

COMUNE DI SAUZE D'OULX

"Riposizionamento stadio olimpico del Freestyle e adeguamento funzionale della Gran Pista"
LOTTO 3 A: Sistemazione GRANPISTA-Ponte Prariond e Sistemazione Area FREESTYLE

PROGETTO ESECUTIVO

TAVOLA

L

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

CONSORZIO FORESTALE ALTA VALLE SUSA
Via Pellousiere n°6 OULX (TO) C.A.P. 10056
Tel 0122 - 831079 Fax 0122 - 831282 E.MAIL cf.avs@tin.it
P.iva 03070280015 - C.F. 86501390016

- AREA FORESTE -



CODICE DOCUMENTO

0 2 - 2 0 1 3 - 0 5 2 . 0 0 0 0 L

GEN.14

Dott. Ing. Fabio PEIROLO

DATA

REDATTO DA:

GEN.14

Dott. For. Alberto DOTTA

Dott. For. Alberto DOTTA

DATA

PROGETTISTA e R.D.D.

RESPONSABILE DI COMMESSA

COMMITTENTE



COMUNE DI SAUZE D'OULX

Via della Torre n°11
Tel. 0122 - 858029
Fax 0122 - 858920

VISTO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

SOMMARIO

01. PREMESSA.....	7
02. DESCRIZIONE DELLE OPERE E CONTENUTO DEL PROGETTO	8
03. NORMATIVE DI RIFERIMENTO	8
04. SITO DI COSTRUZIONE	10
05. USO DELLA COSTRUZIONE	11
06. ELEMENTI DELLE OPERE.....	11
06.01 GEOMETRIA	11
06.02 MATERIALI.....	11
06.02.01 ACCIAIO CALCESTRUZZO ARMATO.....	11
06.02.02 CALCESTRUZZO	11
06.02.03 LEGNO LAMELLARE.....	12
06.02.04 LEGNO MASSICCIO.....	12
06.02.05 ACCIAIO DA CARPENTERIA	12
06.02.06 ELEMENTI COMMERCIALI DI COLLEGAMENTO	12
06.03 TERRENO	12
07. ANALISI DELLA SICUREZZA	12
07.01 SCHEMATIZZAZIONE DELLA STRUTTURA E DEI VINCOLI.....	13
07.01.01 MURI DI SOSTEGNO “ALTI” TIRANTATI E SOVRASTRUTTURA DEL PONTE	13
07.01.02 MURI DI SOSTEGNO “BASSI”	14
07.02 SCHEMATIZZAZIONE E MODELLAZIONE DELLE AZIONI.....	14
07.03 MODELLAZIONE DELLE AZIONI	15
07.04 MODELLAZIONE DEI MATERIALI.....	15
07.05 TIPO DI ANALISI.....	15
07.06 SW MODELLAZIONE DELLE STRUTTURE.....	15

07.06.01 MURI DI SOSTEGNO "ALTI" TIRANTATI E SOVRASTRUTTURA DEL PONTE	15
07.06.01.01 PARTE FEM	15
07.06.01.02 PARTE GEOTECNICA	16
07.06.01.03 PARTE MANUALE	16
07.06.02 MURI DI SOSTEGNO "BASSI"	17
08. AZIONI	17
08.01 AZIONI PERMANENTI STRUTTURALI	17
08.01.01 CALCESTRUZZO ARMATO	17
08.01.02 LEGNAME	18
08.01.03 ACCIAIO DA CARPENTERIA	18
08.01 AZIONI PERMANENTI NON STRUTTURALI	18
08.01.01 AZIONI DEL TERRENO	18
08.01.02 ASSITO DI CALESTIO	18
08.01.03 PARAPETTO	18
08.02 AZIONI VARIABILI	18
08.02.01 NEVE FISSA AL SUOLO	19
08.02.02 FOLLA SU SUPERFICI ESTERNE	19
08.02.03 BATTIPISTA	19
08.02.04 SPINTA PARAPETTO	19
08.03 NEVE	19
08.04 VENTO	21
08.05 SISMA	21
09. COMBINAZIONI DI CARICO	21
10. ELEMENTI VERIFICATI	22
10.01 FONDAZIONI DI C.A.	22
10.02 MURI DI C.A.	22
10.03 ELEMENTI DI LEGNO LAMELLARE	22
10.04 ELEMENTI DI LEGNO MASSICCIO	22
10.05 CONNESSIONI	22
11. PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	23

12. VALUTAZIONE DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI.....23

13. CONCLUSIONI.....23

14. ALLEGATI.....24

14.01 ANALSI MURO “BASSO”	24
14.02 ANALSI MURO “ALTO”	31
14.03 ANALISI MURO ALTO CON PONTE (FEM)	35
14.03.01 GEOMETRIA DEL MODELLO	35
14.03.02 MATERIALI	36
14.03.03 SEZIONI ELEMENTI BEAM.....	37
14.03.04 SPESSORI ELEMENTI SHELL.....	38
14.03.05 COMBINAZIONI DI CARICO.....	39
14.03.01 FONDAZIONI – VERIFICHE DI SLU.....	42
14.03.02 MURI – VERIFICHE DI SLU.....	43
14.03.03 SOVRASTRUTTURA DEL PONTE – VERIFICHE DI SLU.....	45
14.03.03.01 SOLLECITAZIONI DI MEDIA DURATA	45
14.03.03.02 SOLLECITAZIONI DI BREVE DURATA	46
14.03.03.03 SOLLECITAZIONI DI DURATA ISTANTANEA.....	47
14.03.04 TIRANTI DEI MURI – VERIFICHE DI SLU.....	48
14.03.01 SOVRASTRUTTURA DEL PONTE – VERIFICHE DI SLE	50
14.01 ASSITO DI CALPESTIO.....	51
14.02 PUNTONE OBLIQUO DEL PARAPETTO	51
14.03 HEA 100 DI ACCIAIO.....	52
14.04 ANALISI CONNESSIONI.....	54
14.04.01 CONNESSIONE “a”	54
14.04.02 CONNESSIONE “h”	55
14.04.03 CONNESSIONE “i”.....	55

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1, localizzazione generale dell’opera.	10
Figura 2, sito di installazione della costruzione.	10
Figura 3, geometria del problema.	24
Figura 4, sezione.....	25
Figura 5, inviluppo sollecitazioni del muro.....	26
Figura 6, inviluppo sollecitazioni della fondazione.	27
Figura 7, analisi di stabilità globale.	28
Figura 8, IR delle armature (sfruttamento).	29
Figura 9, esito delle verifiche, riportate per inviluppo nella 2° colonna.....	30
Figura 10, geometria del problema.	31
Figura 11, sezione.....	32
Figura 12, pressioni sulla fondazione.....	33
Figura 13, analisi di stabilità globale.	33
Figura 14, esito delle verifiche, riportate per inviluppo nella 2° colonna.....	34
Figura 15, modello 3D unifilare.	35
Figura 16, modello 3D solido.	36
Figura 17, materiali della struttura.....	36
Figura 18, sezioni elementi beam.	37
Figura 19, spessori elementi shell.....	38
Figura 20, sollecitazioni di flessione.....	45
Figura 21, indici di resistenza IR (con $K_{mod}=0.65$).	45
Figura 22, sollecitazioni di flessione.....	46
Figura 23, indici di resistenza IR (con $K_{mod}=0.70$).	46
Figura 24, sollecitazioni di flessione.....	47
Figura 25, indici di resistenza IR (con $K_{mod}=0.90$).	47
Figura 26, armature longitudinali posizionate in direzione n. 1.	48
Figura 27, armature longitudinali posizionate in direzione n. 2.	48
Figura 28, armature trasversali posizionate.	49
Figura 29, IR a presso-flessione.	49

Figura 30, IR a taglio.....	49
Figura 31, spostamenti significativi sotto SLE-rara.	50
Figura 32, input verificatore.....	52

01. PREMESSA

I lavori di “Riposizionamento stadio olimpico del Freestyle e adeguamento funzionale Gran Pista” comportano nel lotto 3 A la realizzazione di un ponte in località Prariond e la costruzione di opere di sostegno.

La presente relazione di calcolo esamina le condizioni di resistenza e di stabilità di tali opere strutturali.

La struttura viene calcolata per i limiti nel seguito esposti. In particolare:

1. il battipista non dovrà sovraccaricare la struttura più di quanto considerato a calcolo;
2. lo strato di neve sul piano di calpestio deve essere tenuto costantemente sotto controllo e non deve essere maggiore di quello assunto a progetto. La neve in eccesso deve pertanto essere rimossa;

E' implicito che:

1. l'imbocco del ponte dalla pista dovrà essere tenuto in efficienza nel tempo, sia in termini di quota e sia di planimetria. Tale aspetto è particolarmente importante dal p.to di vista della sicurezza d'uso dell'infrastruttura da parte degli sciatori;
2. le reti a protezione al fondo della pista, ad impedimento della caduta degli sciatori/persona nella sede stradale, da ambo le parti del ponte, dovranno essere tenute in posizione anche nella stagione estiva. Tale accorgimento è equivalente ad un parapetto atto ad evitare la caduta delle persone da altezze maggiori di 2 m, da pista a sede stradale. Qualora il Comune avesse a disposizione altre somme (es. ribassi d'asta), si consiglia di impiegare tali risorse per fare installare, nel corso dei lavori, un parapetto fisso di adeguata capacità;
3. è a carico del soggetto gestore delle piste (responsabile) l'adeguato posizionamento di:
 - a. reti di protezione da sci, di classe opportuna, in vicinanza degli imbocchi del ponte;

- b. materassi atti ad assorbire urti contro ostacoli rigidi, sia all’imbocco del ponte e sia in campata (parapetti), adottando componenti di conveniente capacità;
- c. eventuali sovra-protezioni capaci di elevare il parapetto, qualora lo stesso fosse ritenuto non sufficientemente elevato nei confronti del rischio di caduta sciatori dal ponte alla sede viaria;
- d. sistemi di rallentamento degli sciatori (chicane, cartelli monitori, ecc...) per ridurre in modo opportuno la velocità degli sciatori che attraversano l’infrastruttura.

02. DESCRIZIONE DELLE OPERE E CONTENUTO DEL PROGETTO

Le opere di cui trattasi sono costituite da:

- 1. muri di sostegno denominati “bassi” (tratti A-B, C-D, E-F, G-H), con altezza massima pari ad $h=4.00$ m da piano di riferimento stradale;
- 2. muri di sostegno denominati “alti” (tratti B-C, F-G), , con altezza massima pari ad $h=5.05$ m da piano di riferimento stradale;
- 3. ponte di legno lamellare collocato su un tratto di muri di sostegno “alti” per dare continuità alla pista da sci.

Oltre al presente documento, è necessario fare riferimento ai seguenti elaborati:

- 1. Tav. E (piano di manutenzione dell’opera);
- 2. Tav. 4b (planimetria stato finale zona ponte);
- 3. Tav. 5 (costruttivi di dettaglio delle strutture);
- 4. Tav 6 (costruttivi di dettaglio delle strutture);
- 5. Tav 7 (costruttivi di dettaglio delle strutture).

03. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Si adottano le seguenti normative:

- 1. Legge 5/11/1971 n. 1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica;
- 2. D.P.R. 6/6/2001 n. 380: Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia;

3. Legge 2/2/1974 n. 64: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
4. C.N.R. 10024/86 del 23/7/1986: Analisi di strutture mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo;
5. D.M. 14/2/1992: Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche;
6. D.M. 9/1/1996: Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche;
7. D.M. 16/1/1996: Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi;
8. D.M. 16/1/1996: Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica;
9. D.M. 14/1/2008: Norme tecniche per le costruzioni;
10. Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008;
11. UNI EN 206-1:2006 - Calcestruzzo - Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità;
12. UNI EN 338-2004 – “Legno strutturale - Classi di resistenza”;
13. UNI EN 1194-2000 – “Strutture di legno - Legno lamellare incollato - Classi di resistenza e determinazione dei valori caratteristici”;
14. UNI EN 1992-1-1-2005 – “Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture in calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”;
15. UNI EN 1993-1-1-2005 - “Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture in acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”;
16. UNI EN 1995-1-1-2005 - “Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici”;
17. CNR-DT 206/2007 – “Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo delle Strutture di Legno”;

ed in particolare le normative sorpassate sono state utilizzate ove non in contrasto con quelle attualmente vigenti, ritenendole fonti attendibili per chiarire e definire aspetti non indicati in quelle più moderne.

04. SITO DI COSTRUZIONE

La costruzione si trova sul territorio del Comune di Sauze d'Oulx (TO), in Loc. Prariond.

