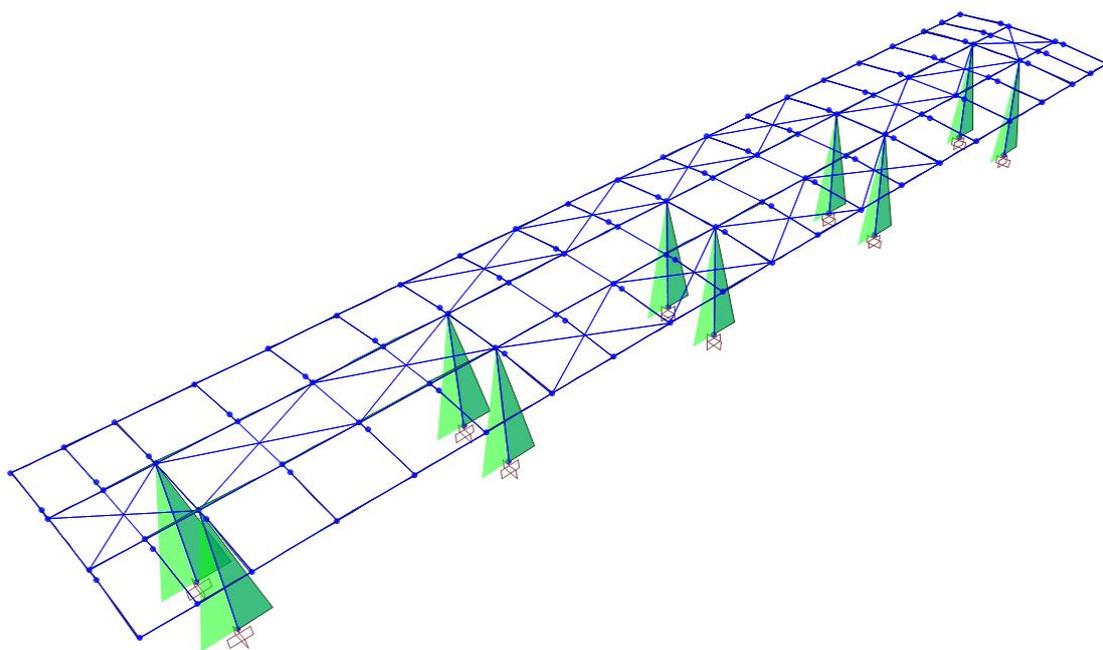


Figura 16 – Involuppo del momento flettente 2-2 nella combinazione SLV1

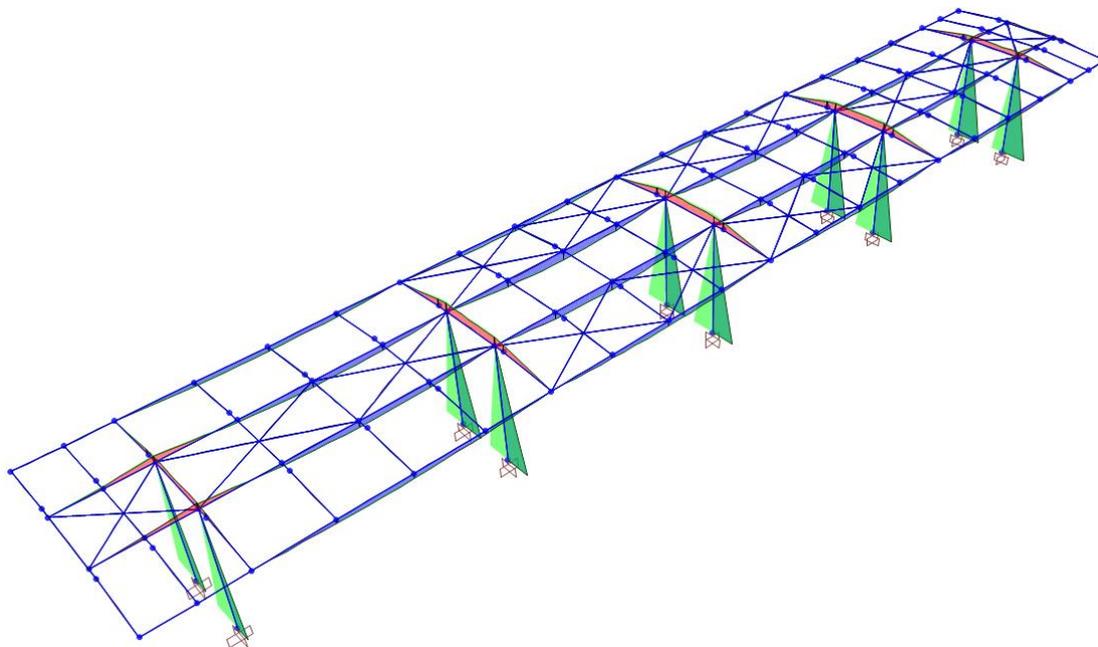


Figura 17 – Inviluppo del momento flettente 3-3 nella combinazione SLV3

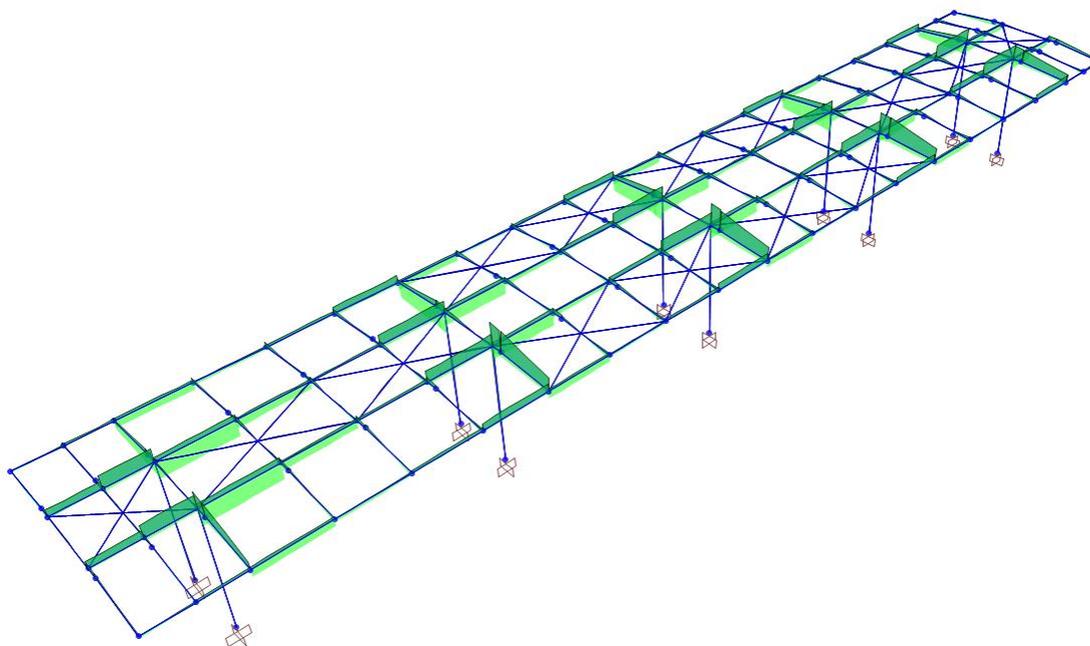


Figura 18 – Tagli 2-2 nella combinazione inviluppo degli SLU statici

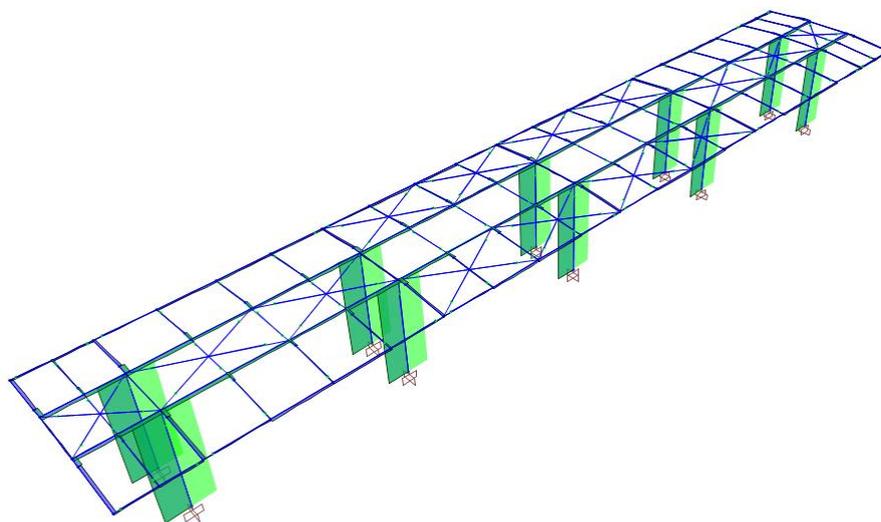


Figura 19 – Involuppo dei tagli 3-3 nella combinazione SLV1

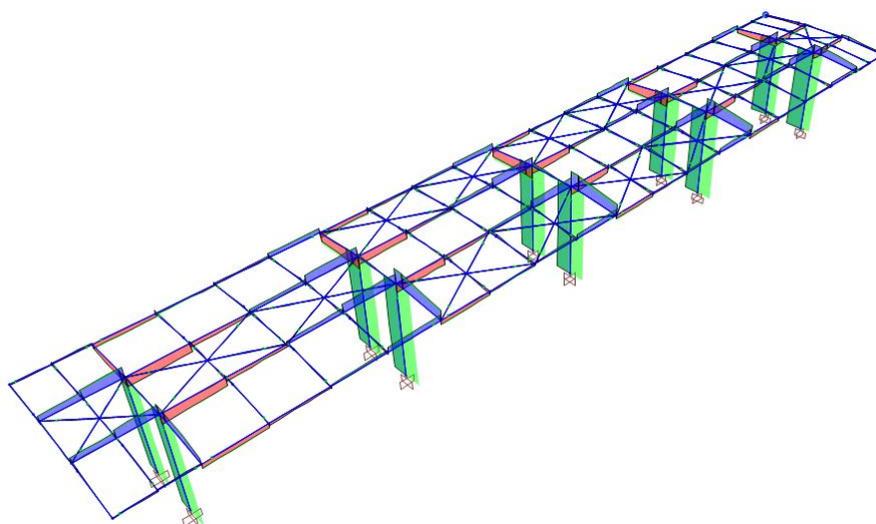


Figura 20 – Involuppo dei tagli 2-2 nella condizione SLV3

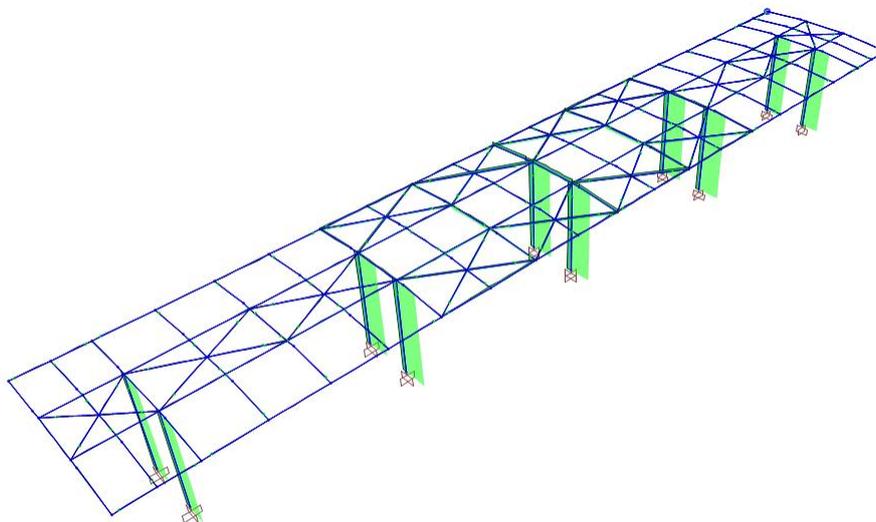


Figura 21 – Sforzi assiali nella combinazione involuppo degli SLU statici

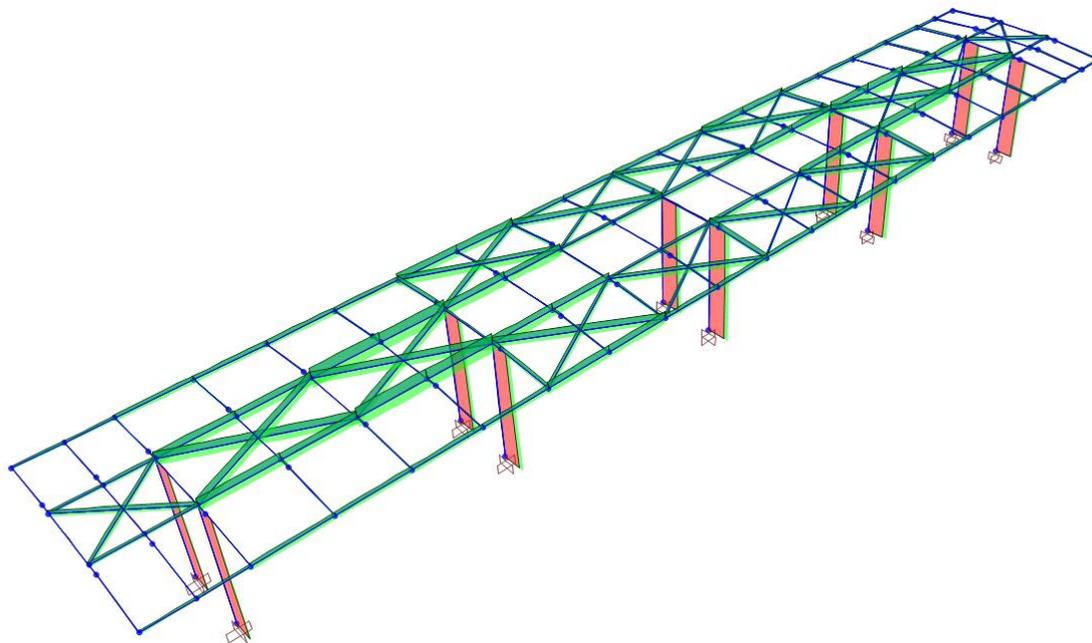


Figura 22 – Sforzi assiali nella combinazione involuppo degli SLV

9. VERIFICHE AGLI SLU e SLV

In questo capitolo si riportano i risultati delle verifiche di resistenza e stabilità agli SLU e SLV delle membrature metalliche.