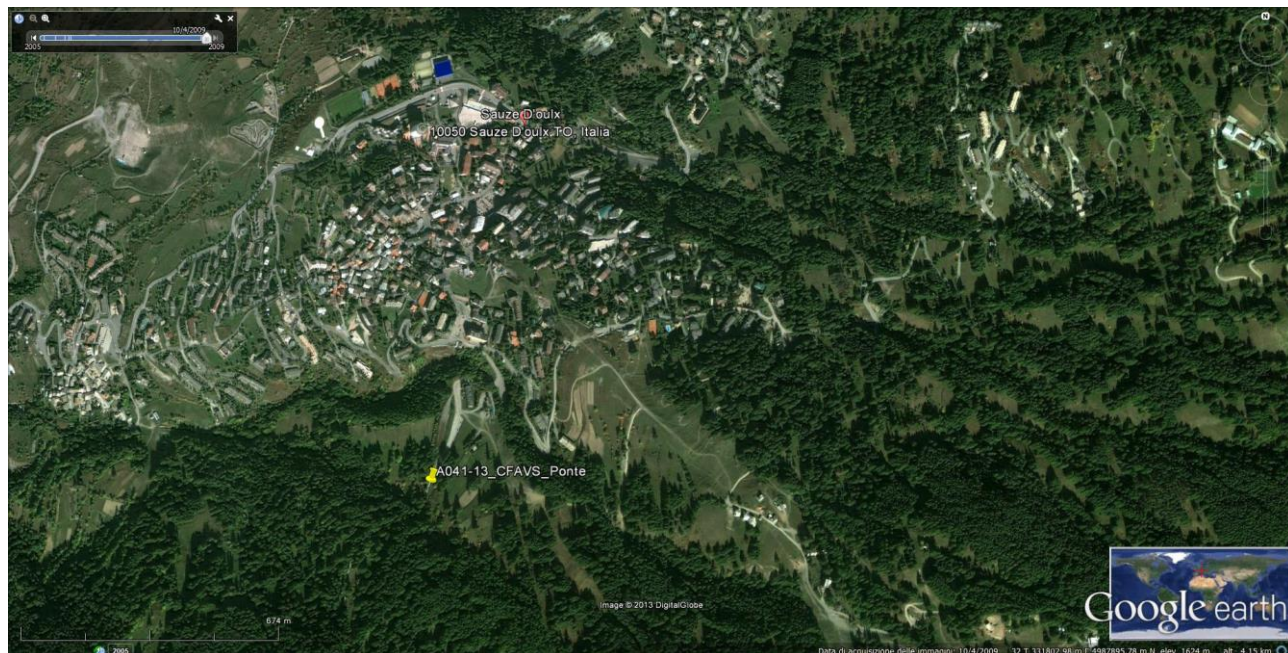


Figura 1, localizzazione generale dell'opera.



Figura 2, sito di installazione della costruzione.

05. USO DELLA COSTRUZIONE

La struttura è stata verificata assumendo i seguenti parametri di calcolo:

1. Latitudine=45.029129;
2. Longitudine=6.86117;
3. Categoria suolo=D;
4. Fattore di topografia=1.2;
5. $V_N=50$ anni;
6. Classe d'uso=II;
7. $C_U=1$;
8. Vita di riferimento $V_R=50$ anni.

06. ELEMENTI DELLE OPERE

Si individuano gli elementi tecnici delle opere.

06.01 GEOMETRIA

Per la definizione delle dimensioni geometriche degli elementi, quali:

1. sezioni delle membrature;
2. spessori delle platee e delle murature;

è necessario fare riferimento agli elaborati grafici di progetto.

06.02 MATERIALI

Le strutture sono realizzate con i seguenti materiali. Sugli elaborati grafici si indicano le fatture dei vari componenti.

06.02.01 ACCIAIO CALCESTRUZZO ARMATO

Le caratteristiche del materiale sono indicate sulle tavole progettuali.

06.02.02 CALCESTRUZZO

Le caratteristiche del materiale sono indicate sulle tavole progettuali.

06.02.03 LEGNO LAMELLARE

Le caratteristiche del materiale sono indicate sulle tavole progettuali. Il materiale deve essere idoneo all'impiego in classe 3 (esposizione diretta all'acqua in esterno, umidità elevata).

06.02.04 LEGNO MASSICCIO

Le caratteristiche del materiale sono indicate sulle tavole progettuali. Il materiale deve essere idoneo all'impiego in classe 3 (esposizione diretta all'acqua in esterno, umidità elevata).

06.02.05 ACCIAIO DA CARPENTERIA

Le caratteristiche del materiale sono indicate sulle tavole progettuali.

06.02.06 ELEMENTI COMMERCIALI DI COLLEGAMENTO

Le caratteristiche del materiale sono indicate sulle tavole progettuali.

06.03 TERRENO

Si è assunto che il sito in questione presenti un terreno con i seguenti caratteri morfologico-geotecnici:

1. angolo d'attrito interno $\phi=36^\circ$;
2. angolo d'attrito terreno-cls $\phi=24^\circ$;
3. peso specifico $\gamma=2000 \text{ daN/m}^3$;
4. coesione interna terreno $c=0 \text{ kPa}$;
5. adesione terreno-cls $a=0 \text{ kPa}$;
6. categoria del sottosuolo (classificazione del terreno)=D;
7. coefficiente di topografia=T2;
8. fattore di topografia=1.2.

07. ANALISI DELLA SICUREZZA

L'analisi della struttura in oggetto è stata fatta utilizzando i metodi usuali della Scienza delle Costruzioni ed in conformità alle normative ed alle leggi citate in precedenza.

Il testo analizza il comportamento delle varie membrature della struttura, così come previste a progetto.

Con riferimento alle normative precedentemente citate, le strutture in oggetto sono verificate per quanto riguarda:

1. gli aspetti di resistenza;
2. gli aspetti di deformazione.

07.01 SCHEMATIZZAZIONE DELLA STRUTTURA E DEI VINCOLI

Vi sono varie strutture che si prestano a differenti modellazioni.

07.01.01 MURI DI SOSTEGNO “ALTI” TIRANTATI E SOVRASTRUTTURA DEL PONTE

Le strutture dei muri sono state modellate a mezzo di programma dedicato e calcolate sulla sezione maestra di spessore unitario, secondo il metodo classico. Il sw. adottato consente di elaborare le numerose combinazioni di carico che la norma prescrive.

Con tale supporto si effettuano le verifiche dei seguenti ambiti:

1. stabilità globale;
2. capacità portante della fondazione;
3. equilibrio al ribaltamento;
4. equilibrio allo scorrimento.

Per tener conto della particolarità del caso in esame, a mezzo di apposito programma generale FEM sono state analizzate le

1. capacità resistenziali delle strutture dei muri di sostegno;
2. capacità resistenziali delle sovrastrutture del ponte.

In modo manuale sono stati invece verificati alcuni elementi secondari comunque di rilievo, quali:

1. parapetto;
2. connessioni di forza.

Le strutture analizzate a mezzo FEM sono state modellate a mezzo elementi di tipo “beam” e/o “shell”, apportando, ove ritenuto necessario e significativo, le dovute sconnessioni ai gradi di libertà non vincolati.

I vincoli sul mondo esterno sono realizzati a mezzo rigidità opportune applicate in modo diretto (suolo alla Winkler) e/od indiretto ai gradi di libertà interessati.

I carichi possono essere applicati, a seconda del caso e dell'elemento interessato, a mezzo di:

1. azioni concentrate (forze e/o momenti);
2. carichi distribuiti (di varia tipologia) su elementi “beam”;
3. pressioni distribuite (di varia tipologia) su elementi “shell”.

La modellazione è stata di tipo globale ed essenziale, prendendo a riferimento una porzione significativa di struttura, al fine di cogliere gli aspetti significativi dell'opera.

Il modello considera sia le parti di c.a. e sia quelle di legno.

Elementi secondari non significativi non sono modellati nel FEM per non appesantire inutilmente il modello.

07.01.02 MURI DI SOSTEGNO “BASSI”

Le strutture sono state modellate a mezzo di programma dedicato e calcolate sulla sezione maestra di spessore unitario, secondo il metodo classico. Il sw. adottato consente di elaborare le numerose combinazioni di carico che la norma prescrive.

Con tale supporto si effettuano le verifiche dei seguenti ambiti:

1. stabilità globale;
2. capacità portante della fondazione;
3. equilibrio al ribaltamento;
4. equilibrio allo scorrimento;
5. capacità resistenziali delle strutture.

07.02 SCHEMATIZZAZIONE E MODELLAZIONE DELLE AZIONI

Sono state considerate nei calcoli le seguenti azioni:

1. pesi propri strutturali;
2. carichi permanenti portati dalla struttura;
3. azioni variabili;
4. neve;
5. vento;
6. sisma.

07.03 MODELLAZIONE DELLE AZIONI

Le azioni sono state modellate tramite opportuni carichi; esse generano effetti statici.

07.04 MODELLAZIONE DEI MATERIALI

I materiali vengono assunti elastici lineari.

07.05 TIPO DI ANALISI

Le analisi strutturali condotte sono di tipo statico in regime lineare.

Per il sisma si è adottato un'analisi statica equivalente, simulando la forzante sismica a mezzo di forze statiche equivalenti.

Le strutture sono considerate reagenti in fase elasto – plastica sotto sisma. Si assume un fattore di struttura $q=1.5$ per considerare il fatto che questo tipo di opere sono scarsamente dissipative.

Si adotta il metodo degli stati limite.

07.06 SW MODELLAZIONE DELLE STRUTTURE

07.06.01 MURI DI SOSTEGNO “ALTI” TIRANTATI E SOVRASTRUTTURA DEL PONTE

07.06.01.01 PARTE FEM

Tale parte è svolta con il seguente sw:

1. casa produttrice: **AMV Srl di Via San Lorenzo, 106 – Ronchi dei Legionari (GO)**;
2. nome: **MasterSap**;
3. versione: **vers. 2013.13A – SP1.1**;

Sono stati creati n. 2 differenti modelli strutturali per i calcoli allo SLU ed SLV:

1. il file per il calcolo delle strutture nelle sezioni in cui è presente la sovrastruttura del ponte:
 - a. file **“A041-13 3.MstSap”**;
 - b. sottocartella **“A041-13 3”**;

- c. intestazione “**A041-13 3 Sauze d'Oulx-Ponte Legno Lamellare**”;
2. il file per il calcolo delle strutture nelle sezioni in cui è assente la sovrastruttura del ponte:
 - a. file “**A041-13 4.MstSap**”;
 - b. sottocartella “**A041-13 4**”;
 - c. intestazione “**A041-13 4 Sauze d'Oulx-Ponte Legno Lamellare**”;

Nel caso in esame tali file sono usati anche per i calcoli allo SLE. Lo SLD non viene valutato in quanto non significativo lo spostamento di interpiano per strutture aperte (non presenza di tramezzi, impianti, ecc...che potrebbero danneggiarsi per spostamenti eccessivi).

07.06.01.02 PARTE GEOTECNICA

Tale parte è svolta con il seguente sw:

1. casa produttrice: **Aztec Informatica Srl di C.so Umberto, 43 – Casole Bruzio (CS)**;
2. nome: **Max 10.0**;
3. versione: **vers. 10.10d**;

E' stato creato n. 1 modello strutturale:

1. il file per il calcolo delle muro alto:
 - a. file “**A041-13 MuroAlto Ponte.dat**”;
 - b. sottocartella “**MuroAlto**”;
 - c. intestazione “**Muro alto hmax=5**”;

07.06.01.03 PARTE MANUALE

Alcune verifiche manuali sono effettuate con l'ausilio di un sw. dedicato al dimensionamento delle connessioni delle strutture di legno.

Il sw. è:

1. casa produttrice: **RUNET NORWAY as 6264 Tennfjord, Norway**;
2. nome: **WoodExpress**;
3. versione: **vers. 10.06/2013**;

E' stato creato n. 1 modello:

1. il file per il calcolo di alcuni elementi:
 - d. file “**A041-13.WOODexpressData**”;
 - e. sottocartella “**A041-13**”;
 - f. intestazione “**-**”;

07.06.02 MURI DI SOSTEGNO “BASSI”

Tale parte è svolta con il seguente sw:

2. casa produttrice: **Aztec Informatica Srl di C.so Umberto, 43 – Casole
Bruzio (CS)**;
3. nome: **Max 10.0**;
4. versione: **vers. 10.10d**;

E' stato creato n. 1 modello strutturale:

5. il file per il calcolo delle muro basso:
 - g. file “**A041-13 MuroBasso.dat**”;
 - h. sottocartella “**MuroBasso**”;
 - i. intestazione “**Muro basso hmax=4**”;

08. AZIONI

Sono state considerate le seguenti azioni:

08.01 AZIONI PERMANENTI STRUTTURALI

Essi sono relativi agli elementi costituenti la struttura.

08.01.01 CALCESTRUZZO ARMATO

Si assume una densità pari a $\gamma_c=2500 \text{ daN/m}^3$. I suoi effetti si esplicano in funzione della dimensione geometrica degli elementi (in generale sezioni delle aste e spessori dei gusci, ove impiegati). Il programma di calcolo è in grado di calcolare tali azioni in modo automatico.

08.01.02 LEGNAME

Per gli elementi squisitamente strutturali si assume una densità del materiale pari a $\gamma_c=500 \text{ daN/m}^3$, pari ad un legno di buona qualità. I suoi effetti si esplicano in funzione della dimensione geometrica degli elementi (in generale sezioni delle aste e spessori dei gusci, ove impiegati).

Per il tavolato di irrigidimento di copertura si assume una densità del materiale pari a $\gamma_c=500 \text{ daN/m}^3$. I suoi effetti si esplicano in funzione dello spessore del tavolato.

La presenza di elementi di tale materiale viene trattata in automatico dal programma.

08.01.03 ACCIAIO DA CARPENTERIA

Per gli elementi squisitamente strutturali si assume una densità del materiale pari a $\gamma_c=7850 \text{ daN/m}^3$. I suoi effetti si esplicano in funzione della dimensione geometrica degli elementi (in generale sezioni delle aste e spessori dei gusci, ove impiegati).