Nelle immagini che seguono sono indicati numericamente e cromaticamente i rapporti fra le più gravose sollecitazioni agenti e le resistenze degli elementi strutturali (domanda/capacità). Le diagonali della copertura, come già detto, sono state considerate efficaci solamente a trazione, pertanto le verifiche non sono state eseguite con il post-processore del programma, ma separatamente, raddoppiando le sollecitazione risultanti dall'analisi. Nelle immagini tratte dal post-ptocessore sono state pertanto eliminati tali elementi.

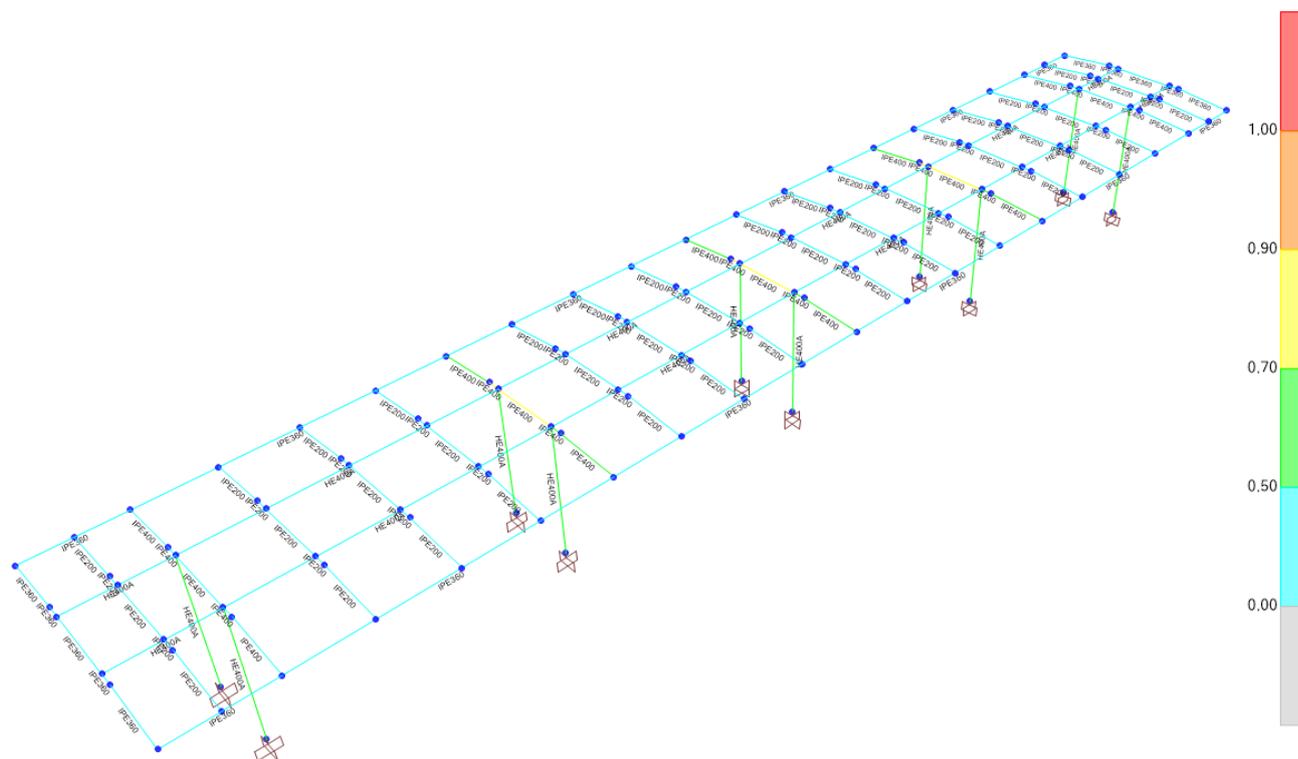


Figura 23 – Rapporti fra sollecitazioni agenti e resistenze – Struttura completa

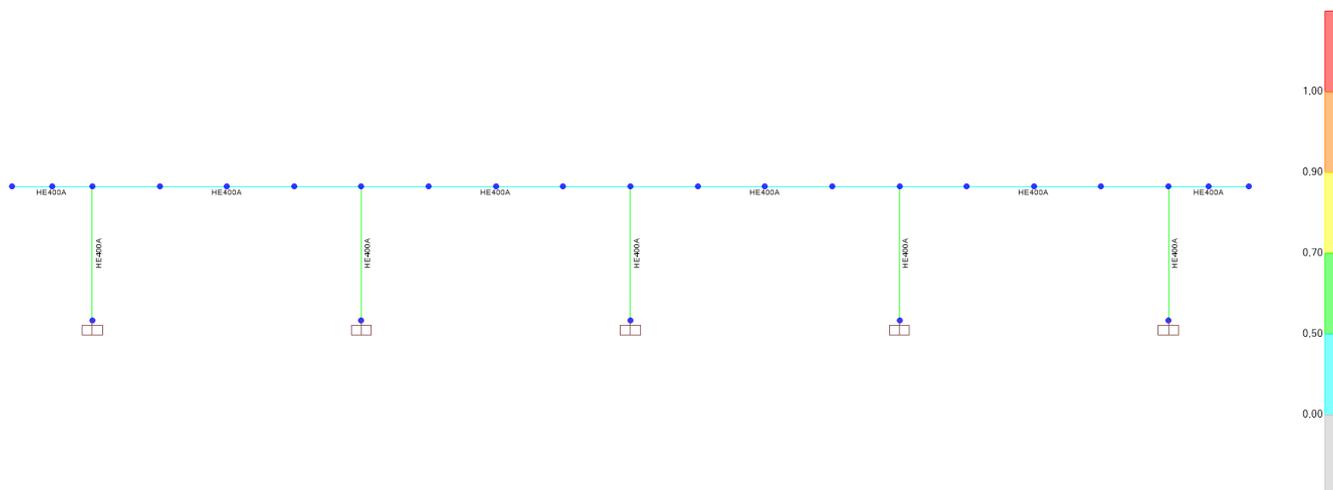


Figura 24 – Rapporti fra sollecitazioni agenti e resistenze – Telai longitudinali

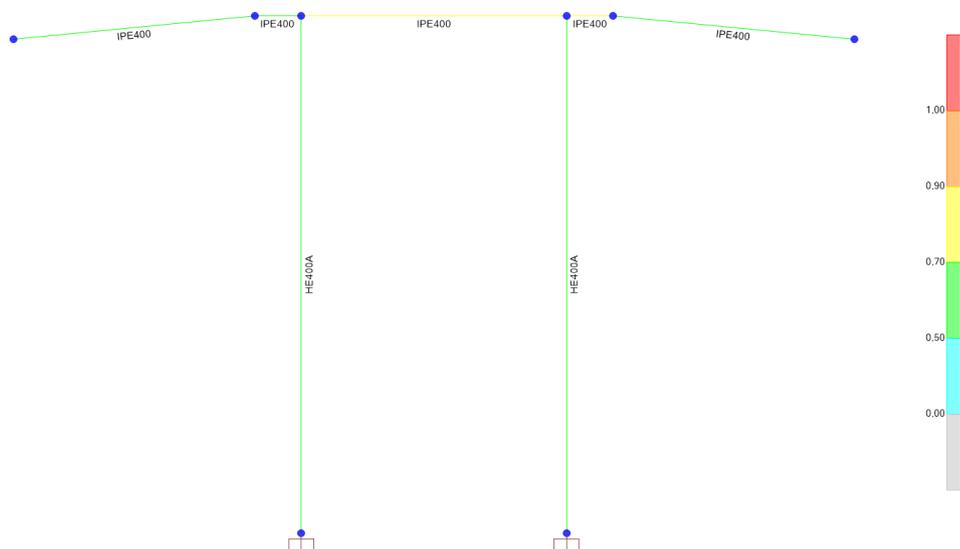


Figura 25 – Rapporti fra sollecitazioni agenti e resistenze – Telaio trasversale

9.1 Tabella output completa

Nella tabella sono evidenziati in giallo gli elementi più sollecitati.

| Frame | DesignSect | DesignType | Ratio | RatioType | Combo | Location |
|---------------------------------|------------|------------|----------|-----------|-------|----------|
| Text | Text | Text | Unitless | Text | Text | m |
| Travi - Profilati HEA400 | | | | | | |
| BL007 | HE400A | Beam | 0.17 | PMM | SLU07 | 2.99 |
| BL008 | HE400A | Beam | 0.19 | PMM | SLU05 | 2.50 |
| BL009 | HE400A | Beam | 0.28 | PMM | SLU04 | 0.00 |
| BL010 | HE400A | Beam | 0.28 | PMM | SLU06 | 5.00 |
| BL011 | HE400A | Beam | 0.19 | PMM | SLU07 | 0.00 |
| BL012 | HE400A | Beam | 0.17 | PMM | SLU05 | 0.00 |
| BL013 | HE400A | Beam | 0.17 | PMM | SLU07 | 2.99 |
| BL014 | HE400A | Beam | 0.19 | PMM | SLU05 | 2.50 |
| BL015 | HE400A | Beam | 0.28 | PMM | SLU04 | 0.00 |
| BL016 | HE400A | Beam | 0.28 | PMM | SLU06 | 5.00 |
| BL017 | HE400A | Beam | 0.19 | PMM | SLU07 | 0.00 |
| BL018 | HE400A | Beam | 0.17 | PMM | SLU05 | 0.00 |
| Travi - Profilati IPE360 | | | | | | |
| BL001 | IPE360 | Beam | 0.16 | PMM | SLV4 | 0.00 |
| BL002 | IPE360 | Beam | 0.43 | PMM | SLU04 | 0.00 |
| BL003 | IPE360 | Beam | 0.43 | PMM | SLU05 | 0.00 |
| BL004 | IPE360 | Beam | 0.45 | PMM | SLU07 | 0.00 |
| BL005 | IPE360 | Beam | 0.43 | PMM | SLU06 | 0.00 |
| BL006 | IPE360 | Beam | 0.16 | PMM | SLV3 | 0.00 |
| BL019 | IPE360 | Beam | 0.16 | PMM | SLV3 | 0.00 |
| BL020 | IPE360 | Beam | 0.43 | PMM | SLU04 | 0.00 |
| BL021 | IPE360 | Beam | 0.43 | PMM | SLU05 | 0.00 |
| BL022 | IPE360 | Beam | 0.45 | PMM | SLU07 | 0.00 |
| BL023 | IPE360 | Beam | 0.43 | PMM | SLU06 | 0.00 |
| BL024 | IPE360 | Beam | 0.16 | PMM | SLV4 | 0.00 |
| BT001 | IPE360 | Beam | 0.29 | PMM | SLV4 | 0.00 |
| BT021 | IPE360 | Beam | 0.29 | PMM | SLV3 | 0.00 |
| BT022 | IPE360 | Beam | 0.15 | PMM | SLV3 | 0.00 |
| BT042 | IPE360 | Beam | 0.15 | PMM | SLV4 | 0.00 |
| BT043 | IPE360 | Beam | 0.16 | PMM | SLU07 | 0.00 |
| BT063 | IPE360 | Beam | 0.16 | PMM | SLU05 | 0.43 |
| BT064 | IPE360 | Beam | 0.19 | PMM | SLV3 | 0.00 |
| BT084 | IPE360 | Beam | 0.19 | PMM | SLV4 | 0.00 |
| BT085 | IPE360 | Beam | 0.28 | PMM | SLV4 | 1.17 |
| BT105 | IPE360 | Beam | 0.28 | PMM | SLV3 | 1.17 |
| Travi - Profilati IPE400 | | | | | | |
| BT003 | IPE400 | Beam | 0.36 | PMM | SLU07 | 1.17 |
| BT007 | IPE400 | Beam | 0.57 | PMM | SLU05 | 1.17 |

FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| IF26 | 12 E ZZ | CL | FV020 0004 | B | 57 di 79 |

| | | | | | | |
|---------------------------------|--------|------|------|-----|-------|------|
| BT011 | IPE400 | Beam | 0.56 | PMM | SLU05 | 1.17 |
| BT015 | IPE400 | Beam | 0.56 | PMM | SLU06 | 1.17 |
| BT019 | IPE400 | Beam | 0.36 | PMM | SLU05 | 1.17 |
| BT024 | IPE400 | Beam | 0.40 | PMM | SLU07 | 0.00 |
| BT028 | IPE400 | Beam | 0.62 | PMM | SLU05 | 0.00 |
| BT032 | IPE400 | Beam | 0.61 | PMM | SLU05 | 0.00 |
| BT036 | IPE400 | Beam | 0.61 | PMM | SLU07 | 0.00 |
| BT040 | IPE400 | Beam | 0.40 | PMM | SLU05 | 0.00 |
| BT045 | IPE400 | Beam | 0.48 | PMM | SLU04 | 0.00 |
| BT049 | IPE400 | Beam | 0.75 | PMM | SLU05 | 0.00 |
| BT053 | IPE400 | Beam | 0.74 | PMM | SLU05 | 0.00 |
| BT057 | IPE400 | Beam | 0.75 | PMM | SLU07 | 0.00 |
| BT061 | IPE400 | Beam | 0.48 | PMM | SLU06 | 0.00 |
| BT066 | IPE400 | Beam | 0.50 | PMM | SLU07 | 0.00 |
| BT070 | IPE400 | Beam | 0.76 | PMM | SLU05 | 0.00 |
| BT074 | IPE400 | Beam | 0.75 | PMM | SLU05 | 0.00 |
| BT078 | IPE400 | Beam | 0.76 | PMM | SLU06 | 0.00 |
| BT082 | IPE400 | Beam | 0.50 | PMM | SLU05 | 0.00 |
| BT087 | IPE400 | Beam | 0.35 | PMM | SLU07 | 0.00 |
| BT091 | IPE400 | Beam | 0.55 | PMM | SLU05 | 0.00 |
| BT095 | IPE400 | Beam | 0.54 | PMM | SLU05 | 0.00 |
| BT099 | IPE400 | Beam | 0.54 | PMM | SLU06 | 0.00 |
| BT103 | IPE400 | Beam | 0.35 | PMM | SLU05 | 0.00 |
| Travi - Profilati IPE200 | | | | | | |
| BT044 | IPE200 | Beam | 0.14 | PMM | SLU06 | 0.00 |
| BT046 | IPE200 | Beam | 0.23 | PMM | SLU06 | 0.00 |
| BT047 | IPE200 | Beam | 0.23 | PMM | SLU04 | 0.00 |
| BT048 | IPE200 | Beam | 0.24 | PMM | SLU05 | 0.00 |
| BT050 | IPE200 | Beam | 0.23 | PMM | SLU04 | 0.00 |
| BT051 | IPE200 | Beam | 0.26 | PMM | SLU05 | 0.00 |
| BT052 | IPE200 | Beam | 0.23 | PMM | SLU04 | 0.00 |
| BT054 | IPE200 | Beam | 0.24 | PMM | SLU06 | 0.00 |
| BT055 | IPE200 | Beam | 0.27 | PMM | SLU07 | 0.00 |
| BT056 | IPE200 | Beam | 0.23 | PMM | SLU06 | 0.00 |
| BT058 | IPE200 | Beam | 0.23 | PMM | SLU06 | 0.00 |
| BT059 | IPE200 | Beam | 0.23 | PMM | SLU04 | 0.00 |
| BT060 | IPE200 | Beam | 0.23 | PMM | SLU04 | 0.00 |
| BT062 | IPE200 | Beam | 0.14 | PMM | SLU04 | 0.00 |
| BT002 | IPE200 | Beam | 0.15 | PMM | SLU04 | 0.00 |
| BT023 | IPE200 | Beam | 0.07 | PMM | SLU05 | 0.00 |
| BT065 | IPE200 | Beam | 0.07 | PMM | SLU05 | 0.45 |
| BT086 | IPE200 | Beam | 0.15 | PMM | SLU04 | 2.33 |
| BT004 | IPE200 | Beam | 0.25 | PMM | SLU04 | 0.00 |
| BT025 | IPE200 | Beam | 0.11 | PMM | SLU07 | 0.00 |

| | | | | | | |
|-------|--------|------|------|-----|-------|------|
| BT067 | IPE200 | Beam | 0.11 | PMM | SLU07 | 0.00 |
| BT088 | IPE200 | Beam | 0.25 | PMM | SLU04 | 2.33 |
| BT005 | IPE200 | Beam | 0.25 | PMM | SLU07 | 0.00 |
| BT026 | IPE200 | Beam | 0.11 | PMM | SLU04 | 0.00 |
| BT068 | IPE200 | Beam | 0.11 | PMM | SLU04 | 0.45 |
| BT089 | IPE200 | Beam | 0.25 | PMM | SLU07 | 2.33 |
| BT006 | IPE200 | Beam | 0.27 | PMM | SLU05 | 0.00 |
| BT027 | IPE200 | Beam | 0.11 | PMM | SLU05 | 0.00 |
| BT069 | IPE200 | Beam | 0.11 | PMM | SLU05 | 0.45 |
| BT090 | IPE200 | Beam | 0.27 | PMM | SLU05 | 2.33 |
| BT008 | IPE200 | Beam | 0.25 | PMM | SLU05 | 0.00 |
| BT029 | IPE200 | Beam | 0.11 | PMM | SLU07 | 0.00 |
| BT071 | IPE200 | Beam | 0.11 | PMM | SLU07 | 0.45 |
| BT092 | IPE200 | Beam | 0.25 | PMM | SLU05 | 2.33 |
| BT009 | IPE200 | Beam | 0.29 | PMM | SLU05 | 0.00 |
| BT030 | IPE200 | Beam | 0.10 | PMM | SLU04 | 0.00 |
| BT072 | IPE200 | Beam | 0.15 | PMM | SLU05 | 0.00 |
| BT093 | IPE200 | Beam | 0.26 | PMM | SLU05 | 2.33 |
| BT010 | IPE200 | Beam | 0.25 | PMM | SLU05 | 0.00 |
| BT031 | IPE200 | Beam | 0.11 | PMM | SLU04 | 0.00 |
| BT073 | IPE200 | Beam | 0.11 | PMM | SLU04 | 0.45 |
| BT094 | IPE200 | Beam | 0.25 | PMM | SLU05 | 2.33 |
| BT012 | IPE200 | Beam | 0.27 | PMM | SLU07 | 0.00 |
| BT033 | IPE200 | Beam | 0.11 | PMM | SLU06 | 0.00 |
| BT075 | IPE200 | Beam | 0.11 | PMM | SLU06 | 0.45 |
| BT096 | IPE200 | Beam | 0.27 | PMM | SLU07 | 2.33 |
| BT013 | IPE200 | Beam | 0.30 | PMM | SLU07 | 0.00 |
| BT034 | IPE200 | Beam | 0.11 | PMM | SLU06 | 0.00 |
| BT076 | IPE200 | Beam | 0.16 | PMM | SLU07 | 0.00 |
| BT097 | IPE200 | Beam | 0.27 | PMM | SLU07 | 2.33 |
| BT014 | IPE200 | Beam | 0.25 | PMM | SLU06 | 0.00 |
| BT035 | IPE200 | Beam | 0.11 | PMM | SLU05 | 0.00 |
| BT077 | IPE200 | Beam | 0.11 | PMM | SLU05 | 0.45 |
| BT098 | IPE200 | Beam | 0.25 | PMM | SLU06 | 2.33 |
| BT016 | IPE200 | Beam | 0.25 | PMM | SLU06 | 0.00 |
| BT037 | IPE200 | Beam | 0.11 | PMM | SLU05 | 0.00 |
| BT079 | IPE200 | Beam | 0.11 | PMM | SLU05 | 0.45 |
| BT100 | IPE200 | Beam | 0.25 | PMM | SLU06 | 2.33 |
| BT017 | IPE200 | Beam | 0.25 | PMM | SLU05 | 0.00 |
| BT038 | IPE200 | Beam | 0.11 | PMM | SLU06 | 0.00 |
| BT080 | IPE200 | Beam | 0.11 | PMM | SLU06 | 0.00 |
| BT101 | IPE200 | Beam | 0.25 | PMM | SLU05 | 2.33 |
| BT018 | IPE200 | Beam | 0.25 | PMM | SLU06 | 0.00 |
| BT039 | IPE200 | Beam | 0.11 | PMM | SLU05 | 0.00 |

FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| IF26 | 12 E ZZ | CL | FV020 0004 | B | 59 di 79 |

| | | | | | | |
|-----------------------------------|--------|--------|------|-----|-------|------|
| BT081 | IPE200 | Beam | 0.11 | PMM | SLU05 | 0.00 |
| BT102 | IPE200 | Beam | 0.25 | PMM | SLU06 | 2.33 |
| BT020 | IPE200 | Beam | 0.15 | PMM | SLU06 | 0.00 |
| BT041 | IPE200 | Beam | 0.07 | PMM | SLU05 | 0.00 |
| BT083 | IPE200 | Beam | 0.07 | PMM | SLU05 | 0.45 |
| BT104 | IPE200 | Beam | 0.16 | PMM | SLU05 | 0.00 |
| Colonne - Profilati HEA400 | | | | | | |
| C01 | HE400A | Column | 0.60 | PMM | SLV4 | 0.00 |
| C06 | HE400A | Column | 0.60 | PMM | SLV3 | 0.00 |
| C02 | HE400A | Column | 0.56 | PMM | SLV1 | 0.00 |
| C07 | HE400A | Column | 0.56 | PMM | SLV2 | 0.00 |
| C03 | HE400A | Column | 0.57 | PMM | SLV1 | 0.00 |
| C08 | HE400A | Column | 0.57 | PMM | SLV2 | 0.00 |
| C04 | HE400A | Column | 0.56 | PMM | SLV2 | 0.00 |
| C09 | HE400A | Column | 0.56 | PMM | SLV1 | 0.00 |
| C05 | HE400A | Column | 0.60 | PMM | SLV3 | 0.00 |
| C10 | HE400A | Column | 0.60 | PMM | SLV4 | 0.00 |

FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| IF26 | 12 E ZZ | CL | FV020 0004 | B | 60 di 79 |

9.2 Verifica colonna HEA400 più sollecitata

Eurocode 3-2005 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)

Units : KN, m, C

| | | | |
|---------------|--------------|----------------|---------------------|
| Frame : C01 | X Mid: 0,000 | Combo: SLV4 | Design Type: Column |
| Length: 5,000 | Y Mid: 0,000 | Shape: HE400A | Frame Type: DCL-MRF |
| Loc : 0,000 | Z Mid: 2,500 | Class: Class 1 | Rolled : Yes |

| | | |
|--------------------------------|-----------------------------|----------------------|
| Country=CEN Default | Combination=Eq. 6.10 | Reliability=Class 2 |
| Interaction=Method 2 (Annex B) | MultiResponse=Envelopes | P-Delta Done? No |
| Ignore Seismic Code? Yes | Ignore Special EQ Load? Yes | D/P Plug Welded? Yes |

| | | |
|--------------|--------------|---------------|
| GammaM0=1,05 | GammaM1=1,05 | GammaM2=1,25 |
| q=2,00 | Omega=1,00 | GammaOV=1,10 |
| An/Ag=1,00 | RLLF=1,000 | PLLF=1,000 |
| | | D/C Lim=1,000 |

| | | | | |
|---------------|---------------|---------------|------------------|-------------------|
| Aeff=0,016 | eNy=0,000 | eNz=0,000 | Wel,yy=0,002 | Weff,yy=0,002 |
| A=0,016 | Iyy=4,507E-04 | iyy=0,168 | Wel,zz=5,709E-04 | Weff,zz=5,709E-04 |
| It=1,930E-06 | Izz=8,564E-05 | izz=0,073 | Wpl,yy=0,003 | Av,z=0,012 |
| Iw=2,947E-06 | Iyz=0,000 | h=0,390 | Wpl,zz=8,730E-04 | Av,y=0,006 |
| E=210000000,0 | fy=275000,000 | fu=430000,000 | | |

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

| Location | Ned | Med,yy | Med,zz | Ved,z | Ved,y | Ted |
|----------|---------|---------|--------|--------|-------|-------|
| 0,000 | -87,673 | 237,333 | 40,629 | 47,467 | 8,126 | 0,000 |

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation EC3 6.3.3(4)-6.62)

D/C Ratio: 0,598 = 0,061 + 0,428 + 0,109 < 1,000 OK

$$= \frac{Ned}{(\chi_z N_{Rk}/\Gamma_{M1})} + \frac{k_{zy} (M_y, Ed + NED e_{Ny})}{(\chi_{LT} M_y, R_k/\Gamma_{M1})} + \frac{k_{zz} (M_z, Ed + NED e_{Nz})}{(M_z, R_k/\Gamma_{M1})}$$
 (EC3 6.3.3(4)-6.62)

AXIAL FORCE DESIGN

| | Ned | Nc,Rd | Nt,Rd | | | | |
|--------------|----------|----------|-----------|-----------|-------|-------|----------|
| Axial | Force | Capacity | Capacity | | | | |
| | -87,673 | 4164,286 | 4164,286 | | | | |
| | Npl,Rd | Nu,Rd | Ncr,T | Ncr,TF | An/Ag | | |
| | 4164,286 | 4922,640 | 6621,352 | 6621,352 | 1,000 | | |
| | Curve | Alpha | Ncr | LambdaBar | Phi | Chi | Nb,Rd |
| Major (y-y) | a | 0,210 | 10318,502 | 0,651 | 0,759 | 0,870 | 3621,236 |
| MajorB (y-y) | a | 0,210 | 50531,930 | 0,294 | 0,553 | 0,979 | 4076,226 |
| Minor (z-z) | b | 0,340 | 1960,676 | 1,493 | 1,835 | 0,345 | 1435,396 |
| MinorB (z-z) | b | 0,340 | 9601,852 | 0,675 | 0,808 | 0,798 | 3322,008 |
| Torsional TF | b | 0,340 | 6621,352 | 0,813 | 0,934 | 0,717 | 2984,251 |