La presenza di elementi di tale materiale viene trascurata in quanto di poca rilevanza.

08.01 AZIONI PERMANENTI NON STRUTTURALI

Essi sono relativi ad elementi secondari portati in modo perenne. Essi sono tenuti in conto a mezzo di opportuni carichi equivalenti.

08.01.01 AZIONI DEL TERRENO

I carichi del terreno sono pesi, spinte, ecc...e le azioni dipendono dalla geometria degli strati di terreno e dalle caratteristiche dello stesso (ϕ , γ , ecc...).

08.01.02 ASSITO DI CALESTIO

Tale elemento è considerato secondario ed insiste sulla struttura per 50 daN/m^2 .

08.01.03 PARAPETTO

Tale elemento è considerato secondario ed insiste sulla struttura per 50 daN/m da ciascun lato del ponte.

08.02 AZIONI VARIABILI

Essi sono relativi all'uso della struttura.

08.02.01 NEVE FISSA AL SUOLO

Per consentire la percorribilità del ponte da parte degli sciatori, si considera sullo stesso uno strato dello spessore di 0.5 m di neve compatta ($\gamma=300 \text{ daN/m}^3$), pertanto un carico pari a 150 daN/m^2 sull'assito dicalpestio. Tale azione insiste per lungo tempo sulla struttura.

08.02.02 FOLLA SU SUPERFICI ESTERNE

Si assume un'azione pari a 400 daN/m^2 .

08.02.03 BATTIPISTA

Si assume un'azione pari a 400 daN/m^2 , corrispondente ad un mezzo del pesi di 11000 daN con area d'appoggio pari a $5 \times 5.5 \text{ m}$. Poiché l'intensità è uguale a quella della folla ed il battipista non può essere concomitante alla folla, la verifica con folla è analoga a quella con battipista.

08.02.04 SPINTA PARAPETTO

Si assume pari a 300 daN/m (cat. C3) sul mancorrente.

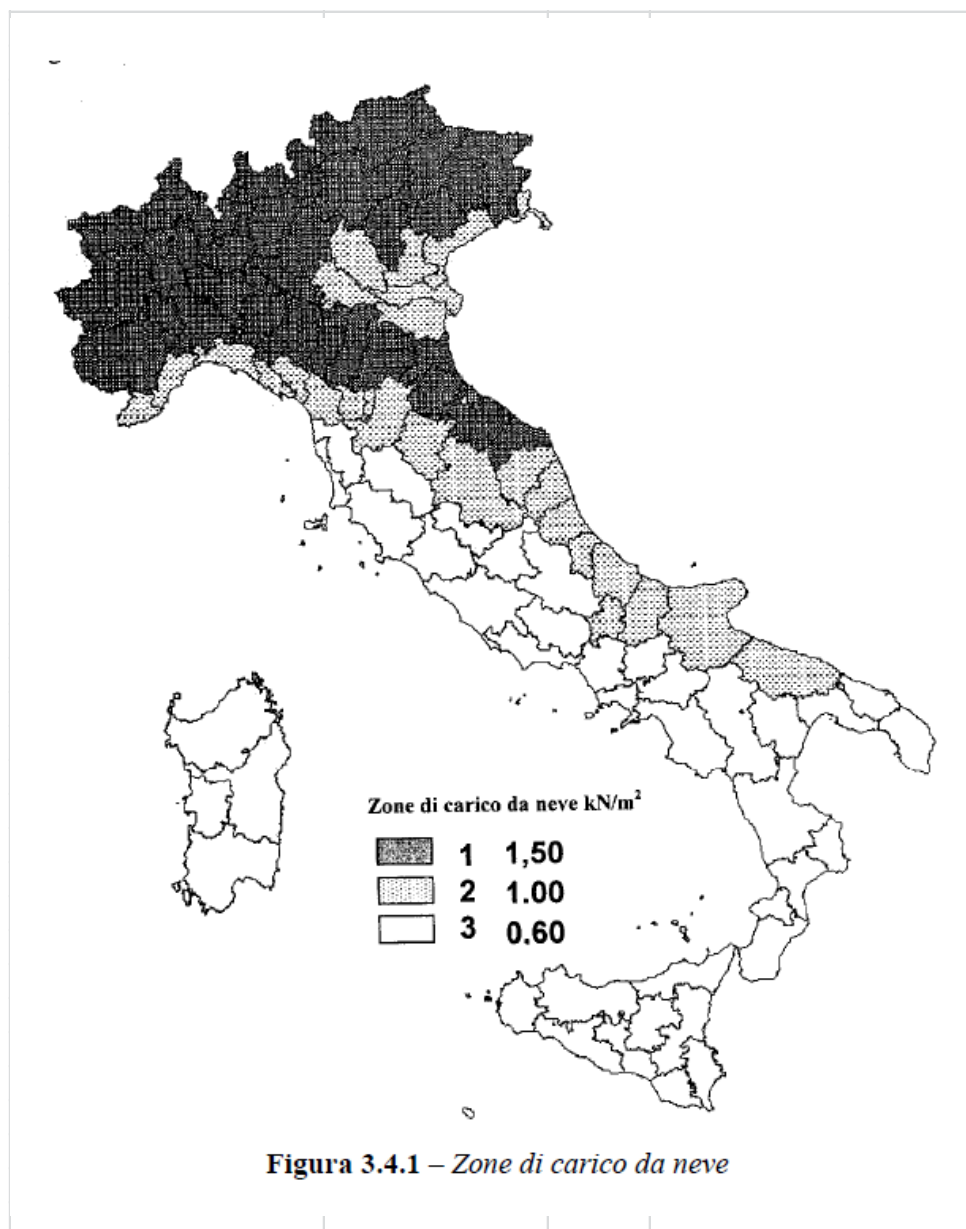
08.03 NEVE

Si ha:

- $a_s=1500 \text{ m slm}$;
- $\alpha=0^\circ$;
- $C_t=1$;
- $C_E=1$;
- Zona “1-Alpina”;
- $q_{sk}=1.39 \cdot (1+(1500/728)^2)=729 \text{ daN/m}^2$;
- $\mu_i=0.8$ (per $0^\circ < \alpha < 30^\circ$);
- $q_s=583 \text{ daN/m}^2$;
- $q_{s,op}=583 \text{ daN/m}^2$ (carico neve operativo assunto);

Si allega lo specchietto del foglio di calcolo dei valori summenzionati.

Input			
Tipo di zona			Zona I - Alpina ▼
Altitudine del sito	[m slm]	a_s	1500
Inclinazione falda	[°]	α	0.0
Output			
Carico neve caratteristico al suolo	[kN/m ²]	q_{sk}	7.29
Coefficiente riduttivo	[-]	μ_i	0.80
Carico neve caratteristico q_s	[kN/m ²]	$q_s = \mu_i \cdot q_{sk}$	5.83



08.04 VENTO

Si omette la valutazione del vento in quanto tale azione non è significativa per il caso in questione. In particolare:

1. il peso della sovrastruttura non consente alla stessa di sollevarsi;
2. le azioni orizzontali sono piccole in raffronto a quelle sismiche;
3. il dimensionamento dei parapetti è effettuato con la spinta della folla, azione più severa di quella del vento.

08.05 SISMA

Il sisma è definito a mezzo delle coordinate di reticolo e di alcuni parametri, tutti dati riportati in precedenza.

Gli effetti del sisma sono definiti con il supporto del sw di calcolo.

1. $a_g/g=0.12$;
2. $F_0=2.48$;
3. $T_C^*=0.27$;
4. $T_1=0.1974$ s;
5. $S_d(T_1)_{SLV}=0.455g$.

Si adotta un'analisi statica sismica equivalente.

09. COMBINAZIONI DI CARICO

Si considerano i casi di carico riportati nella sezione Allegati.

10. ELEMENTI VERIFICATI

I riferimenti specifici si possono individuare nella sezione Allegati.

10.01 FONDAZIONI DI C.A.

Data la prolissità dei tabulati, nello spirito normativo di riassumere in modo chiaro gli esiti di verifica, si riportano i risultati in forma grafica.

Consultare l'apposita sezione negli Allegati.

10.02 MURI DI C.A.

Data la prolissità dei tabulati, nello spirito normativo di riassumere in modo chiaro gli esiti di verifica, si riportano i risultati in forma grafica.

Consultare l'apposita sezione negli Allegati.

10.03 ELEMENTI DI LEGNO LAMELLARE

Data la prolissità dei tabulati, nello spirito normativo di riassumere in modo chiaro gli esiti di verifica, si riportano i risultati in forma grafica.

Consultare l'apposita sezione negli Allegati.

10.04 ELEMENTI DI LEGNO MASSICCIO

Consultare l'apposita sezione negli Allegati.

10.05 CONNESSIONI

Consultare l'apposita sezione negli Allegati.

11. PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA

E' necessario fare riferimento al piano di manutenzione generale dell'opera, che integra sia le opere strutturali e sia quelle non strutturali.

Le strutture sono state concepite per garantire le loro prestazioni nei prossimi 50 anni di vita con sola manutenzione di tipo ordinario.

Poiché tuttavia tali ipotesi sono verificabili solamente se tutte le parti si mantengono in efficienza, si consiglia di:

1. in caso di danneggiamento dello strato di protezione di impregnante degli elementi di legno, lo stesso dovrà essere ripristinato con urgenza;
2. in caso di trafilamento di ruggine dai componenti di acciaio da carpenteria e/o piastre metalliche varie si dovrà procedere a rimuovere lo strato di ossidazione ed a riverniciare con zinco a freddo od opportuno antiruggine;
3. La scelta del tipo di calcestruzzo e del copriferro delle armature è tale da garantire la durata della costruzione per la sua vita utile. Nel caso si denotassero trafilamenti di ruggine dal calcestruzzo è necessario chiamare un tecnico per effettuare un'adeguata valutazione del problema e prescrivere le azioni correttive, in relazione al problema riscontrato (ad oggi non ipotizzabile).

12. VALUTAZIONE DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI

Da alcune verifiche manuali eseguite dal sottoscritto su schemi semplificati si sono verificati gli ordini di grandezza dei termini ingegneristici, pertanto quanto progettato risulta congruente.

13. CONCLUSIONI

Le strutture per come concepite e dimensionate soddisfano pienamente alle esigenze richieste dalla committenza e ciascuna loro parte componente presenta caratteristiche di resistenza e stabilità adeguate.

14. ALLEGATI

Si riportano gli elementi salienti per illustrare i dati strutturali ed i calcoli eseguiti.

14.01 ANALSI MURO “BASSO”

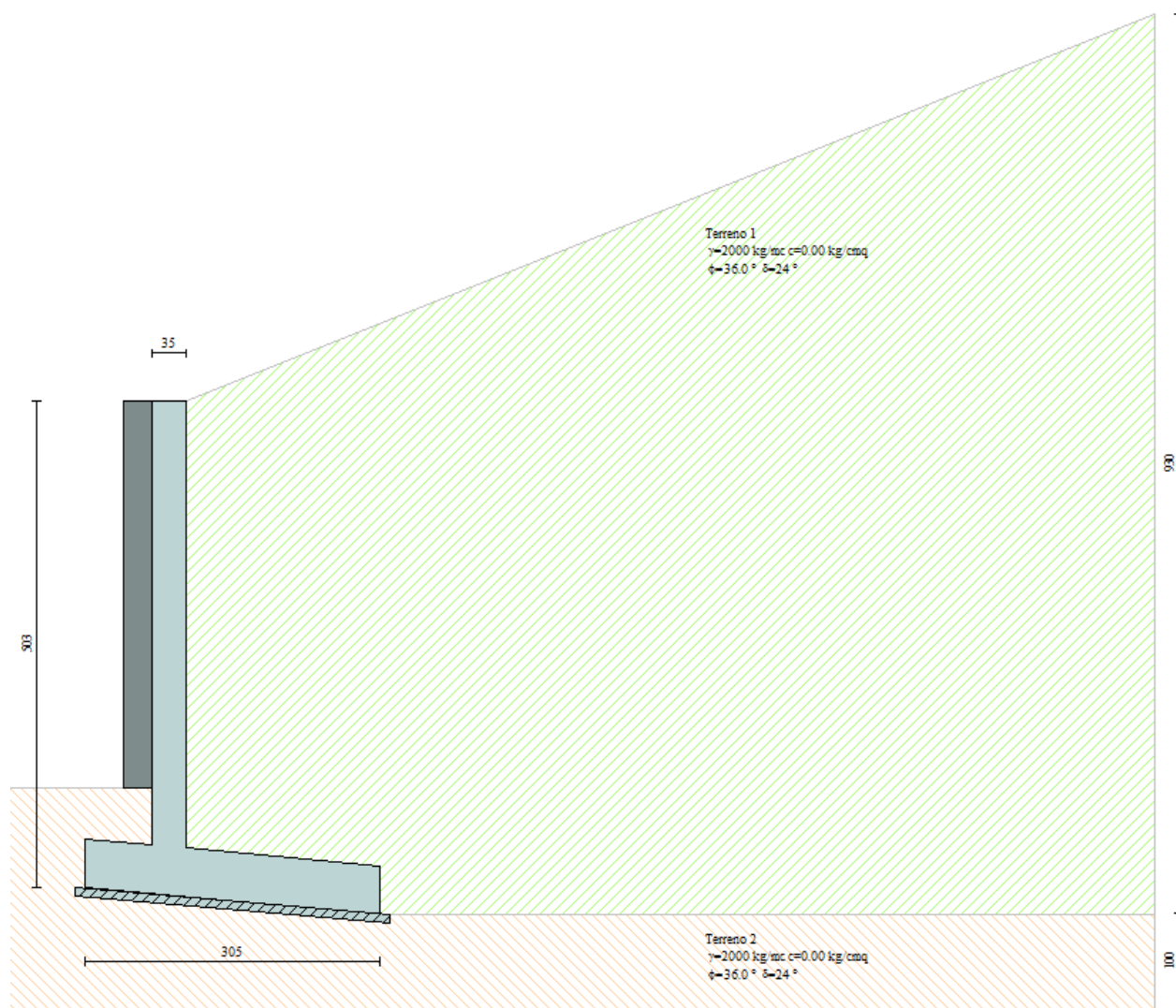


Figura 3, geometria del problema.