MOMENT DESIGN

| | Med | Med,span | Mc,Rd | Mv,Rd | Mn,Rd | Mb,Rd |
|-------------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | Moment | Moment | Capacity | Capacity | Capacity | Capacity |
| Major (y-y) | 237,333 | 237,333 | 671,000 | 671,000 | 671,000 | 551,348 |
| Minor (z-z) | 40,629 | 40,629 | 228,643 | 228,643 | 228,643 | |

| LTB | Curve | AlphaLT | LambdaBarLT | PhiLT | ChiLT | C1 | Mcr |
|-----|-------|---------|-------------|-------|-------|-------|----------|
| | a | 0,210 | 0,753 | 0,841 | 0,822 | 1,880 | 1244,101 |

| Factors | kyy | kzy | kzz |
|---------|-------|-------|-------|
| | 0,601 | 0,367 | 0,995 |

SHEAR DESIGN

| | Ved | Vc,Rd | Stress | Status | Ted |
|-----------|--------|----------|--------|--------|---------|
| | Force | Capacity | Ratio | Check | Torsion |
| Major (z) | 47,467 | 867,193 | 0,055 | OK | 0,000 |
| Minor (y) | 8,126 | 1818,762 | 0,004 | OK | 0,000 |

| Reduction | Vpl,Rd | Eta | LambdaBarW |
|-----------|---------|-------|------------|
| | 867,193 | 1,200 | 0,401 |

FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| IF26 | 12 E ZZ | CL | FV020 0004 | B | 61 di 79 |

9.3 Verifiche della trave HEA400 più sollecitata

Eurocode 3-2005 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)

Units : KN, m, C

| | | | |
|----------------|---------------|----------------|---------------------|
| Frame : BL015 | X Mid: 15,000 | Combo: SLU04 | Design Type: Beam |
| Length: 10,000 | Y Mid: 2,550 | Shape: HE400A | Frame Type: DCL-MRF |
| Loc : 5,000 | Z Mid: 5,000 | Class: Class 1 | Rolled : Yes |

| | | |
|--------------------------------|-----------------------------|----------------------|
| Country=CEN Default | Combination=Eq. 6.10 | Reliability=Class 2 |
| Interaction=Method 2 (Annex B) | MultiResponse=Envelopes | P-Delta Done? No |
| Ignore Seismic Code? Yes | Ignore Special EQ Load? Yes | D/P Plug Welded? Yes |

| | | |
|--------------|--------------|---------------|
| GammaM0=1,05 | GammaM1=1,05 | GammaM2=1,25 |
| q=2,00 | Omega=1,00 | GammaOV=1,10 |
| An/Ag=1,00 | RLLF=1,000 | PLLF=1,000 |
| | | D/C Lim=1,000 |

| | | | | |
|---------------|---------------|---------------|------------------|-------------------|
| Aeff=0,016 | eNy=0,000 | eNz=0,000 | Wel,yy=0,002 | Weff,yy=0,002 |
| A=0,016 | Iyy=4,507E-04 | iy=0,168 | Wel,zz=5,709E-04 | Weff,zz=5,709E-04 |
| It=1,930E-06 | Izz=8,564E-05 | izz=0,073 | Wpl,yy=0,003 | Av,z=0,012 |
| Iw=2,947E-06 | Iyz=0,000 | h=0,390 | Wpl,zz=8,730E-04 | Av,y=0,006 |
| E=210000000,0 | fy=275000,000 | fu=430000,000 | | |

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

| Location | Ned | Med,yy | Med,zz | Ved,z | Ved,y | Ted |
|----------|--------|---------|--------|---------|-------|-------|
| 5,000 | -5,479 | 178,014 | -0,270 | -15,547 | 0,166 | 0,000 |

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation EC3 6.3.3(4)-6.62)

D/C Ratio: $0,275 = 0,001 + 0,273 + 0,001 < 1,000$ OK
 $= \frac{NEd}{(\chi_z N_{Rk}/\Gamma_{M1})} + k_{zy} \frac{(M_{y,Ed} + NEd e_{Ny})}{(\chi_{LT} M_{y,Rk}/\Gamma_{M1})} + k_{zz} \frac{(M_{z,Ed} + NEd e_{Nz})}{(M_{z,Rk}/\Gamma_{M1})}$ (EC3 6.3.3(4)-6.62)

AXIAL FORCE DESIGN

| | Ned | Nc,Rd | Nt,Rd | | | | |
|--------------|----------|----------|-----------|-----------|-------|-------|----------|
| Axial | Force | Capacity | Capacity | | | | |
| | -5,479 | 4164,286 | 4164,286 | | | | |
| | Npl,Rd | Nu,Rd | Ncr,T | Ncr,TF | An/Ag | | |
| | 4164,286 | 4922,640 | 33592,055 | 33592,055 | 1,000 | | |
| Curve | Alpha | Ncr | LambdaBar | Phi | Chi | Nb,Rd | |
| Major (y-y) | a | 0,210 | 9341,284 | 0,684 | 0,785 | 0,855 | 3560,666 |
| MajorB (y-y) | a | 0,210 | 9341,284 | 0,684 | 0,785 | 0,855 | 3560,666 |
| Minor (z-z) | b | 0,340 | 28399,826 | 0,392 | 0,610 | 0,929 | 3868,977 |
| MinorB (z-z) | b | 0,340 | 28399,826 | 0,392 | 0,610 | 0,929 | 3868,977 |
| Torsional TF | b | 0,340 | 33592,055 | 0,361 | 0,592 | 0,941 | 3920,065 |

MOMENT DESIGN

| | Med | Med,span | Mc,Rd | Mv,Rd | Mn,Rd | Mb,Rd | |
|-------------|---------|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Major (y-y) | Moment | Moment | Capacity | Capacity | Capacity | Capacity | |
| Major (y-y) | 178,014 | 178,014 | 671,000 | 671,000 | 671,000 | 648,252 | |
| Minor (z-z) | -0,270 | -0,270 | 228,643 | 228,643 | 228,643 | | |
| Curve | AlphaLT | LambdaBarLT | PhiLT | ChiLT | C1 | Mcr | |
| LTB | a | 0,210 | 0,348 | 0,576 | 0,966 | 1,028 | 5831,338 |
| Factors | kyy | kzy | kzz | kzz | | | |
| | 0,901 | 0,565 | 0,992 | 0,942 | | | |

SHEAR DESIGN

| | Ved | Vc,Rd | Stress | Status | Ted |
|-----------|---------|----------|------------|--------|---------|
| Major (z) | Force | Capacity | Ratio | Check | Torsion |
| Major (z) | 15,547 | 867,193 | 0,018 | OK | 0,000 |
| Minor (y) | 0,166 | 1818,762 | 9,126E-05 | OK | 0,000 |
| Reduction | Vpl,Rd | Eta | LambdaBarW | | |
| | 867,193 | 1,200 | 0,401 | | |

CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS

| | VMajor | VMajor |
|------------|--------|--------|
| Major (V2) | Left | Right |
| Major (V2) | 55,658 | 55,658 |

FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| IF26 | 12 E ZZ | CL | FV020 0004 | B | 62 di 79 |

9.4 Verifiche della trave IPE 400 più sollecitata

Eurocode 3-2005 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)

Units : KN, m, C

| | | | |
|---------------|---------------|----------------|---------------------|
| Frame : BT070 | X Mid: 10,000 | Combo: SLU05 | Design Type: Beam |
| Length: 0,450 | Y Mid: 2,775 | Shape: IPE400 | Frame Type: DCL-MRF |
| Loc : 0,000 | Z Mid: 5,000 | Class: Class 1 | Rolled : Yes |

| | | |
|--------------------------------|-----------------------------|----------------------|
| Country=CEN Default | Combination=Eq. 6.10 | Reliability=Class 2 |
| Interaction=Method 2 (Annex B) | MultiResponse=Envelopes | P-Delta Done? No |
| Ignore Seismic Code? Yes | Ignore Special EQ Load? Yes | D/P Plug Welded? Yes |

| | | | |
|--------------|--------------|--------------|---------------|
| GammaM0=1,05 | GammaM1=1,05 | GammaM2=1,25 | |
| q=2,00 | Omega=1,00 | GammaOV=1,10 | |
| An/Ag=1,00 | RLLF=1,000 | PLLF=1,000 | D/C Lim=1,000 |

| | | | | |
|---------------|---------------|---------------|------------------|-------------------|
| Aeff=0,008 | eNy=0,000 | eNz=0,000 | | |
| A=0,008 | Iyy=2,313E-04 | iy=0,165 | Wel,yy=0,001 | Weff,yy=0,001 |
| It=0,000 | Izz=1,318E-05 | izz=0,039 | Wel,zz=1,464E-04 | Weff,zz=1,464E-04 |
| Iw=0,000 | Iyz=0,000 | h=0,400 | Wpl,yy=0,001 | Av,z=0,005 |
| E=210000000,0 | fy=275000,000 | fu=430000,000 | Wpl,zz=2,290E-04 | Av,y=0,004 |

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

| Location | Ned | Med,yy | Med,zz | Ved,z | Ved,y | Ted |
|----------|-------|----------|--------|---------|-------|-------|
| 0,000 | 3,009 | -212,131 | 0,000 | -94,694 | 0,000 | 0,000 |

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation EC3 6.3.3(4)-6.62)

D/C Ratio: $0,764 = 0,000 + 0,764 + 0,000 < 1,000$ OK
 $= \frac{NEd}{\chi_z N Rk / \Gamma_{M1}} + \frac{k_{zy} (M_y, Ed + NEd e_{Ny})}{\chi_{LT} M_y, Rk / \Gamma_{M1}} + \frac{k_{zz} (M_z, Ed + NEd e_{Nz})}{\chi_{LT} M_z, Rk / \Gamma_{M1}}$ (EC3_6.3.3(4)-6.62)

AXIAL FORCE DESIGN

| | Ned | Nc,Rd | Nt,Rd | | | | |
|--------------|----------|----------|-------------|-----------|-------|-------|----------|
| | Force | Capacity | Capacity | | | | |
| Axial | 3,009 | 2213,095 | 2213,095 | | | | |
| | Npl,Rd | Nu,Rd | Ncr,T | Ncr,TF | An/Ag | | |
| | 2213,095 | 2616,120 | 5998,747 | 5998,747 | 1,000 | | |
| | Curve | Alpha | Ncr | LambdaBar | Phi | Chi | Nb,Rd |
| Major (y-y) | a | 0,210 | 2367389,109 | 0,031 | 0,483 | 1,000 | 2213,095 |
| MajorB (y-y) | a | 0,210 | 2367389,109 | 0,031 | 0,483 | 1,000 | 2213,095 |
| Minor (z-z) | b | 0,340 | 3537,888 | 0,810 | 0,932 | 0,718 | 1588,975 |
| MinorB (z-z) | b | 0,340 | 3537,888 | 0,810 | 0,932 | 0,718 | 1588,975 |
| Torsional TF | b | 0,340 | 5998,747 | 0,622 | 0,765 | 0,826 | 1827,273 |

MOMENT DESIGN

| | Med | Med,span | Mc,Rd | Mv,Rd | Mn,Rd | Mb,Rd | |
|-------------|----------|----------|-------------|----------|----------|----------|---------|
| | Moment | Moment | Capacity | Capacity | Capacity | Capacity | |
| Major (y-y) | -212,131 | -212,131 | 342,310 | 342,310 | 342,310 | 277,611 | |
| Minor (z-z) | 0,000 | 0,000 | 59,976 | 59,976 | 59,976 | | |
| | Curve | AlphaLT | LambdaBarLT | PhiLT | ChiLT | C1 | Mcr |
| LTB | b | 0,340 | 0,650 | 0,788 | 0,811 | 1,085 | 849,819 |
| | kyy | kzy | kzy | kzz | | | |
| Factors | 1,000 | 0,600 | 1,000 | 1,000 | | | |

SHEAR DESIGN

| | Ved | Vc,Rd | Stress | Status | Ted |
|-----------|---------|----------|------------|--------|---------|
| | Force | Capacity | Ratio | Check | Torsion |
| Major (z) | 94,694 | 646,139 | 0,147 | OK | 0,000 |
| Minor (y) | 0,000 | 792,677 | 0,000 | OK | 0,000 |
| | Vpl,Rd | Eta | LambdaBarW | | |
| Reduction | 646,139 | 1,200 | 0,543 | | |

CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS

| | VMajor | VMajor |
|------------|--------|--------|
| | Left | Right |
| Major (V2) | 94,694 | 88,962 |

FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| IF26 | 12 E ZZ | CL | FV020 0004 | B | 63 di 79 |

9.5 Verifiche della trave IPE 360 più sollecitata

Eurocode 3-2005 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)

Units : KN, m, C

| | | | |
|----------------|---------------|----------------|---------------------|
| Frame : BL004 | X Mid: 25,000 | Combo: SLU07 | Design Type: Beam |
| Length: 10,000 | Y Mid: -2,770 | Shape: IPE360 | Frame Type: DCL-MRF |
| Loc : 10,000 | Z Mid: 4,780 | Class: Class 1 | Rolled : Yes |

| | | |
|--------------------------------|-----------------------------|----------------------|
| Country=CEN Default | Combination=Eq. 6.10 | Reliability=Class 2 |
| Interaction=Method 2 (Annex B) | MultiResponse=Envelopes | P-Delta Done? No |
| Ignore Seismic Code? Yes | Ignore Special EQ Load? Yes | D/P Plug Welded? Yes |

| | | | |
|--------------|--------------|--------------|---------------|
| GammaM0=1,05 | GammaM1=1,05 | GammaM2=1,25 | |
| q=2,00 | Omega=1,00 | GammaOV=1,10 | |
| An/Ag=1,00 | RLLF=1,000 | PLLF=1,000 | D/C Lim=1,000 |

| | | | | |
|---------------|---------------|---------------|------------------|-------------------|
| Aeff=0,007 | eNy=0,000 | eNz=0,000 | | |
| A=0,007 | Iyy=1,627E-04 | iyy=0,150 | Wel,yy=9,039E-04 | Weff,yy=9,039E-04 |
| It=0,000 | Izz=1,043E-05 | izz=0,038 | Wel,zz=1,227E-04 | Weff,zz=1,227E-04 |
| Iw=0,000 | Iyz=0,000 | h=0,360 | Wpl,yy=0,001 | Av,z=0,005 |
| E=210000000,0 | fy=275000,000 | fu=430000,000 | Wpl,zz=1,910E-04 | Av,y=0,004 |

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

| Location | Ned | Med,yy | Med,zz | Ved,z | Ved,y | Ted |
|----------|-------|--------|--------|--------|--------|-----------|
| 10,000 | 5,657 | 0,000 | 0,000 | 29,592 | -0,023 | 2,282E-04 |

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation EC3 6.3.3(4)-6.62)

D/C Ratio: 0,448 = 0,000 + 0,442 + 0,006 < 1,000 OK
= NEd / (Chi_z NRk / GammaM1) + kzy (My,Ed + NED eNy) / (Chi_LT My,Rk / GammaM1) + kzz (Mz,Ed + NED eNz) / (Mz,Rk / GammaM1) (EC3 6.3.3(4)-6.62)

AXIAL FORCE DESIGN

| | Ned | Nc,Rd | Nt,Rd | | | | |
|--------------|----------|----------|----------|-----------|-------|-------|----------|
| | Force | Capacity | Capacity | | | | |
| Axial | 5,657 | 1904,048 | 1904,048 | | | | |
| | Npl,Rd | Nu,Rd | Ncr,T | Ncr,TF | An/Ag | | |
| | 1904,048 | 2250,792 | 5648,074 | 5648,074 | 1,000 | | |
| | Curve | Alpha | Ncr | LambdaBar | Phi | Chi | Nb,Rd |
| Major (y-y) | a | 0,210 | 3372,148 | 0,770 | 0,856 | 0,812 | 1546,852 |
| MajorB (y-y) | a | 0,210 | 3372,148 | 0,770 | 0,856 | 0,812 | 1546,852 |
| Minor (z-z) | b | 0,340 | 3458,783 | 0,760 | 0,884 | 0,749 | 1425,399 |
| MinorB (z-z) | b | 0,340 | 3458,783 | 0,760 | 0,884 | 0,749 | 1425,399 |
| Torsional TF | b | 0,340 | 5648,074 | 0,595 | 0,744 | 0,840 | 1598,607 |

MOMENT DESIGN

| | Med | Med,span | Mc,Rd | Mv,Rd | Mn,Rd | Mb,Rd |
|-------------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | Moment | Moment | Capacity | Capacity | Capacity | Capacity |
| Major (y-y) | 0,000 | 96,911 | 266,881 | 266,881 | 266,881 | 219,035 |
| Minor (z-z) | 0,000 | 0,300 | 50,024 | 50,024 | 50,024 | |

| | Curve | AlphaLT | LambdaBarLT | PhiLT | ChiLT | C1 | Mcr |
|-----|-------|---------|-------------|-------|-------|-------|---------|
| LTB | b | 0,340 | 0,632 | 0,773 | 0,821 | 1,029 | 701,761 |

| | kyy | kyz | kzy | kzz |
|---------|-------|-------|-------|-------|
| Factors | 1,000 | 0,600 | 1,000 | 1,000 |

SHEAR DESIGN

| | Ved | Vc,Rd | Stress | Status | Ted |
|-----------|--------|----------|-----------|--------|---------|
| | Force | Capacity | Ratio | Check | Torsion |
| Major (z) | 29,592 | 530,871 | 0,056 | OK | 0,000 |
| Minor (y) | 0,023 | 694,541 | 3,361E-05 | OK | 0,000 |

| | Vpl,Rd | Eta | LambdaBarW |
|-----------|---------|-------|------------|
| Reduction | 530,871 | 1,200 | 0,524 |

CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS

| | VMajor | VMajor |
|------------|--------|--------|
| | Left | Right |
| Major (V2) | 30,346 | 29,592 |

FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| IF26 | 12 E ZZ | CL | FV020 0004 | B | 64 di 79 |

9.6 Verifiche della trave IPE 200 più sollecitata

Eurocode 3-2005 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)

Units : KN, m, C

| | | | |
|---------------|---------------|----------------|---------------------|
| Frame : BT013 | X Mid: 25,000 | Combo: SLU07 | Design Type: Brace |
| Length: 2,330 | Y Mid: -1,610 | Shape: IPE200 | Frame Type: DCL-MRF |
| Loc : 0,000 | Z Mid: 4,890 | Class: Class 1 | Rolled : Yes |

| | | |
|--------------------------------|-----------------------------|----------------------|
| Country=CEN Default | Combination=Eq. 6.10 | Reliability=Class 2 |
| Interaction=Method 2 (Annex B) | MultiResponse=Envelopes | P-Delta Done? No |
| Ignore Seismic Code? Yes | Ignore Special EQ Load? Yes | D/P Plug Welded? Yes |

| | | |
|--------------|--------------|---------------|
| GammaM0=1,05 | GammaM1=1,05 | GammaM2=1,25 |
| q=2,00 | Omega=1,00 | GammaOV=1,10 |
| An/Ag=1,00 | RLLF=1,000 | PLLF=1,000 |
| | | D/C Lim=1,000 |

| | | | | |
|---------------|---------------|---------------|------------------|-------------------|
| Aeff=0,003 | eNy=0,000 | eNz=0,000 | | |
| A=0,003 | Iyy=1,943E-05 | iyy=0,083 | Wel,yy=1,943E-04 | Weff,yy=1,943E-04 |
| It=0,000 | Izz=1,420E-06 | izz=0,022 | Wel,zz=2,840E-05 | Weff,zz=2,840E-05 |
| Iw=0,000 | Iyz=0,000 | h=0,200 | Wpl,yy=2,210E-04 | Av,z=0,002 |
| E=210000000,0 | fy=275000,000 | fu=430000,000 | Wpl,zz=4,460E-05 | Av,y=0,001 |

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

| Location | Ned | Med,yy | Med,zz | Ved,z | Ved,y | Ted |
|----------|--------|--------|--------|---------|-------|-------|
| 0,000 | -7,639 | 0,000 | 0,000 | -17,172 | 0,000 | 0,000 |

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation EC3 6.3.3(4)-6.62)

D/C Ratio: 0,303 = 0,028 + 0,276 + 0,000 < 1,000 OK

$$= \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{(M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny})}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zz} \frac{(M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz})}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}}$$
 (EC3 6.3.3(4)-6.62)

AXIAL FORCE DESIGN

| | Ned | Nc,Rd | Nt,Rd | | | | |
|--------------|---------|----------|----------|-----------|-------|-------|---------|
| | Force | Capacity | Capacity | | | | |
| Axial | -7,639 | 746,429 | 746,429 | | | | |
| | Npl,Rd | Nu,Rd | Ncr,T | Ncr,TF | An/Ag | | |
| | 746,429 | 882,360 | 1241,671 | 1241,671 | 1,000 | | |
| | Curve | Alpha | Ncr | LambdaBar | Phi | Chi | Nb,Rd |
| Major (y-y) | a | 0,210 | 7415,288 | 0,325 | 0,566 | 0,972 | 725,196 |
| MajorB (y-y) | a | 0,210 | 7415,288 | 0,325 | 0,566 | 0,972 | 725,196 |
| Minor (z-z) | b | 0,340 | 381,168 | 1,434 | 1,738 | 0,368 | 274,455 |
| MinorB (z-z) | b | 0,340 | 381,168 | 1,434 | 1,738 | 0,368 | 274,455 |
| Torsional TF | b | 0,340 | 1241,671 | 0,794 | 0,917 | 0,728 | 543,289 |

MOMENT DESIGN

| | Med | Med,span | Mc,Rd | Mv,Rd | Mn,Rd | Mb,Rd | |
|-------------|--------|----------|-------------|----------|----------|----------|--------|
| | Moment | Moment | Capacity | Capacity | Capacity | Capacity | |
| Major (y-y) | 0,000 | 11,503 | 57,881 | 57,881 | 57,881 | 41,592 | |
| Minor (z-z) | 0,000 | 0,000 | 11,681 | 11,681 | 11,681 | | |
| | Curve | AlphaLT | LambdaBarLT | PhiLT | ChiLT | C1 | Mcr |
| LTB | a | 0,210 | 0,923 | 1,002 | 0,719 | 1,212 | 71,326 |
| | kyy | kyz | kzy | kzz | | | |
| Factors | 0,978 | 0,623 | 0,996 | 1,039 | | | |

SHEAR DESIGN

| | Ved | Vc,Rd | Stress | Status | Ted |
|-----------|---------|----------|------------|--------|---------|
| | Force | Capacity | Ratio | Check | Torsion |
| Major (z) | 17,172 | 211,937 | 0,081 | OK | 0,000 |
| Minor (y) | 0,000 | 275,990 | 0,000 | OK | 0,000 |
| | Vpl,Rd | Eta | LambdabarW | | |
| Reduction | 211,937 | 1,200 | 0,409 | | |

BRACE MAXIMUM AXIAL LOADS

| | P | P |
|-------|--------|------|
| | Comp | Tens |
| Axial | -7,639 | N/C |

9.7 Verifica delle diagonali in copertura

Si riportano nel seguito le verifiche delle diagonali di copertura, considerate agenti solamente a trazione. Dal momento che il post-processore del programma esegue le verifiche nelle condizioni più sfavorevoli e quindi a compressione, tali verifiche sono state effettuate separatamente, sull'elemento più sollecitato, considerando una trazione doppia a quella derivante dall'analisi (si veda la tabella seguente):

$$N_{Ed} = 26 \cdot 2 = 52 \text{ KN}$$

Le diagonali sono costituite da tondi $\Phi 24$, con un'area della sezione al netto della filettatura, pari a:

$$A = 353 \text{ mm}^2.$$

Nella tabella seguente sono riportati i valori massimo e minimo dell'involuppo delle forze assiali in ogni diagonale della copertura.

| Frame | OutputCase | StepType | P |
|-------|------------|----------|-------|
| Text | Text | Text | KN |
| DC01 | SLV-Env | Max | 13.0 |
| DC01 | SLV-Env | Min | -13.0 |
| DC02 | SLV-Env | Max | 13.0 |
| DC02 | SLV-Env | Min | -13.0 |
| DC03 | SLV-Env | Max | 25.9 |
| DC03 | SLV-Env | Min | -25.9 |
| DC04 | SLV-Env | Max | 25.9 |
| DC04 | SLV-Env | Min | -25.9 |
| DC05 | SLV-Env | Max | 24.6 |
| DC05 | SLV-Env | Min | -24.6 |
| DC06 | SLV-Env | Max | 24.6 |
| DC06 | SLV-Env | Min | -24.6 |
| DC07 | SLV-Env | Max | 18.3 |
| DC07 | SLV-Env | Min | -23.1 |
| DC08 | SLV-Env | Max | 23.2 |
| DC08 | SLV-Env | Min | -18.5 |
| DC09 | SLV-Env | Max | 23.1 |
| DC09 | SLV-Env | Min | -18.4 |
| DC10 | SLV-Env | Max | 18.3 |
| DC10 | SLV-Env | Min | -23.0 |
| DC11 | SLV-Env | Max | 14.8 |
| DC11 | SLV-Env | Min | -19.8 |
| DC12 | SLV-Env | Max | 20.0 |
| DC12 | SLV-Env | Min | -15.1 |

| | | | |
|------|---------|-----|-------|
| DC13 | SLV-Env | Max | 20.1 |
| DC13 | SLV-Env | Min | -15.1 |
| DC14 | SLV-Env | Max | 14.8 |
| DC14 | SLV-Env | Min | -19.8 |
| DC15 | SLV-Env | Max | 14.5 |
| DC15 | SLV-Env | Min | -19.6 |
| DC16 | SLV-Env | Max | 19.8 |
| DC16 | SLV-Env | Min | -14.9 |
| DC17 | SLV-Env | Max | 19.8 |
| DC17 | SLV-Env | Min | -14.9 |
| DC18 | SLV-Env | Max | 14.5 |
| DC18 | SLV-Env | Min | -19.6 |
| DC19 | SLV-Env | Max | 16.8 |
| DC19 | SLV-Env | Min | -21.6 |
| DC20 | SLV-Env | Max | 21.7 |
| DC20 | SLV-Env | Min | -17.0 |
| DC21 | SLV-Env | Max | 21.7 |
| DC21 | SLV-Env | Min | -17.0 |
| DC22 | SLV-Env | Max | 16.8 |
| DC22 | SLV-Env | Min | -21.6 |
| DC23 | SLV-Env | Max | 24.7 |
| DC23 | SLV-Env | Min | -24.7 |
| DC24 | SLV-Env | Max | 24.7 |
| DC24 | SLV-Env | Min | -24.7 |
| DC25 | SLV-Env | Max | 26.0 |
| DC25 | SLV-Env | Min | -26.0 |
| DC26 | SLV-Env | Max | 26.0 |
| DC26 | SLV-Env | Min | -26.0 |
| DC27 | SLV-Env | Max | 13.0 |
| DC27 | SLV-Env | Min | -13.0 |
| DC28 | SLV-Env | Max | 13.0 |
| DC28 | SLV-Env | Min | -13.0 |