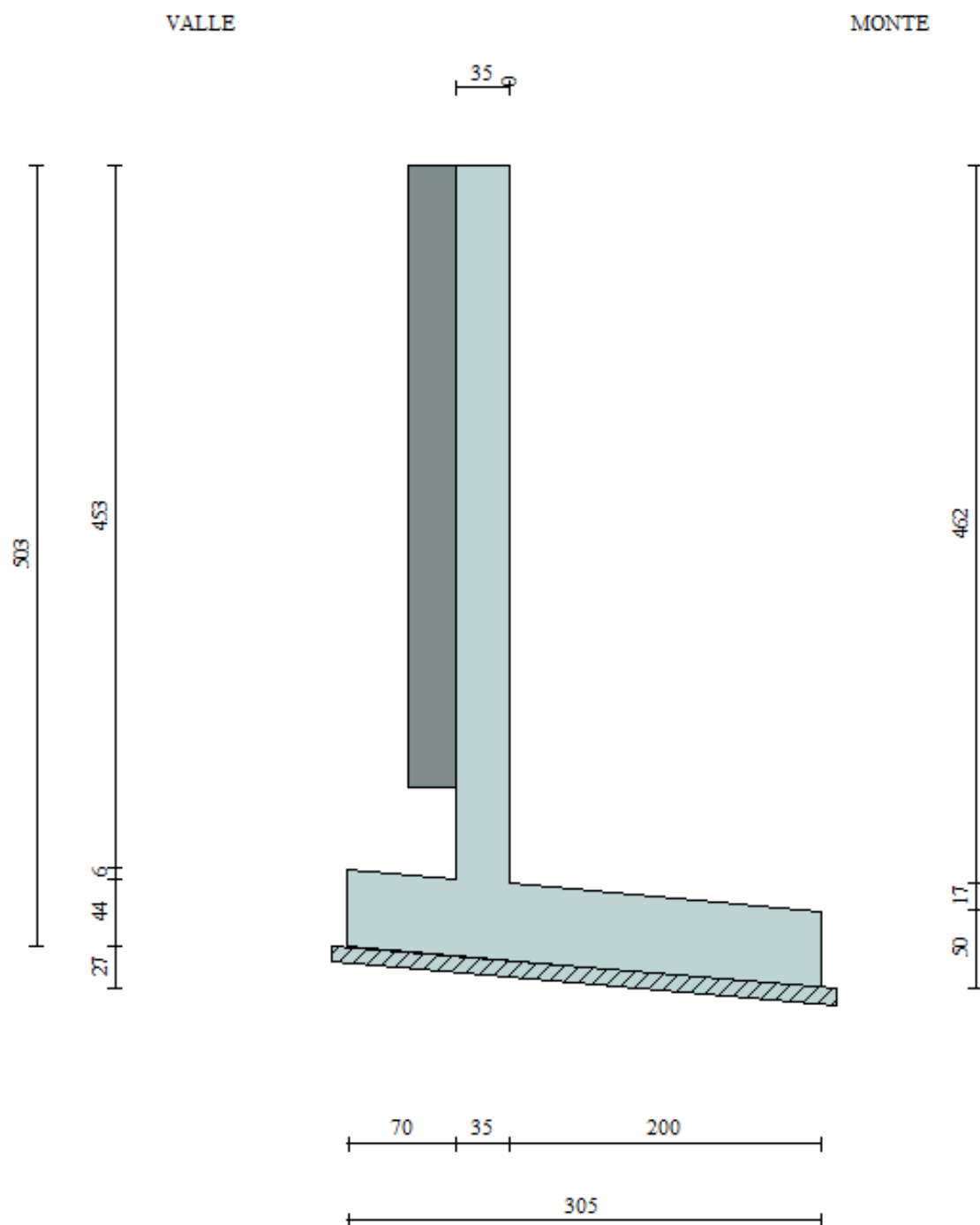


Figura 4, sezione.

“Riposizionamento stadio olimpico del Freestyle e adeguamento funzionale Gran Pista”
LOTTO 3 A: Sistemazione GRANPISTA-Ponte Prariond e Sistemazione Area FREESTYLE
PROGETTO ESECUTIVO

Relazione di calcolo strutturale

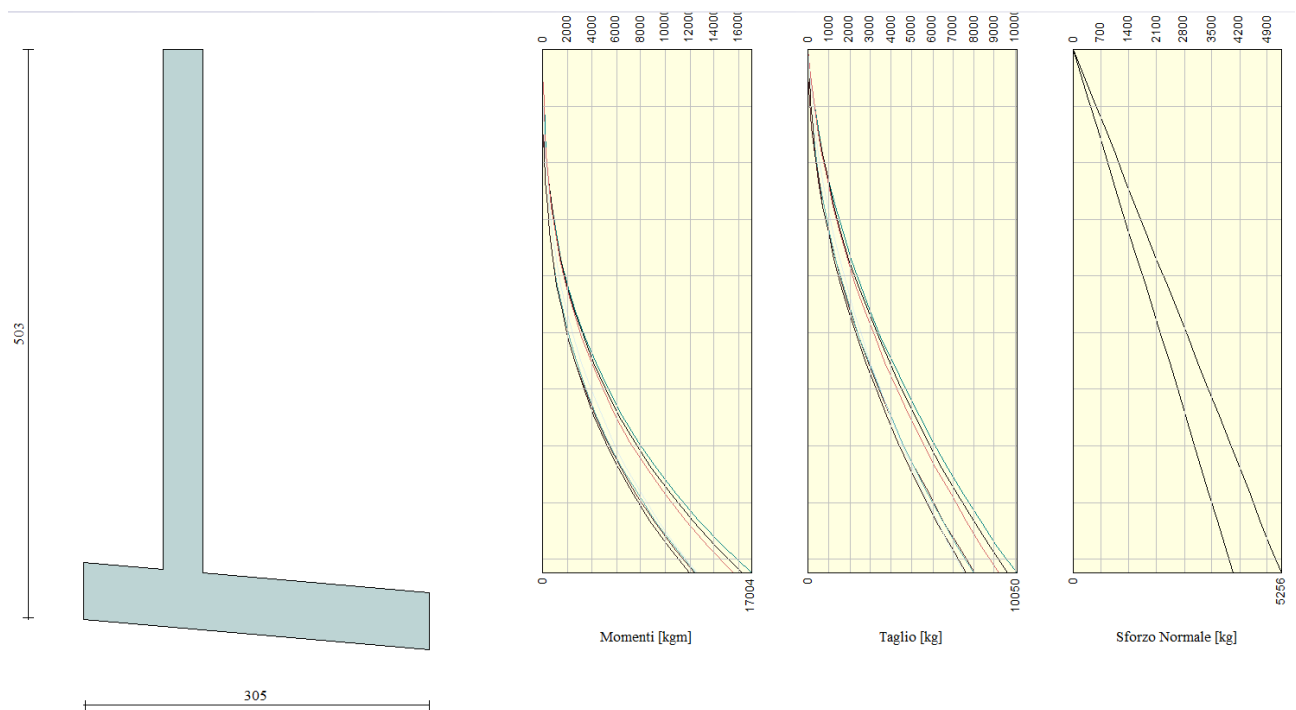


Figura 5, inviluppo sollecitazioni del muro.

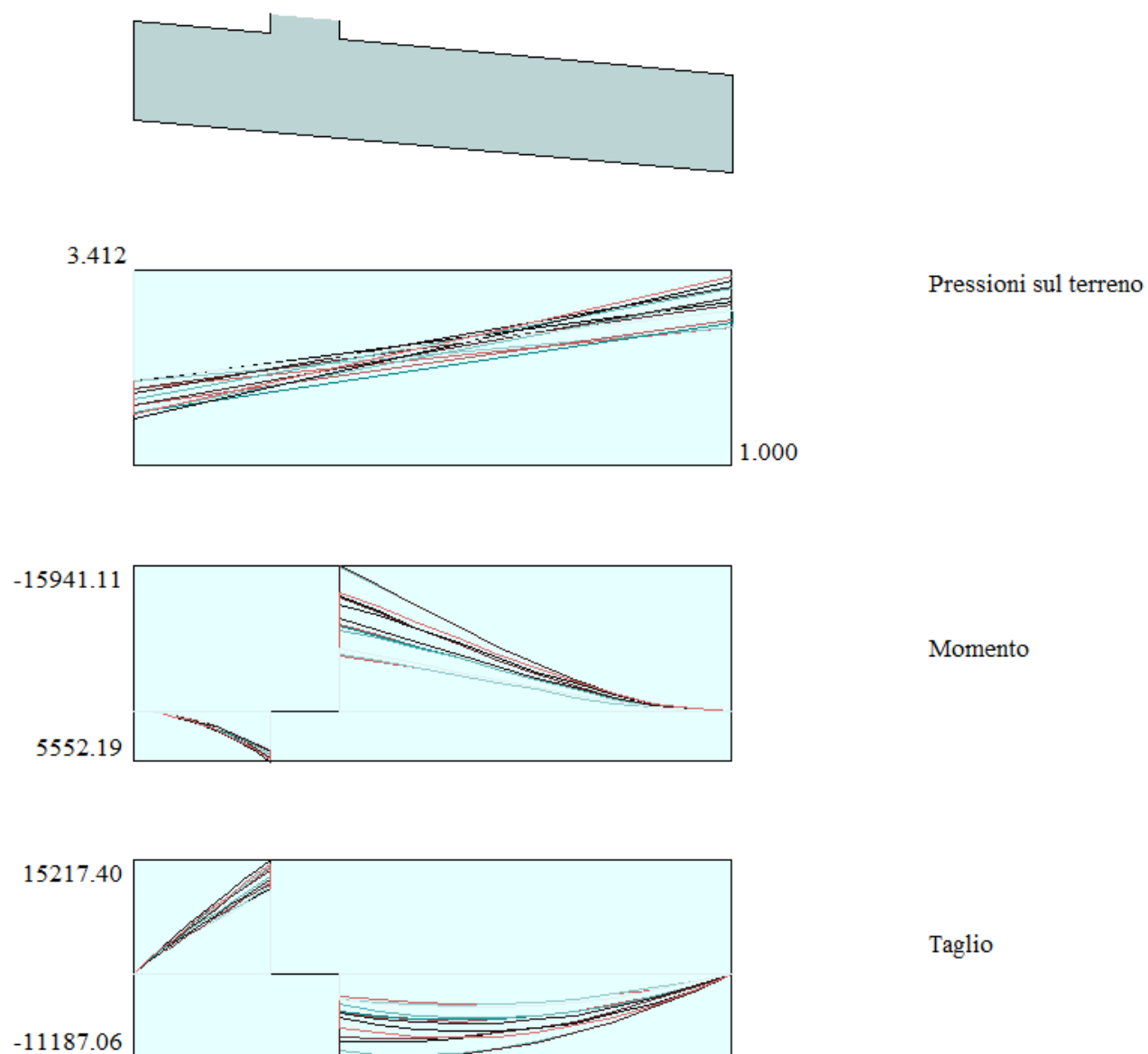


Figura 6, inviluppo sollecitazioni della fondazione.