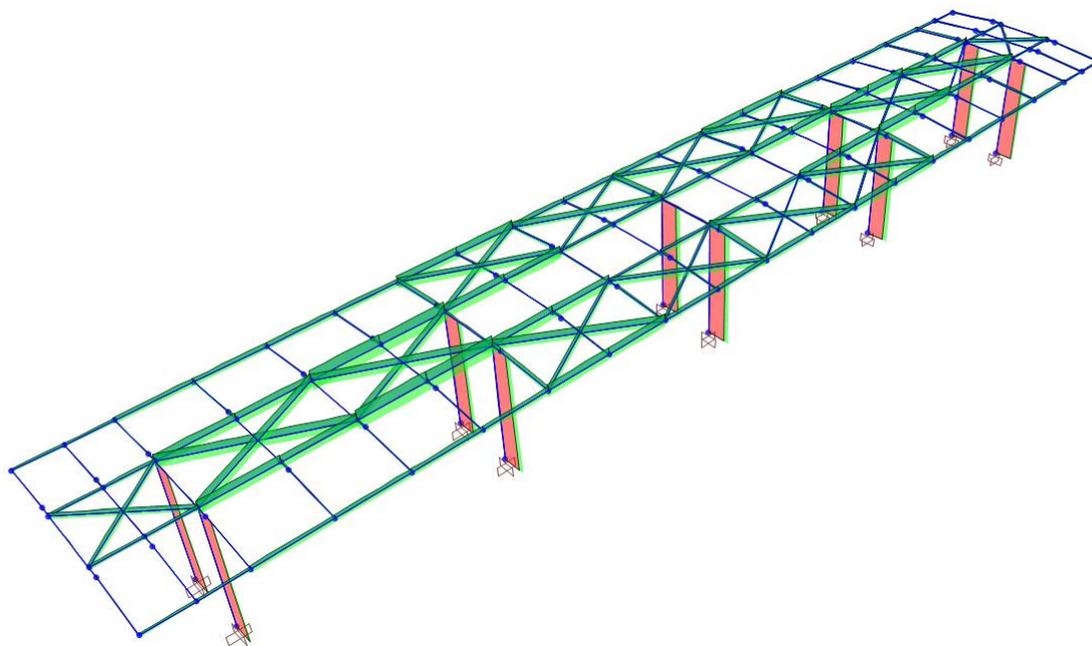


Figura 26 – Sforzi assiali nella combinazione involucro degli SLV

La resistenza plastica del tondo risulta:

$$N_{pl,Rd} = 353 \cdot 275 / (1.05 \cdot 1000) = 92.45 \text{ kN} > 52 \text{ KN}$$

10. VERIFICA DELLE UNIONI MAGGIORMENTE SOLLECITATE

In questo capitolo si riportano le verifiche delle unioni maggiormente sollecitate:

- Ancoraggio al piede delle colonne **HEA400**
- Nodo Diagonale di copertura – Trave: **Φ24 – HEA 400**
- Nodo Trave – Colonna: **IPE400 - HEA400**
- Nodo Trave principale-Trave secondaria: **IPE400-HEA400**

10.1 Verifica della piastra di base delle colonne HEA400

L'unione tra colonna e fondazione in c.a. è costituita da una piastra in acciaio, di dimensione 750*600mm e di spessore di 40 mm, collegata alla platea di fondazione tramite n°18 tirafondi M30 di classe 8.8, disposti come riportato nell'immagine seguente.

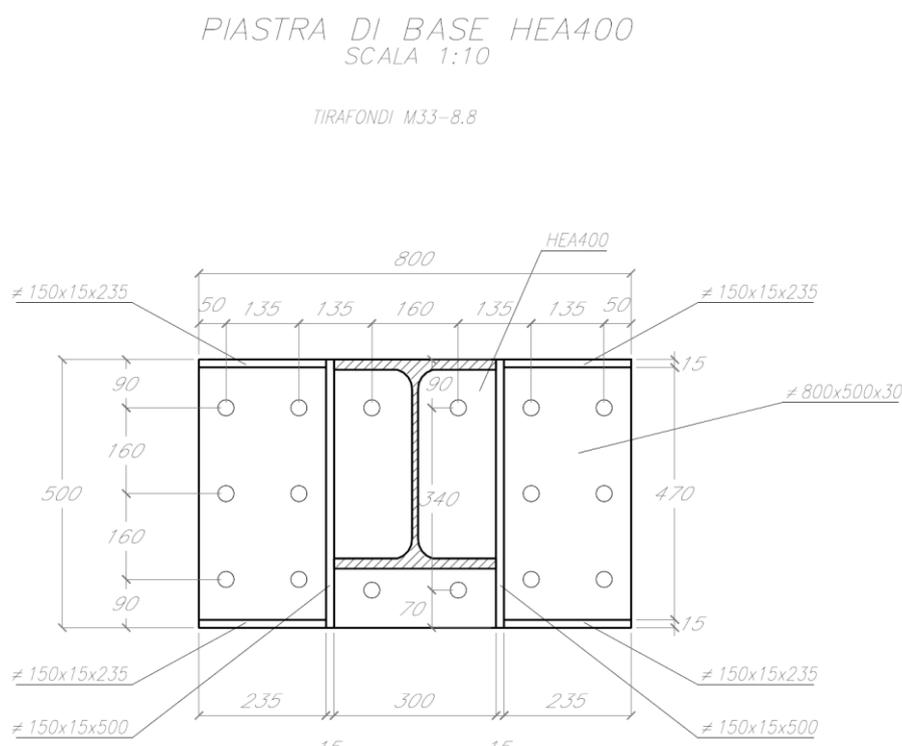
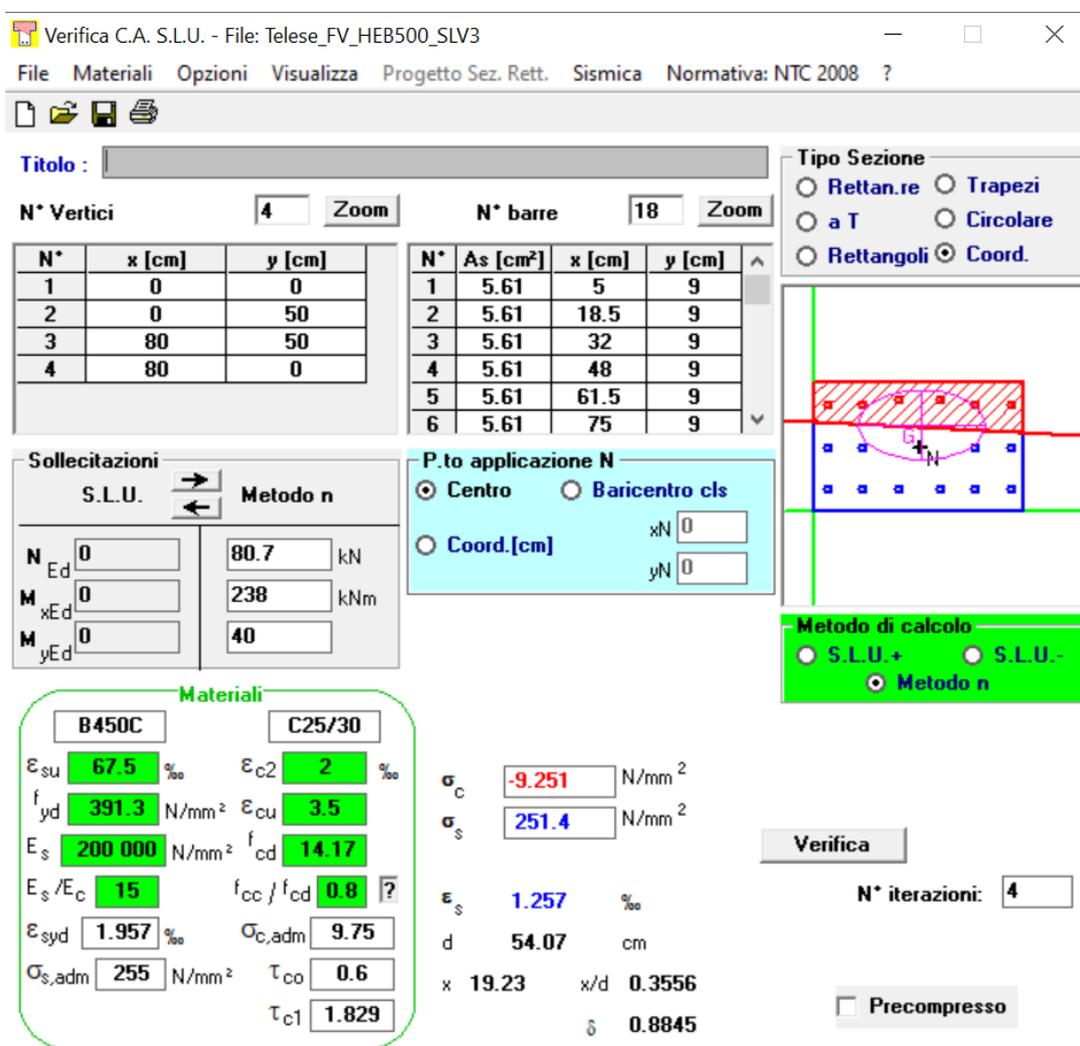


Figura 27 - Dettaglio piastra di base

10.1.1 Verifica del Calcestruzzo

Per la verifica a schiacciamento del CLS è stata utilizzata la combinazione di carico agli SLV più sfavorevole.

Utilizzando il software VCASLU e riportando la geometria della piastra di base, è stata ottenuta la tensione di compressione agente sul calcestruzzo.



Titolo : []

N° Vertici **Zoom** **N° barre** **Zoom**

| N° | x [cm] | y [cm] |
|----|--------|--------|
| 1 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 50 |
| 3 | 80 | 50 |
| 4 | 80 | 0 |

| N° | As [cm²] | x [cm] | y [cm] |
|----|----------|--------|--------|
| 1 | 5.61 | 5 | 9 |
| 2 | 5.61 | 18.5 | 9 |
| 3 | 5.61 | 32 | 9 |
| 4 | 5.61 | 48 | 9 |
| 5 | 5.61 | 61.5 | 9 |
| 6 | 5.61 | 75 | 9 |

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

| | | |
|------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| N _{Ed} | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="80.7"/> kN |
| M _{xEd} | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="238"/> kNm |
| M _{yEd} | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="40"/> |

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
 B450C C25/30

| | | | |
|------------------|--|------------------|------------------------------------|
| ϵ_{su} | <input type="text" value="67.5"/> ‰ | ϵ_{c2} | <input type="text" value="2"/> ‰ |
| f_{yd} | <input type="text" value="391.3"/> N/mm ² | ϵ_{cu} | <input type="text" value="3.5"/> |
| E_s | <input type="text" value="200 000"/> N/mm ² | f_{cd} | <input type="text" value="14.17"/> |
| E_s/E_c | <input type="text" value="15"/> | f_{cc}/f_{cd} | <input type="text" value="0.8"/> ? |
| ϵ_{syd} | <input type="text" value="1.957"/> ‰ | $\sigma_{c,adm}$ | <input type="text" value="9.75"/> |
| $\sigma_{s,adm}$ | <input type="text" value="255"/> N/mm ² | τ_{co} | <input type="text" value="0.6"/> |
| | | τ_{c1} | <input type="text" value="1.829"/> |

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_s ‰
d cm
x x/d
 δ

Verifica **N° iterazioni:**

Precompresso

La verifica risulta essere soddisfatta in quanto:

$$f_{Ed} / f_{cd} = 9.251 / 14.17 \approx 0.65$$

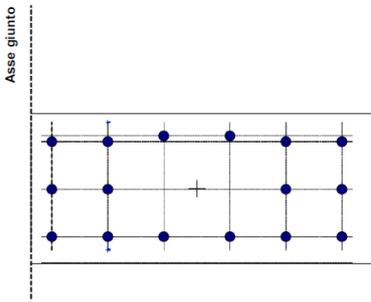
10.1.2 Verifica dei tirafondi soggetti a trazione e taglio

Si riportano a seguire le verifiche condotte secondo quanto previsto dalle NTC-08, § 4.2.8.1.1. Sono state estrapolate le sollecitazioni alla base dei pilastri in funzione della combinazione di carico più gravosa e dell'elemento maggiormente sollecitato.

Verifica Tirafondi Pilastro HEA 500 - Telese Pensiline

| Bullone | x | y | F _{Lx} | F _{Ly} | F _{b,E} | Dir. II carico | Dir. ⊥ carico | Bulloni d (mm) | Classe bulloni | Sezione intera o filettata? (i/f) | Numero sezioni resistenti | Acciaio piatti e profilati | | | | |
|---------|-----|-----|-----------------|-----------------|------------------|----------------|---------------|---|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|--|
| N. | mm | mm | N | N | N | | | 30 | 8.8 | f | 1 | S275 N/NL/M/ML | | | | |
| 1 | 50 | 90 | 2 657 | 1 181 | 2 908 | bordo | interno | Verifica a Taglio - Comb | | J005 - SLV 4 | Traz. 1 - Comb | | | | | |
| 2 | 185 | 90 | 2 657 | 922 | 2 813 | interno | interno | V _x (N) | V _y (N) | M (N mm) | σ bullone (Mpa) | N bullone (N) | | | | |
| 3 | 320 | 90 | 2 657 | 662 | 2 739 | interno | interno | 47 520 | 8 128 | 2 613 600 | 251 | 141035.4 | | 0 | | |
| 4 | 480 | 90 | 2 657 | 354 | 2 681 | interno | interno | Numero viti | | Sez. (mm ²) | Fori Φ (mm) | Testa (mm) | f _{Lb} (MPa) | f _{Lk} (MPa) | fck Cls fond. (Mpa) | |
| 5 | 615 | 90 | 2 657 | 94 | 2 659 | interno | interno | 16 | 561 | 31.5 | 46 | 800 | 370 | 25 | | |
| 6 | 750 | 90 | 2 657 | -165 | 2 663 | bordo | interno | Caratteristiche geometriche | | | | | | | | |
| 7 | 50 | 250 | 2 965 | 1 181 | 3 192 | bordo | interno | x _G (mm) | y _G (mm) | J _x (mm ²) | J _y (mm ²) | J _z (mm ²) | | | | |
| 8 | 185 | 250 | 2 965 | 922 | 3 105 | interno | interno | 400.0 | 252.5 | 1 037 950.00 | 320 700.00 | 1 358 650.00 | | | | |
| 9 | 615 | 250 | 2 965 | 94 | 2 967 | interno | interno | Verifica a taglio: | | | F _{v,Rd} (N) = | 215 424 | > | 3 480 | | |
| 10 | 750 | 250 | 2 965 | -165 | 2 970 | interno | interno | Verifiche a rifollamento | | | k · α | F _{b,Rd} (N) | F _{b,E} (N) | | | |
| 11 | 50 | 410 | 3 273 | 1 181 | 3 480 | bordo | interno | Bull. di bordo in dir. del carico e in dir. perp.: | | | 1.984 | 704 761.9 | > | 0.0 | | |
| 12 | 185 | 410 | 3 273 | 922 | 3 400 | interno | interno | Bull. di bordo in dir. del carico e int. in dir. perp.: | | | 1.984 | 704 761.9 | > | 3 479.6 | | |
| 13 | 320 | 430 | 3 311 | 662 | 3 377 | interno | interno | Bull. Int. in dir. del carico e in dir. perp.: | | | 2.500 | 888 000.0 | > | 3 400.3 | | |
| 14 | 480 | 430 | 3 311 | 354 | 3 330 | interno | interno | | | | | | | | | |
| 15 | 615 | 410 | 3 273 | 94 | 3 274 | interno | interno | Verifica a trazione del bullone | | | F _{L,Rd} (N) = | 323 136.0 | > | 141 035 | | |
| 16 | 750 | 410 | 3 273 | -165 | 3 277 | bordo | interno | Verifica piastra a punzonamento | | | B _{p,Rd} (N) = | 669 197 | > | 141 035 | | |
| | | | | | | | | Verifica a Taglio - Trazione | | | Cond. 2 | 1 | > | 0.33 | | |

| | | | |
|--------|---------|---------|--|
| 47 520 | 8 128 | Massimi | |
| 3 480 | | | |
| 0 | bordo | bordo | |
| 0 | interno | bordo | |
| 3 480 | bordo | interno | |
| 3 400 | interno | interno | |



10.1.3 Calcolo della lunghezza di ancoraggio dei tirafondi

Ai sensi del capitolo 4.1.2.1.1.4 delle NTC-08, essendo:

- $f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c$ con $\gamma_c = 1.5$;
- $f_{bk} = 2.25 \eta f_{ctk}$;
- $\eta = 132 - \phi / 100$.

E conoscendo lo sforzo di trazione agente su ogni tirafondo $F_{t,ed} = 141$ kN, si ha che:

$$L_{ancoraggio} = F_{t,ed} / (p f_{bd}) = 56.3 < 70 \text{ cm}$$

La lunghezza di ancoraggio di 70 cm risulta pertanto sufficiente.

PIASTRA DI BASE HEA400
SCALA 1:10

TIRAFONDI M33-8.8

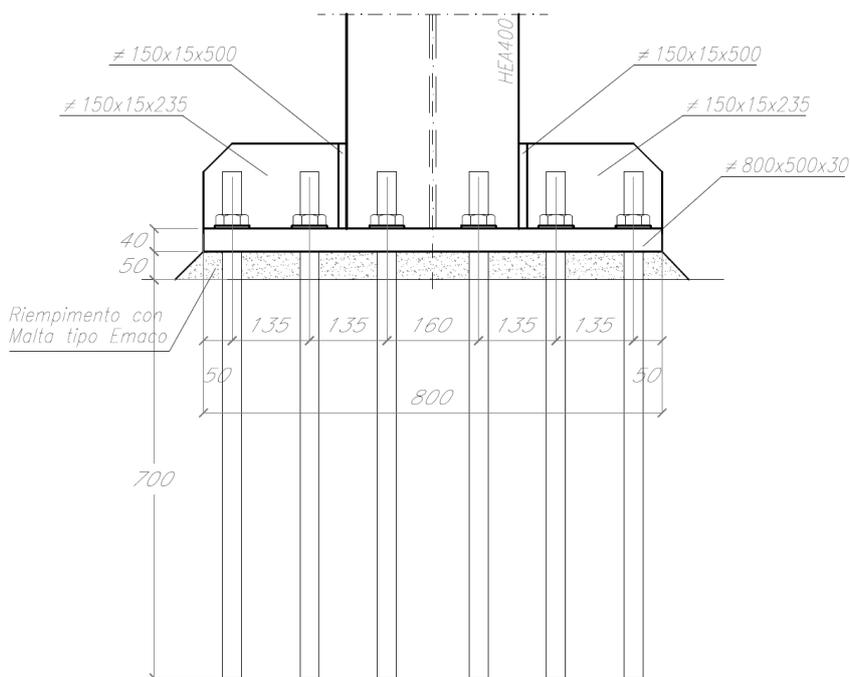


Figura 28 - Dettaglio nodo di base

10.2 Unioni delle diagonali in copertura

Si riportano a seguire le verifiche condotte secondo quanto previsto dalle NTC-08. § 4.2.8.1.1. Sono state estrapolate le sollecitazioni sui nodi in funzione della combinazione di carico più gravosa e dell'elemento maggiormente sollecitato.

PARTICOLARE UNIONE DIAGONALI
SCALA 1:10

BULLONI M20-8.8

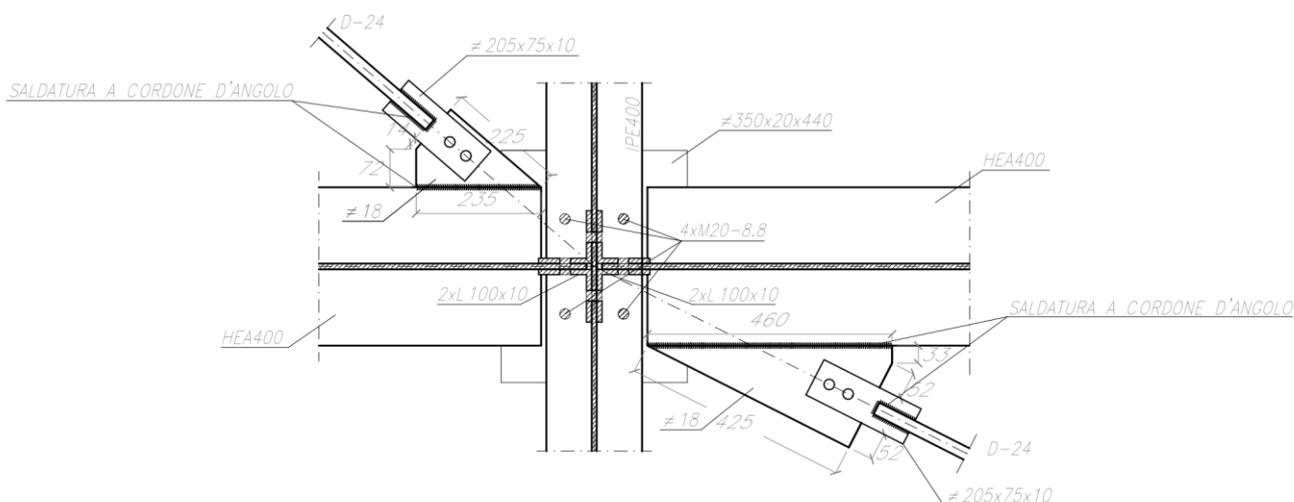


Figura 29 - Unione delle diagonali alle travi

PARTICOLARE DIAGONALI INTERNA
SCALA 1:10

BULLONI M20-8.8

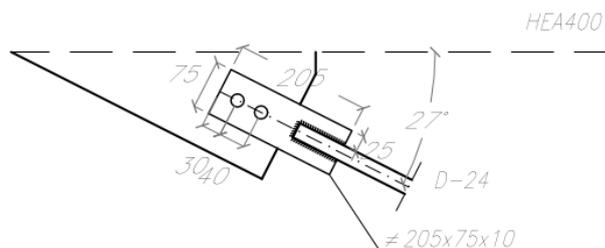
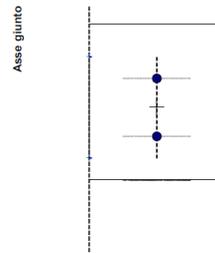


Figura 30 - Particolare unione

Verifica bullonatura - Diagonali Telese Pensilina

| Bullone | x | y | d _x | d _y | d | F _M | F _{M,x} | F _{M,y} | F _{Lx} | F _{Ly} | F _{b,E} | Dir. il carico | Dir. ⊥ carico | Bulloni | Classe bulloni | Sezione intera o filettata? (l/lf) | Numero sezioni resistenti | Acciaio piatti e profilati | | | | | | |
|---------|------|----|----------------|----------------|------|----------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|----------------|---------------|--|-------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|----------------------|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | | | | | | d (mm) | 8.8 | f | 2 | S275 N/NL/M/M/L | | | | | | |
| 1 | 37.5 | 30 | 0.0 | -20.0 | 20.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 489 | 14 489 | bordo | bordo | | | | | | | | | | | |
| 2 | 37.5 | 70 | 0.0 | 20.0 | 20.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 489 | 14 489 | bordo | bordo | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | Carichi | | Distanze dai bordi | | Interassi bulloni | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | V _x (N) | V _y (N) | M (N mm) | e1 (mm) | e2 (mm) | p1 (mm) | p2 (mm) | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 28 977 | | 37.5 | 37.5 | 30 | 0 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | Numero viti | Sez. (mm ²) | Fori Φ (mm) | f _{tb} (MPa) | f _{tk} (MPa) | Spessor e lamiera t (mm) | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 2 | 245 | 21.5 | 800 | 370 | 18 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | Caratteristiche geometriche | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | x _G (mm) | y _G (mm) | J _x (mm ²) | J _y (mm ²) | J _p (mm ²) | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 37.5 | 50.0 | 0.00 | 800.00 | 800.00 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | Verifica a taglio: | | F _{v,Rd} (N) = | | 94 080.0 | > | 7 244.3 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | Verifiche a rifollamento | | k · α | | F _{b,Rd} (N) | > | F _{b,E} (N) | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | Bull. di bordo in dir. del carico e in dir. perp.: | | 1.453 | | 154 883.7 | > | 14 488.5 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | Totali | | 0 | 28 977 | Massimi | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 14 489 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 14 489 | bordo | bordo | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 0 | interno | bordo | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 0 | bordo | interno | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 0 | interno | interno | | | | | | | | |



Simboli

| | | | |
|--|---|--|---|
| x, y : | Coordinate degli assi dei bulloni | V _x , V _y : | Tagli nelle direzioni degli assi |
| e ₁ : | Distanza delle viti dal bordo nella direzione della forza | M : | Momento rispetto al baricentro della bullonatura |
| e ₂ : | Distanza delle viti al bordo nella direzione ortogonale alla forza | F _M , F _{M,x} , F _{M,y} : | Forza su ogni vite dovuta al momento e sue proiezioni sugli assi di riferimento |
| t : | Spessore nella verifica a rifollamento | F _{Lx} , F _{Ly} : | Componenti della forza totale su ogni vite dovuta al momento ed ai tagli |
| d, d _x , d _y : | Distanza delle viti dal baricentro e sue proiezioni sugli assi di riferimento | F _t : | Forza totale su ogni vite |
| x _G , y _G : | Baricentro della bullonatura | t _b : | Tensione tangenziale nella vite |
| J _x , J _y , J _p : | Momenti d'inerzia assiali e polare | f _{t,N} : | Resistenza di progetto a trazione delle viti |
| α : | Coefficiente maggiorativo della resistenza nella verifica a rifollamento | f _{t,V} : | Resistenza di progetto a taglio delle viti |
| | | f _{t,prof.} : | Resistenza di progetto dei piatti e dei profilati |

10.3 Unione trave IPE400 – colonna HEA400

Si riportano a seguire le verifiche condotte secondo quanto previsto dalle NTC-08. § 4.2.8.1.1. Sono state estrapolate le sollecitazioni sui nodi in funzione della combinazione di carico più gravosa e dell'elemento maggiormente sollecitato.