“Riposizionamento stadio olimpico del Freestyle e adeguamento funzionale Gran Pista”
LOTTO 3 A: Sistemazione GRANPISTA-Ponte Prariond e Sistemazione Area FREESTYLE
PROGETTO ESECUTIVO

Relazione di calcolo strutturale

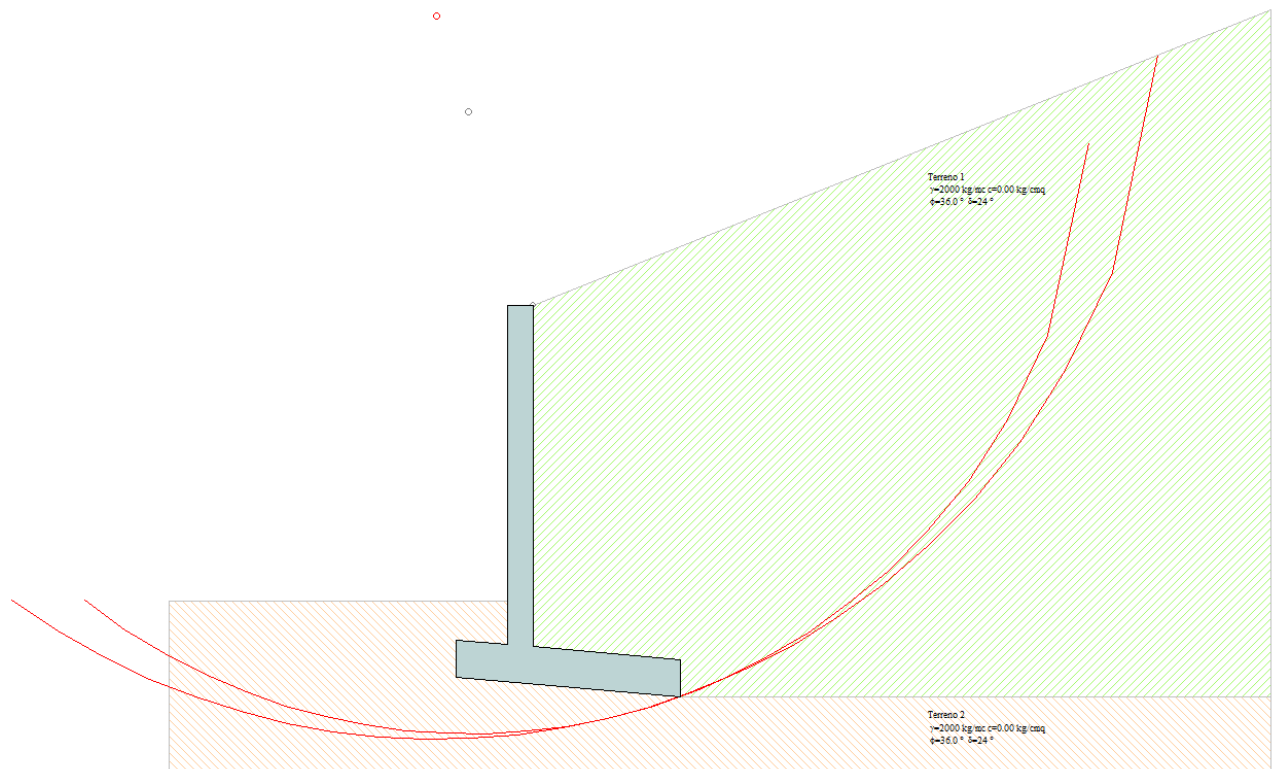


Figura 7, analisi di stabilità globale.

“Riposizionamento stadio olimpico del Freestyle e adeguamento funzionale Gran Pista”
LOTTO 3 A: Sistemazione GRANPISTA-Ponte Prariond e Sistemazione Area FREESTYLE
PROGETTO ESECUTIVO

Relazione di calcolo strutturale

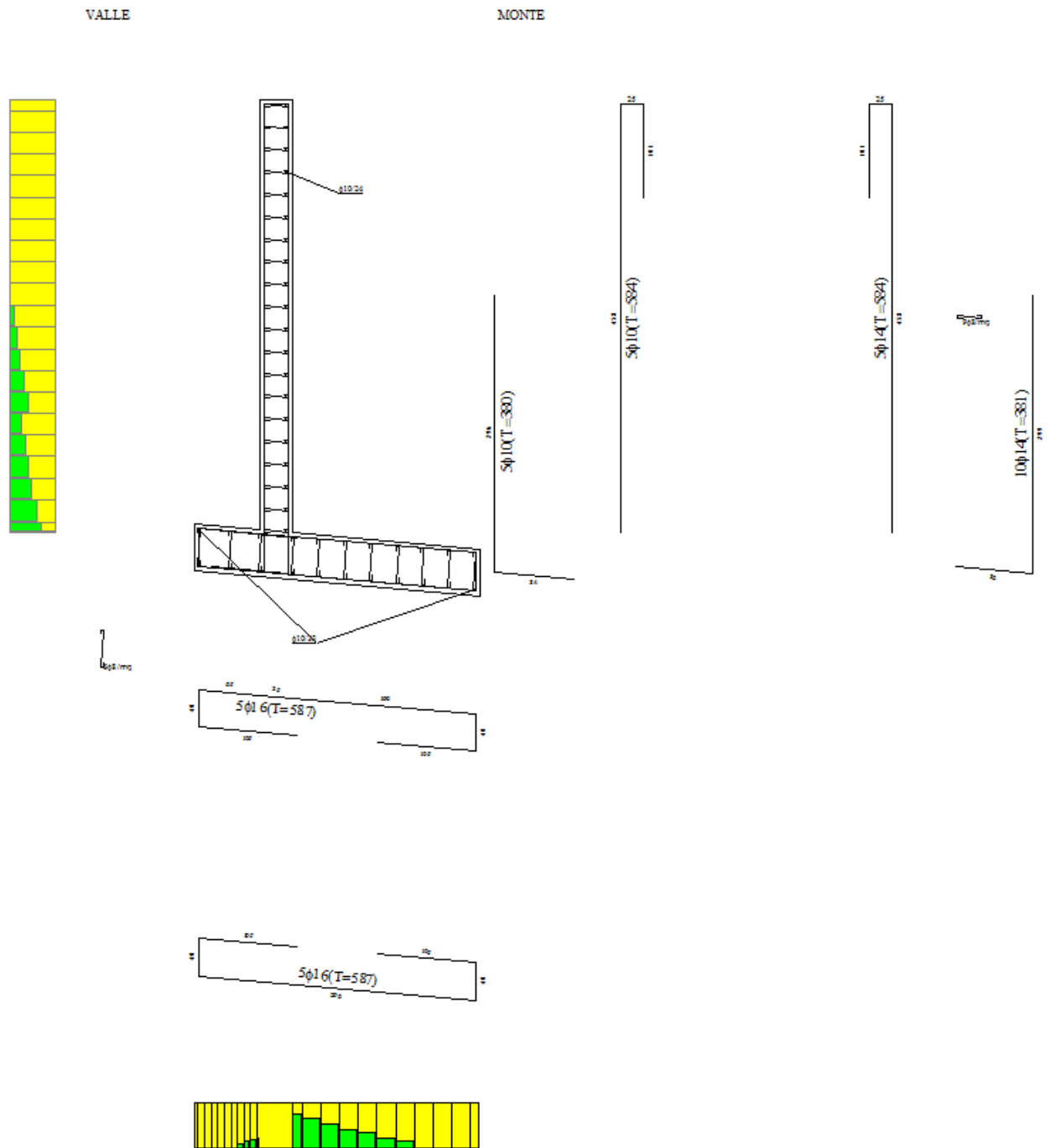


Figura 8, IR delle armature (sfruttamento).





Risultati Analisi - Comb. 1				
Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.25		1.74 [22]	IB: 1 - EQU
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.57		1.31 [20]	IB: 1 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza a carico limite	4.56		2.96 [19]	IB: 1 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza stabilità globale	1.29		1.13 [24]	IB: 1 - STAB
Dettagli combinazione --> << 1 >> Help				

Figura 9, esito delle verifiche, riportate per involucro nella 2° colonna.

14.02 ANALSI MURO “ALTO”

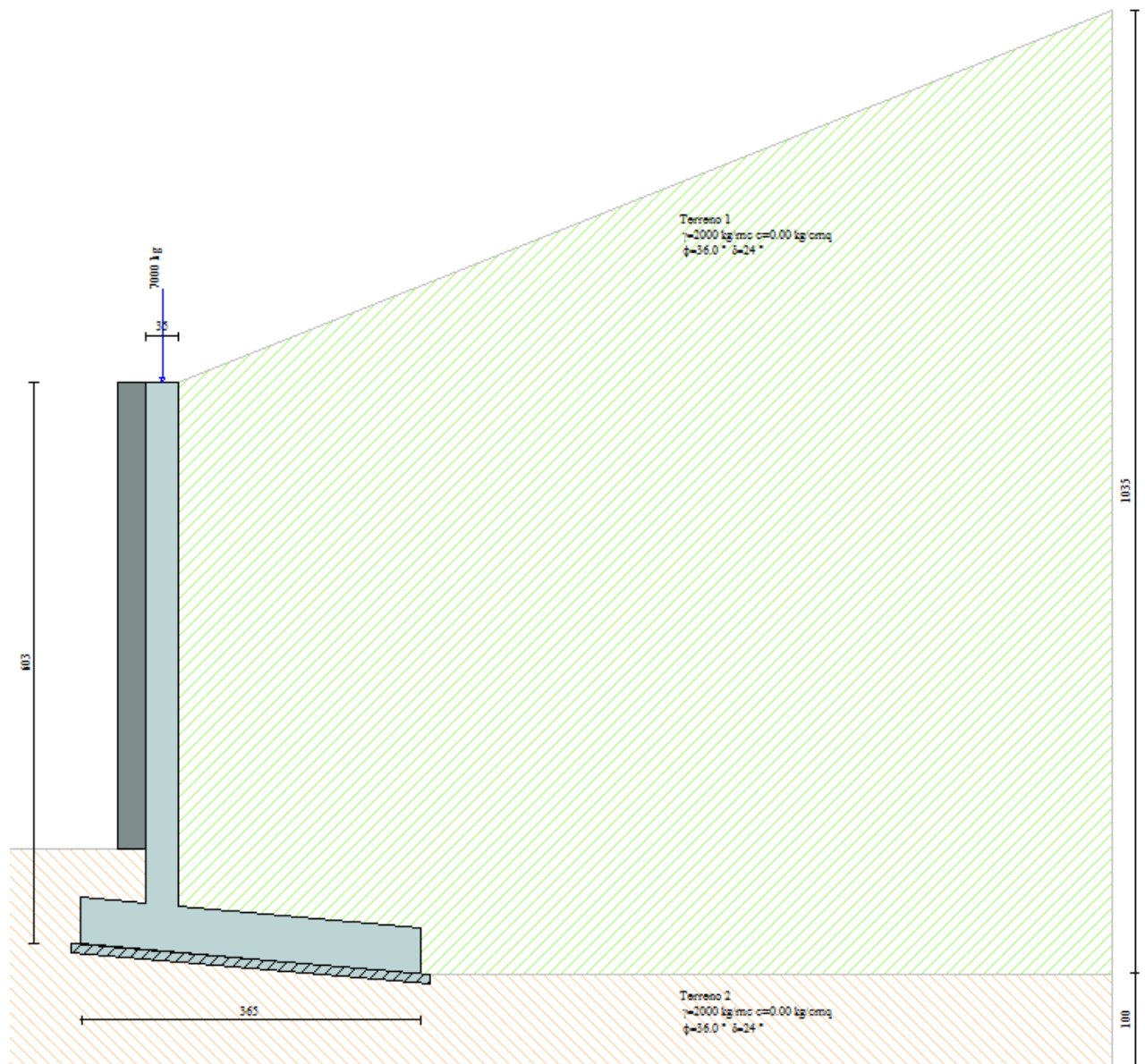


Figura 10, geometria del problema.

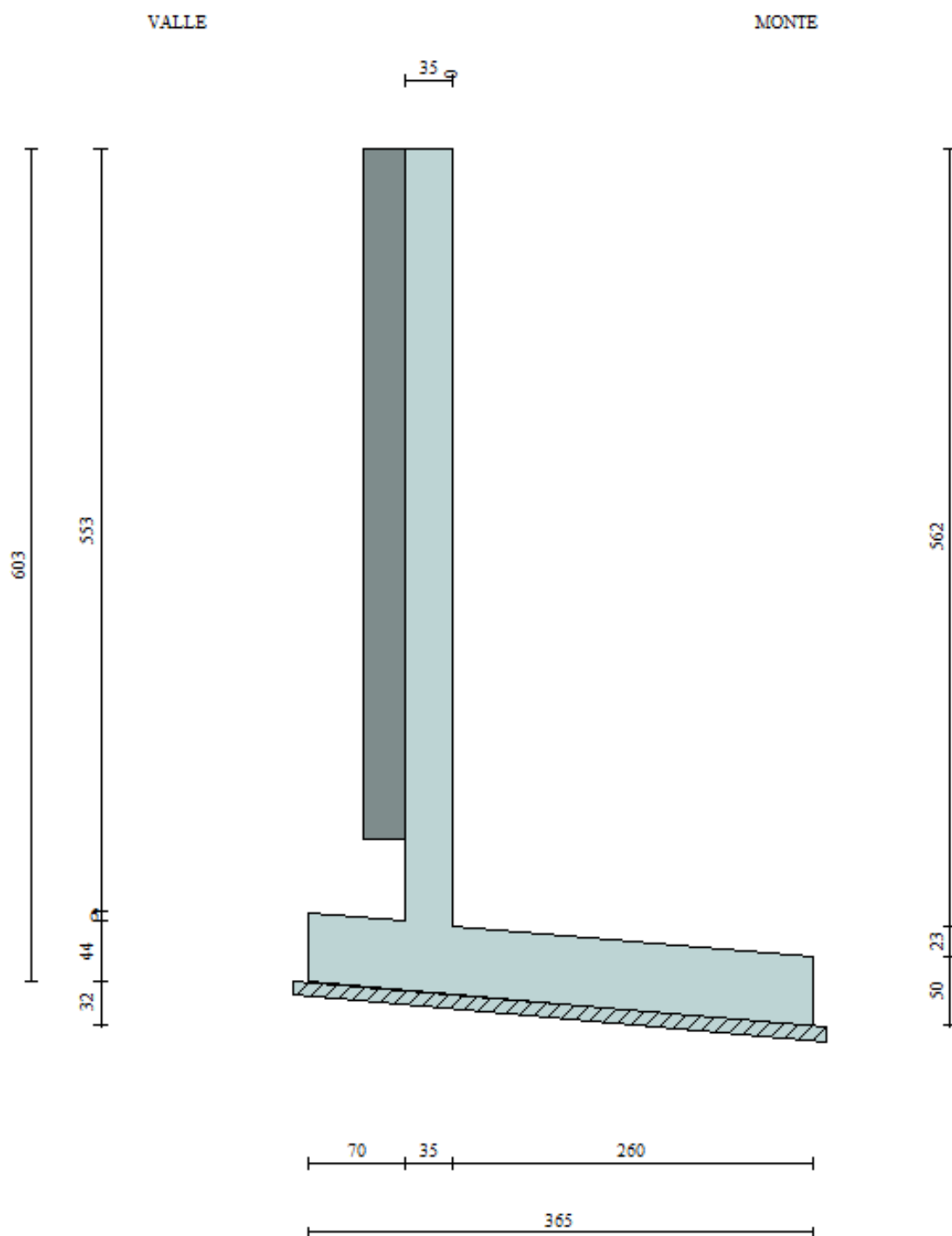


Figura 11, sezione.

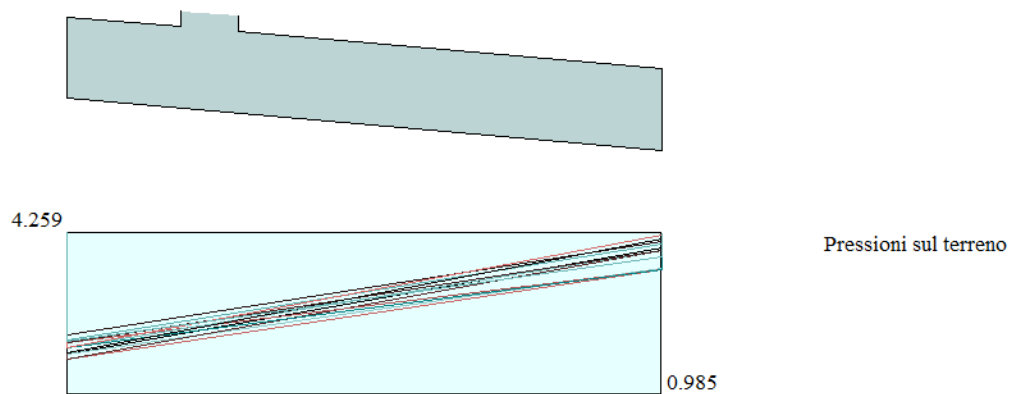


Figura 12, pressioni sulla fondazione.

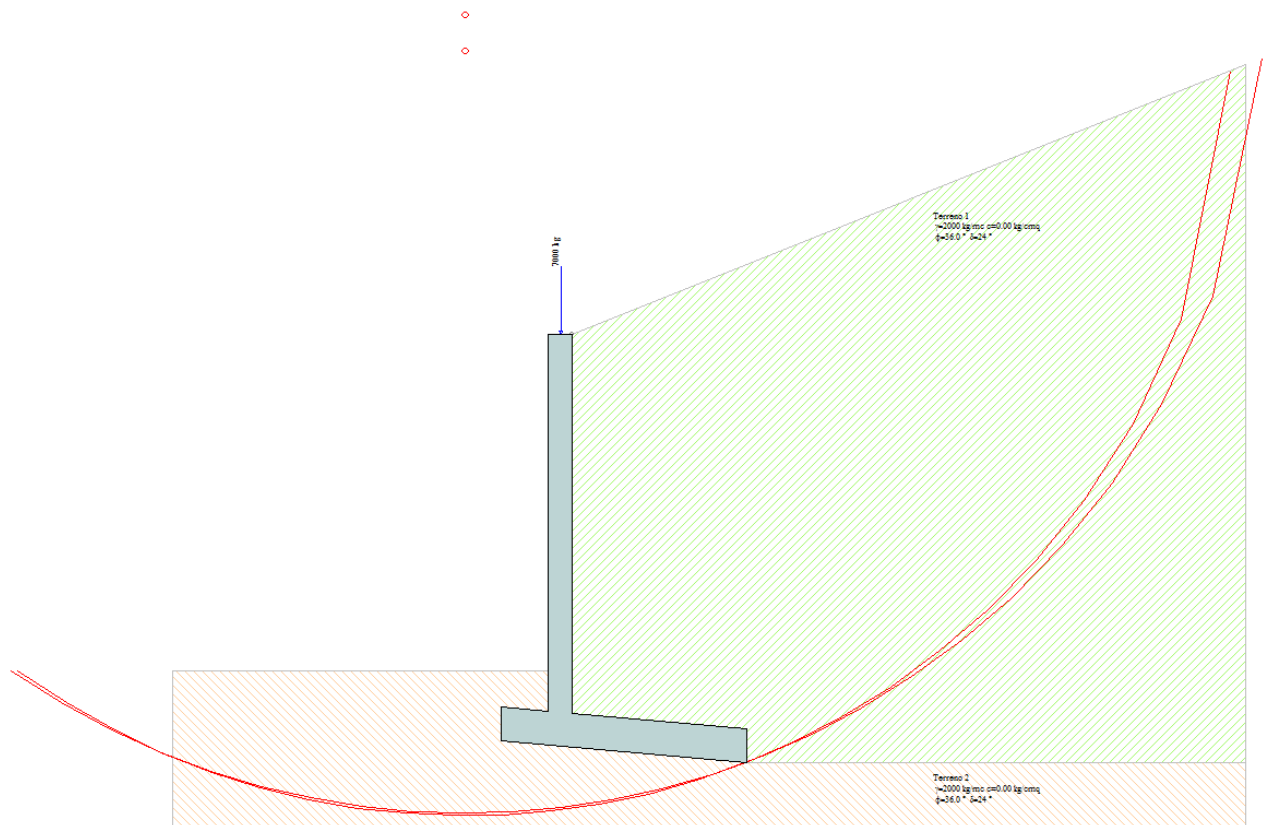






Figura 13, analisi di stabilità globale.

Risultati Analisi - Comb. 1

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.37		1.71 [22]	IB: 1 - EQU
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.98		1.35 [20]	IB: 1 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza a carico limite	3.86		2.74 [19]	IB: 1 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza stabilità globale	1.30		1.10 [24]	IB: 1 - STAB

Dettagli combinazione -->

<<

1

>>

Help

Figura 14, esito delle verifiche, riportate per involucro nella 2° colonna.

14.03 ANALISI MURO ALTO CON PONTE (FEM)

Nel seguito i dati relativi al modello FEM di riferimento.

14.03.01 GEOMETRIA DEL MODELLO

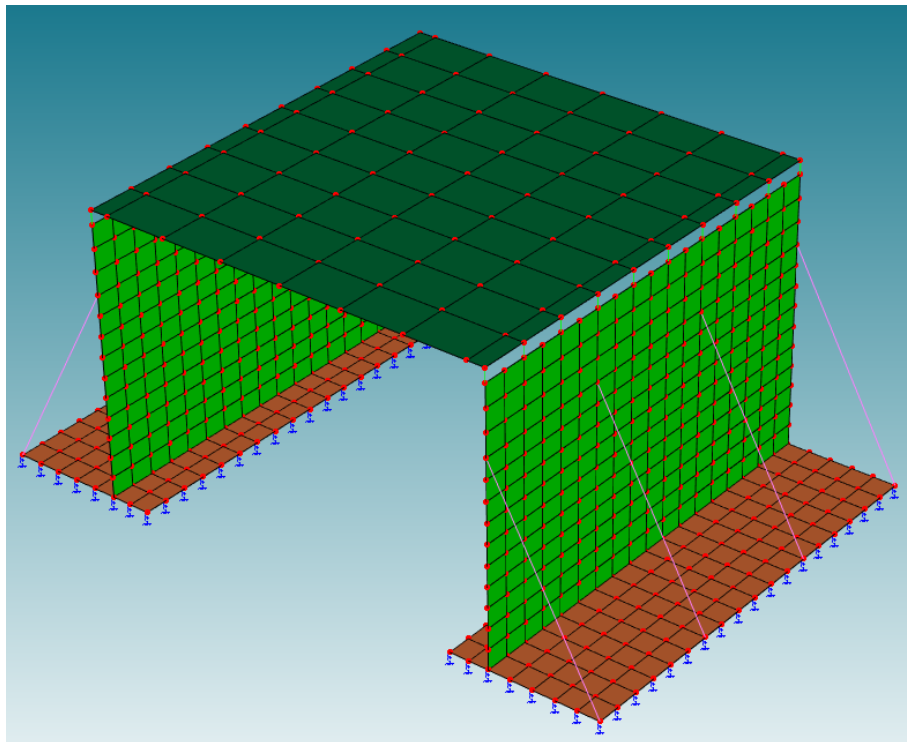


Figura 15, modello 3D unifilare.

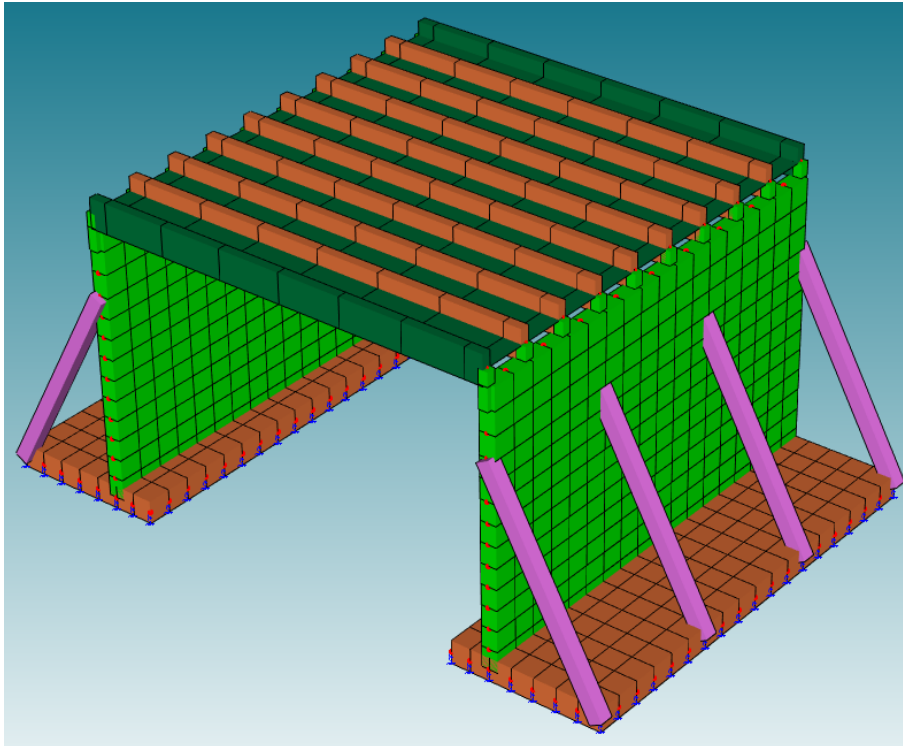


Figura 16, modello 3D solido.

14.03.02 MATERIALI

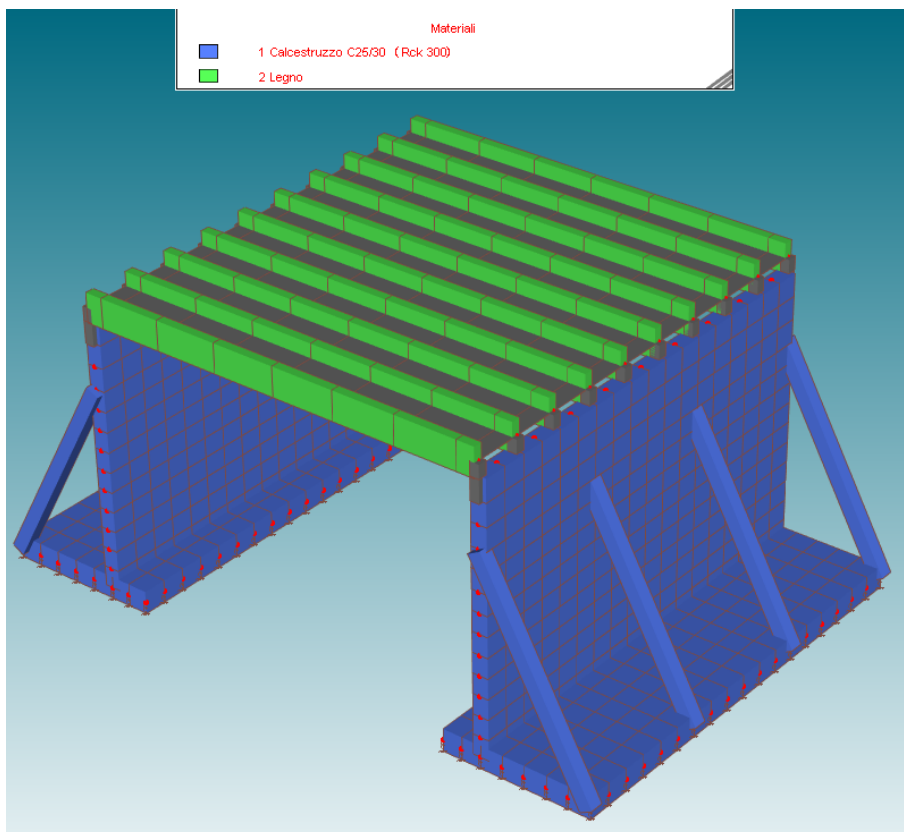


Figura 17, materiali della struttura.