PARTICOLARE PIASTRA ANCORAGGIO HEA400-IPE400 SCALA 1:10

BULLONI M20-8.8

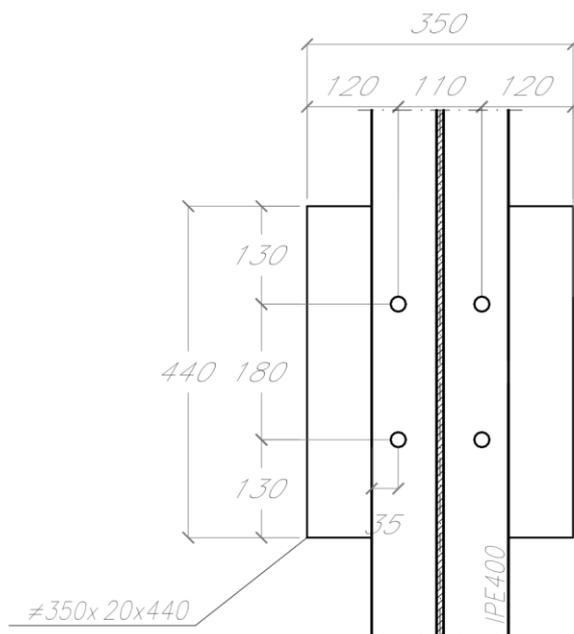


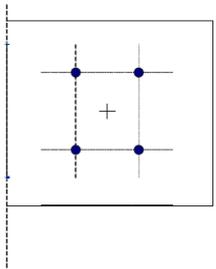
Figura 31 - Unione IPE400-HEA400

Verifica Collegamento nodo pilastro HEA400-IPE400

| Bullone | x | y | F _{Lx} | F _{Ly} | F _{b,E} | Dir. II carico | Dir. _I carico | Bulloni d (mm) | Classe bulloni | Sezione intera o filettata? (i/f) | Numero sezioni resistenti | Acciaio piatti e profilati | | | |
|---------|-----|-----|-----------------|-----------------|------------------|----------------|----------------|--|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|-------------------------|--|
| N. | mm | mm | N | N | N | | | 20 | 8.8 | f | 1 | S275 N/NL/M/M/L | | | |
| 1 | 120 | 130 | 11 880 | 2 032 | 12 053 | bordo | bordo | Verifica a Taglio - Comb | | | SLV 3 | Traz. 1 - SLU10 | Distanze dai bordi | | |
| 2 | 230 | 130 | 11 880 | 2 032 | 12 053 | bordo | bordo | V _x (N) | V _y (N) | M (N mm) | | N bullone (N) | e1 (mm) | e2 (mm) | |
| 3 | 120 | 310 | 11 880 | 2 032 | 12 053 | bordo | bordo | 47 520 | 8 128 | | | 56989 | 120 | 130 | |
| 4 | 230 | 310 | 11 880 | 2 032 | 12 053 | bordo | bordo | Numero viti | Sez. (mm ²) | Fori Φ (mm) | Testa (mm) | f _b (MPa) | Interassi bulloni | | |
| | | | | | | | | 4 | 245 | 21.5 | 30 | 800 | p1 (mm) | p2 (mm) | |
| | | | | | | | | Caratteristiche geometriche | | | | | | | |
| | | | | | | | | x ₀ (mm) | y ₀ (mm) | J _x (mm ²) | J _y (mm ²) | J _p (mm ²) | f _{ik} (MPa) | Spessore lamiera t (mm) | |
| | | | | | | | | 175.0 | 220.0 | 12 100.00 | 32 400.00 | 44 500.00 | 370 | 20 | |
| | | | | | | | | Verifica a taglio: | | | F _{v,Rd} (N) = | 94 080 | > | 12 053 | |
| | | | | | | | | Verifiche a rifollamento | | | k · α | F _{b,Rd} (N) | > | F _{b,E} (N) | |
| | | | | | | | | Bull. di bordo in dir. del carico e in dir. perp.: | | | 2.500 | 296 000.0 | > | 12 052.5 | |
| | | | | | | | | Verifica a trazione del bullone | | | F _{t,Rd} (N) = | 141 120.0 | > | 14 247 | |
| | | | | | | | | Verifica piastra a punzonamento | | | B _{p,Rd} (N) = | 223 066 | > | 14 247 | |
| | | | | | | | | Verifica a Taglio - Trazione | | | Cond. 2 | 1 | > | 0.16 | |

| | | | |
|--------|---------|---------|--|
| 47 520 | 8 128 | Massimi | |
| 12 053 | | | |
| 12 053 | bordo | bordo | |
| 0 | interno | bordo | |
| 0 | bordo | interno | |
| 0 | interno | interno | |

Asse giunto



10.4 Unione trave IPE400 – trave HEA400

Si riportano a seguire le verifiche condotte secondo quanto previsto dalle NTC-08. § 4.2.8.1.1. Sono state estrapolate le sollecitazioni sui nodi in funzione della combinazione di carico più gravosa e dell'elemento maggiormente sollecitato.

PARTICOLARE UNIONE IPE400-HEA400 SCALA 1:10

BULLONI M20-8.8

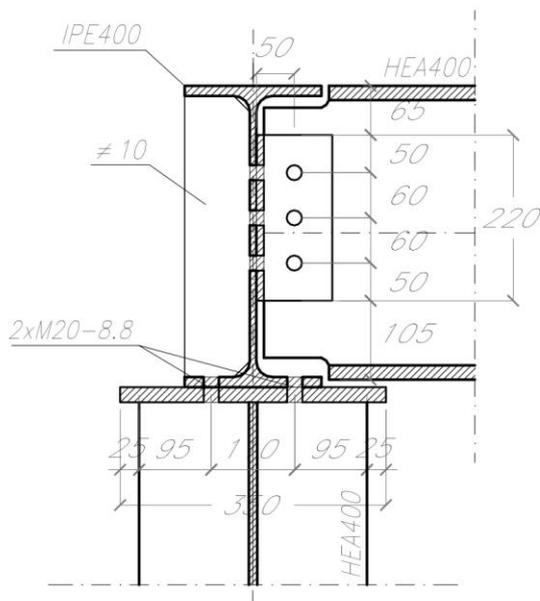
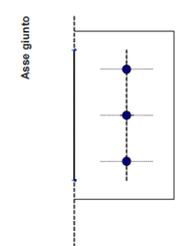


Figura 32 - Unione trave IPE400 - trave HEA400

Verifica bullonatura IPE400-HEA400 -Telese Pensilina

| Bullone | x | y | d _x | d _y | d | F _M | F _{M,x} | F _{M,y} | F _{Lx} | F _{Ly} | F _{b,E} | Dir. il carico | Dir. ⊥ carico | Bulloni d (mm) | Classe bulloni | Sezione intera o filettata? (i/f) | Numero sezioni resistenti | Acciaio piatti e profilati | | | | |
|---------------|----|-----|----------------|----------------|------|----------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|----------------|---------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------|-------------------|--|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | S275 N/NL/M/M/L | | Interassi bulloni | | |
| N. | mm | mm | mm | mm | mm | N | N | N | N | N | N | | | 20 | 8.8 | f | 2 | Distanze dai bordi | | Interassi bulloni | | |
| | | | | | | | | | | | | | | V _x (N) | V _y (N) | M (N mm) | e1 (mm) | e2 (mm) | p1 (mm) | p2 (mm) | | |
| 1 | 55 | 50 | 0.0 | -60.0 | 60.0 | 30 891 | -30 891 | 0 | -30 190 | 22 466 | 37 632 | bordo | bordo | | | | | | | | | |
| 2 | 55 | 110 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 701 | 22 466 | 22 477 | interno | bordo | | | | | | | | | |
| 3 | 55 | 170 | 0.0 | 60.0 | 60.0 | 30 891 | 30 891 | 0 | 31 591 | 22 466 | 38 765 | bordo | bordo | | | | | | | | | |
| Totali | | | | | | | | | | | | 2 102 | 67 398 | Massimi | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | 38 765 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | 38 765 | bordo | bordo | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | 22 477 | interno | bordo | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | 0 | bordo | interno | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | 0 | interno | interno | | | | | | | | |

| Caratteristiche geometriche | | | | | | | |
|--|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|----------------------|----------|
| x _G (mm) | y _G (mm) | J _x (mm ²) | J _y (mm ²) | J _p (mm ²) | | | |
| 55.0 | 110.0 | 0.00 | 7 200.00 | 7 200.00 | | | |
| Verifica a taglio: F _{v,Rd} (N) = | | | | 94 080.0 | > | 19 382.6 | |
| Verifiche a rifollamento | | | | K · α | F _{b,Rd} (N) | F _{b,E} (N) | |
| Bull. di bordo in dir. del carico e in dir. perp.: | | | | 1.938 | 126 201.6 | > | 38 765.2 |
| Bull. int. in dir. car. e di bordo in dir. perp.: | | | | 1.701 | 110 741.9 | > | 22 476.9 |



Simboli

| | | | |
|--|---|--|---|
| x, y : | Coordinate degli assi dei bulloni | V _x , V _y : | Tagli nelle direzioni degli assi |
| e ₁ : | Distanza delle viti dal bordo nella direzione della forza | M : | Momento rispetto al baricentro della bullonatura |
| e ₂ : | Distanza delle viti al bordo nella direzione ortogonale alla forza | F _M , F _{M,x} , F _{M,y} : | Forza su ogni vite dovuta al momento e sue proiezioni sugli assi di riferimento |
| t : | Spessore nella verifica a rifollamento | F _{Lx} , F _{Ly} : | Componenti della forza totale su ogni vite dovuta al momento ed ai tagli |
| d, d _x , d _y : | Distanza delle viti dal baricentro e sue proiezioni sugli assi di riferimento | F _T : | Forza totale su ogni vite |
| x _G , y _G : | Baricentro della bullonatura | t _b : | Tensione tangenziale nella vite |
| J _x , J _y , J _p : | Momenti d'inerzia assiali e polare | f _{d,N} : | Resistenza di progetto a trazione delle viti |
| α : | Coefficiente maggiorativo della resistenza nella verifica a rifollamento | f _{d,V} : | Resistenza di progetto a taglio delle viti |
| | | f _{d,prof.} : | Resistenza di progetto dei piatti e dei profilati |

11. VERIFICHE SLD E SLO

I massimi spostamenti orizzontali della copertura per i due stati limite sono:

- SLD: 46 mm = 0.09h
- SLO: 34 mm = 0.06h

Non essendo presenti tamponature tali valori risultano accettabili.

12. VERIFICHE SLE DI DEFORMABILITA'

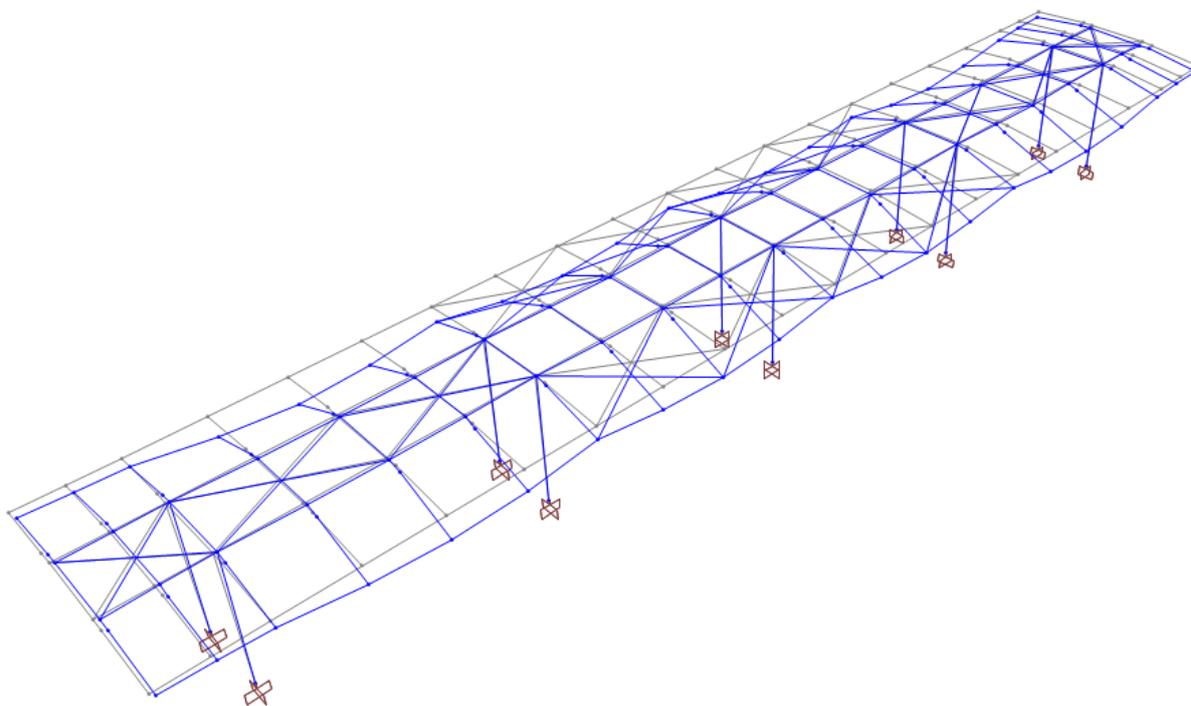


Figura 33 – Deformazioni allo SLE rara

Non c'è la necessità di prevedere monte per le travi della copertura, pertanto le verifiche secondo il § 4.2.4.2.2 delle NTC-08 forniscono i risultati riportati appresso.

| | | | | | | |
|---|--|--------------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|----------------------------|
|  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> | <p>ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO. 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE PROGETTO ESECUTIVO</p> | | | | | |
| <p>FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo</p> | <p>COMMESSA IF26</p> | <p>LOTTO 12 E ZZ</p> | <p>CODIFICA CL</p> | <p>DOCUMENTO FV020 0004</p> | <p>REV. B</p> | <p>FOGLIO 79 di 79</p> |

Le inflessioni delle travi trasversali a mensola IPE400, di sbalzo $L = 2.77\text{m}$, nella condizione SLE rara sono:

- Inflessione massima per i carichi variabili (vento ed effetti aerodinamici): $7\text{ mm} = 2L/790 < 2L/250$
- Inflessione totale: $20\text{ mm} = 2L/277 < L/200$

Le inflessioni delle travi di bordo IPE360 di luce 10m, appoggiate alle mensole IPE400, nella condizione SLE rara sono:

- Inflessione per gli accidentali (vento ed effetti aerodinamici): $14 - 6 = 8\text{mm} = L/1250 < L/250$
- Inflessione totale: $39 - 19 = 20\text{mm} = L/500 < L/200$

Le inflessioni delle travi longitudinali HEA400 nella condizione SLE rara sono trascurabili.