14.03.03 SEZIONI ELEMENTI BEAM

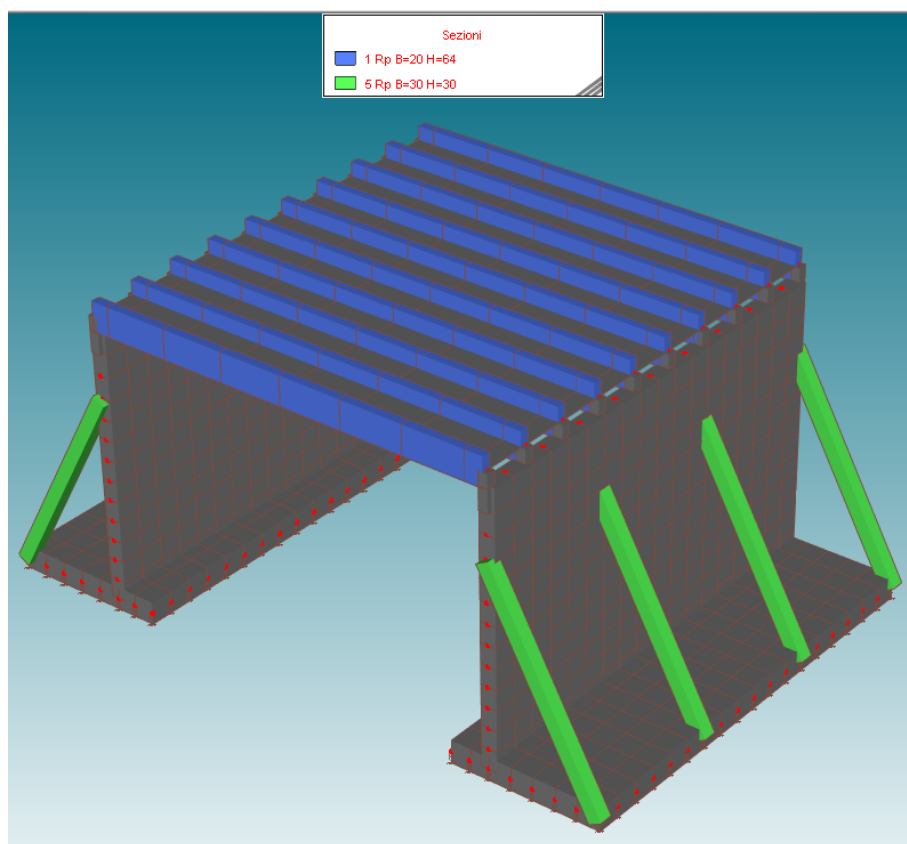


Figura 18, sezioni elementi beam.

14.03.04 SPESSORI ELEMENTI SHELL

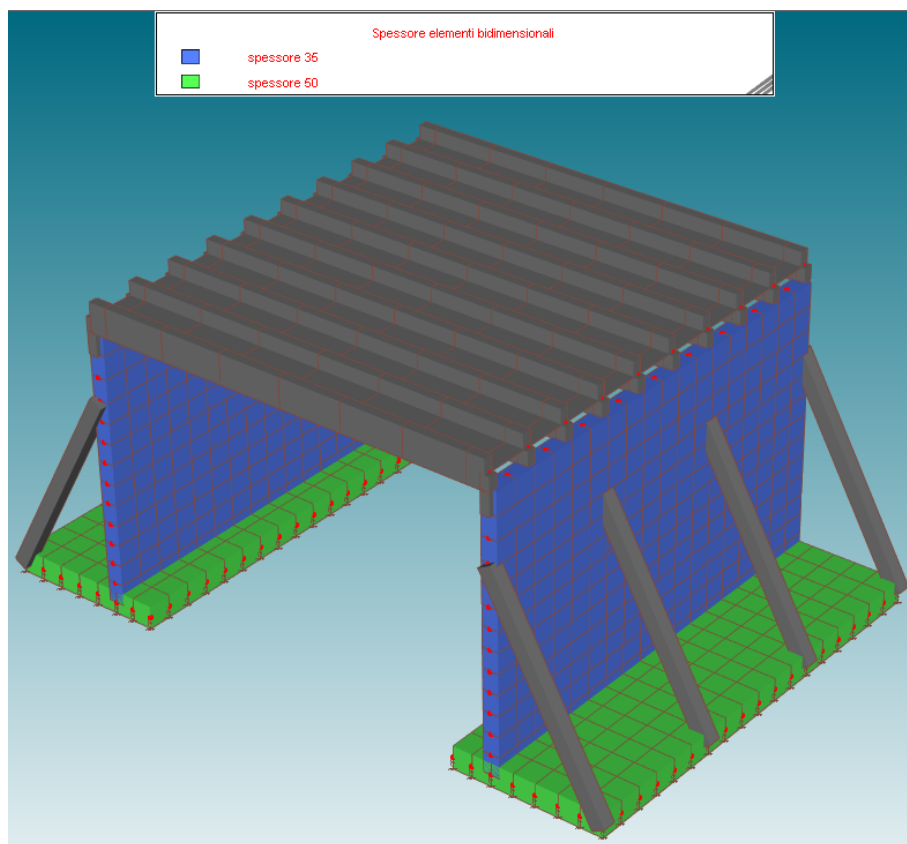


Figura 19, spessori elementi shell.

14.03.05 COMBINAZIONI DI CARICO

COMBINAZIONI DI CARICO

NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI - D.M. 14/01/2008 (STATICO E SISMICO)

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
1	non usata	Azione sismica: Sisma assente Torsione: Assente			
2	Sisma 100%+X 30%+Y	Azione sismica: +EX+03EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	0.600
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.200
3	Sisma 100%+X 30%-Y	Azione sismica: +EX-03EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	0.600
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.200
4	Sisma 100%-X 30%+Y	Azione sismica: -EX+03EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	0.600
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.200
5	Sisma 100%-X 30%-Y	Azione sismica: -EX-03EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	0.600
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.200
6	Sisma 30%+X 100%+Y	Azione sismica: +03EX+EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	0.600
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.200
7	Sisma 30%+X 100%-Y	Azione sismica: +03EX-EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	0.600
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.200

“Riposizionamento stadio olimpico del Freestyle e adeguamento funzionale Gran Pista”

LOTTO 3 A: Sistemazione GRANPISTA-Ponte Prariond e Sistemazione Area FREESTYLE

PROGETTO ESECUTIVO

Relazione di calcolo strutturale

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
8	Sisma 30%-X 100%+Y	Azione sismica: -03EX+EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	0.600
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.200
9	Sisma 30%-X 100%-Y	Azione sismica: -03EX-EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	0.600
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.200
10	Sisma 100%+X 30%+Y	Azione sismica: +EX+03EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	0.600
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.200
11	Sisma 100%+X 30%-Y	Azione sismica: +EX-03EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	0.600
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.200
12	Sisma 100%-X 30%+Y	Azione sismica: -EX+03EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	0.600
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.200
13	Sisma 100%-X 30%-Y	Azione sismica: -EX-03EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	0.600
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.200
14	Sisma 30%+X 100%+Y	Azione sismica: +03EX+EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	0.600
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.200
15	Sisma 30%+X 100%-Y	Azione sismica: +03EX-EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	0.600
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.200
16	Sisma 30%-X 100%+Y	Azione sismica: -03EX+EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	0.600
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.200

“Riposizionamento stadio olimpico del Freestyle e adeguamento funzionale Gran Pista”

LOTTO 3 A: Sistemazione GRANPISTA-Ponte Prariond e Sistemazione Area FREESTYLE

PROGETTO ESECUTIVO

Relazione di calcolo strutturale

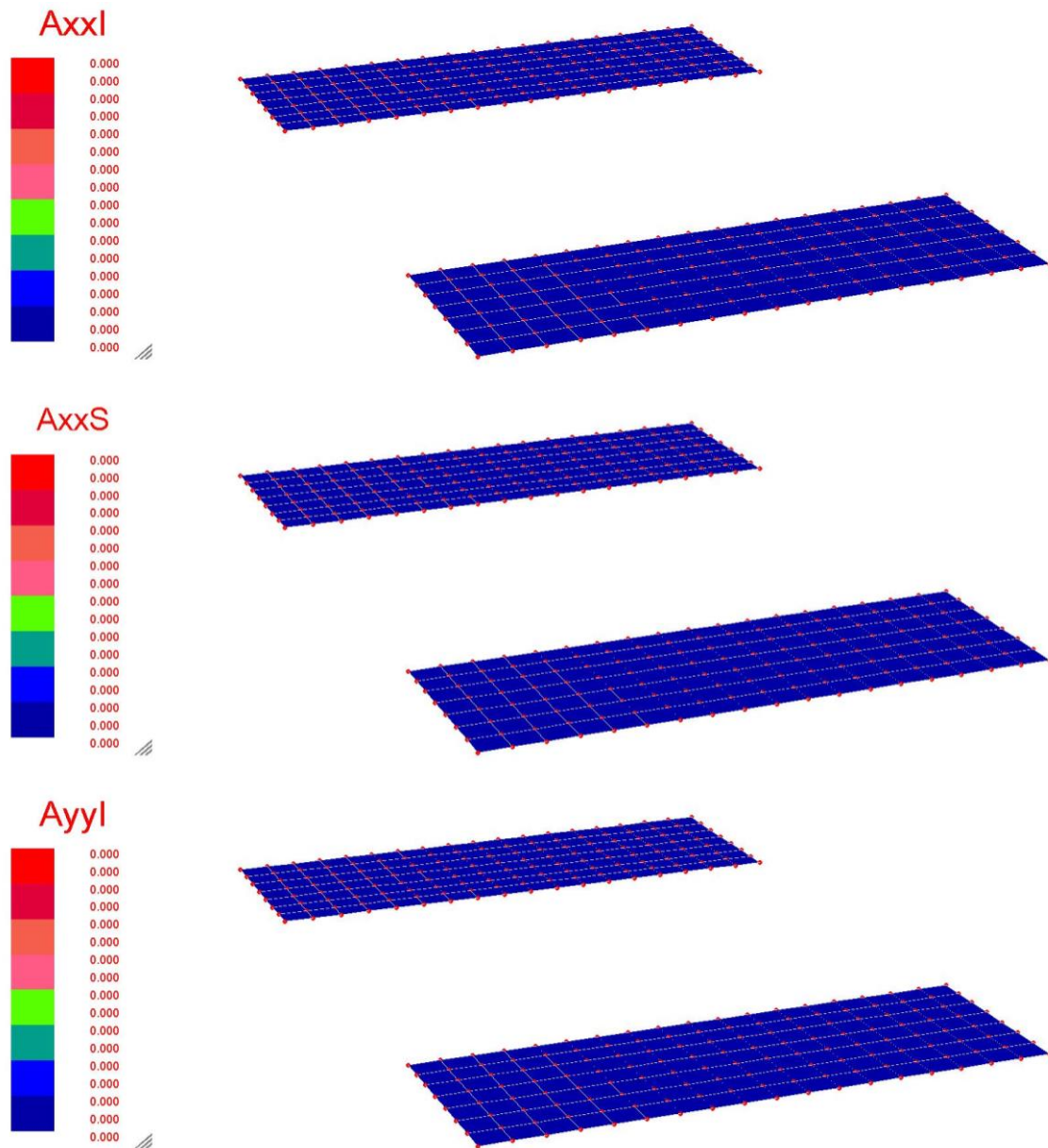
Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
17	Sisma 30%-X 100%-Y	Azione sismica: -03EX-EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	0.600
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.200
37	PP+PermPort	Azione sismica: Sisma assente Torsione: Assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
38	PP+PermPort+Folla/Batt	Azione sismica: Sisma assente Torsione: Assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	1.500
39	PP+PermPort+NevePrec	Azione sismica: Sisma assente Torsione: Assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
			Variabile: Neve	Condizione 3	1.500
40	PP+PermPort+Folla/Batt+ NevePrec	Azione sismica: Sisma assente Torsione: Assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	1.500
			Variabile: Neve	Condizione 3	1.500

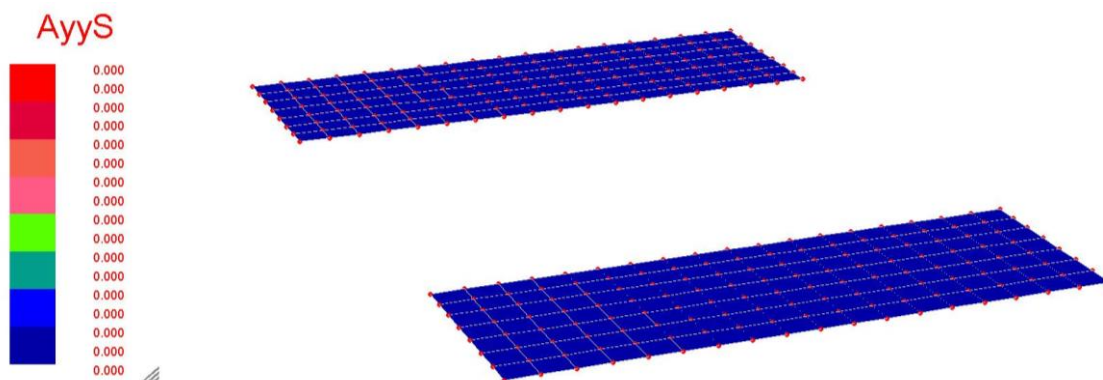
COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
18	Rara	Tipologia: Rara	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 3	1.000
19	Frequente	Tipologia: Frequente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	0.700
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.500
20	Quasi permanente	Tipologia: Quasi permanente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	0.600
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.200

14.03.01 FONDAZIONI – VERIFICHE DI SLU

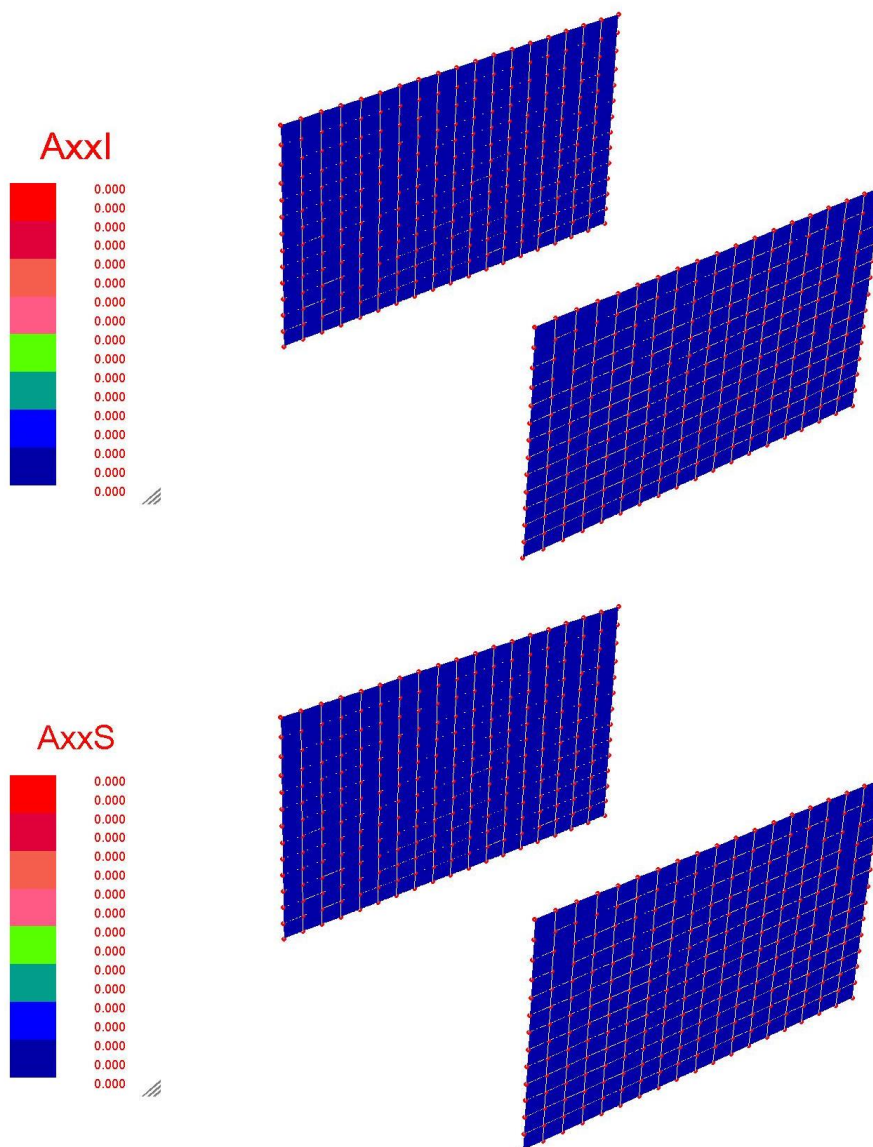
Si osserva dalle immagini seguenti che le armature disposte sono adeguate.

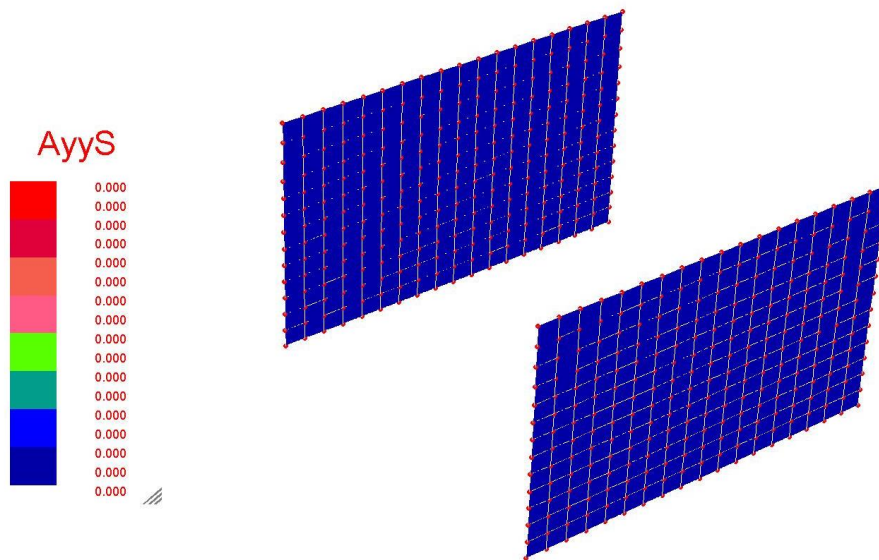
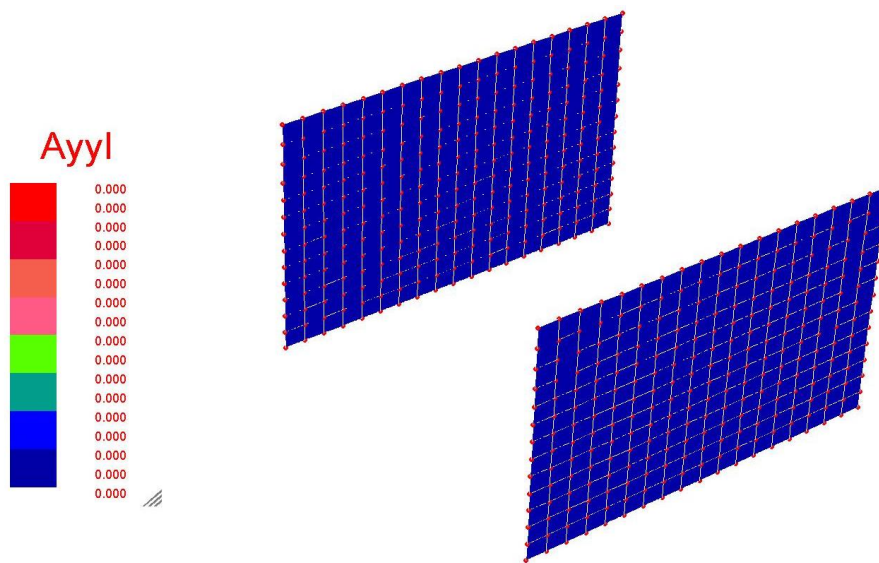




14.03.02 MURI – VERIFICHE DI SLU

Si osserva dalle immagini seguenti che le armature disposte sono adeguate.





14.03.03 SOVRASTRUTTURA DEL PONTE – VERIFICHE DI SLU

Le strutture sono in classe di servizio 3.

14.03.03.01 SOLLECITAZIONI DI MEDIA DURATA

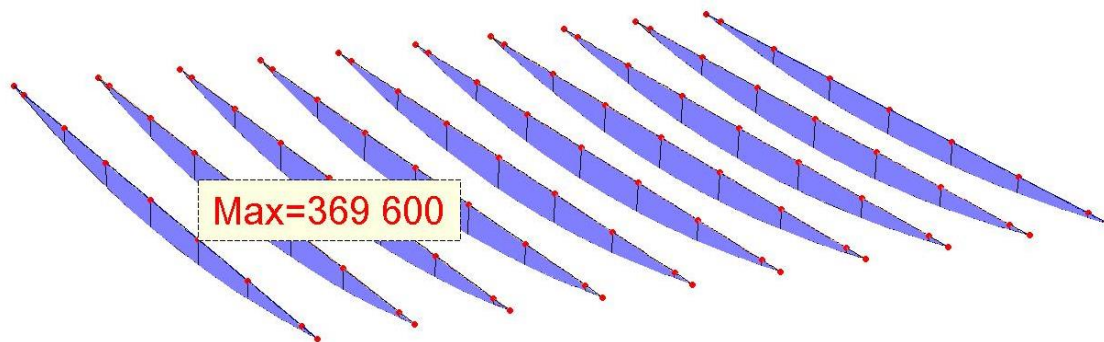


Figura 20, sollecitazioni di flessione.

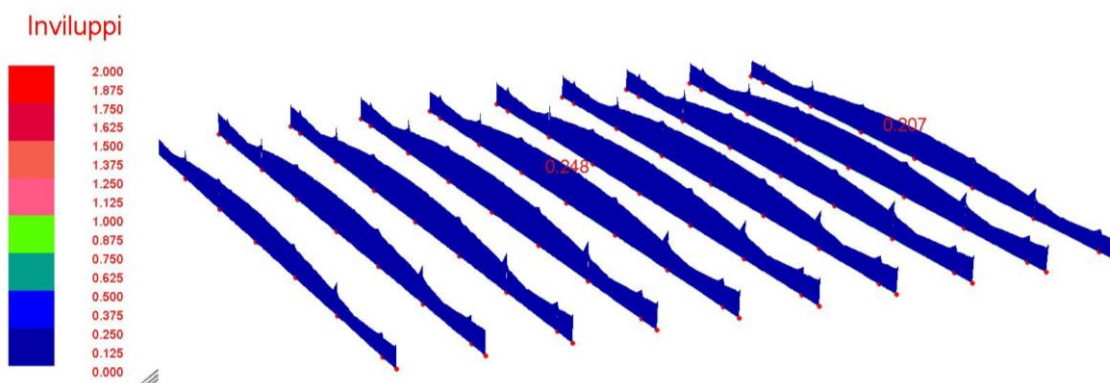


Figura 21, indici di resistenza IR (con $K_{mod}=0.65$).

14.03.03.02 SOLLECITAZIONI DI BREVE DURATA

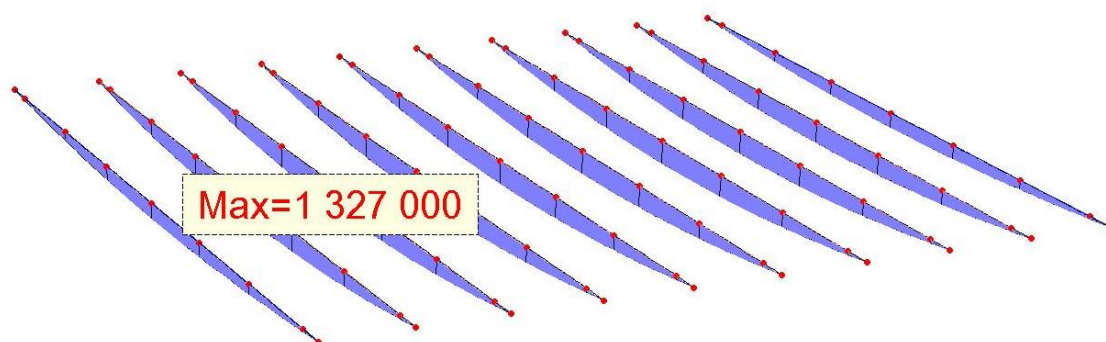


Figura 22, sollecitazioni di flessione.

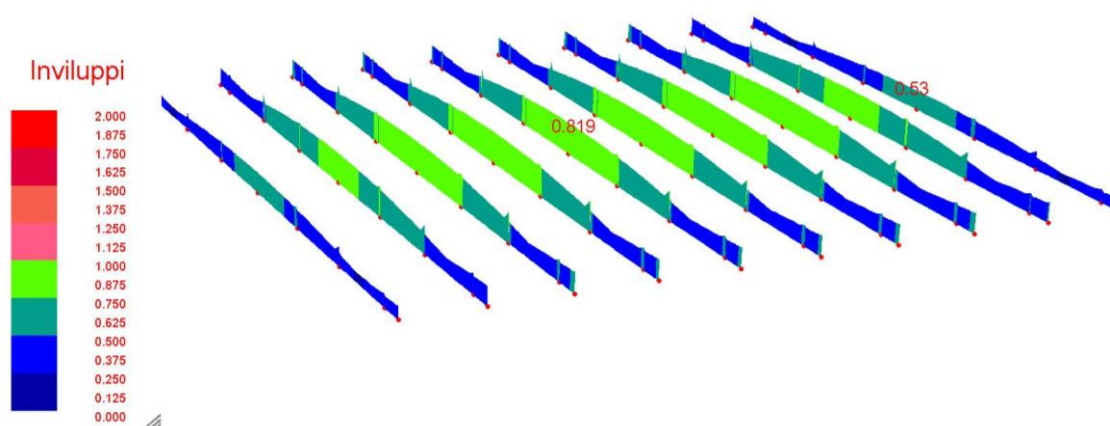


Figura 23, indici di resistenza IR (con $K_{mod}=0.70$).

14.03.03.03 SOLLECITAZIONI DI DURATA ISTANTANEA

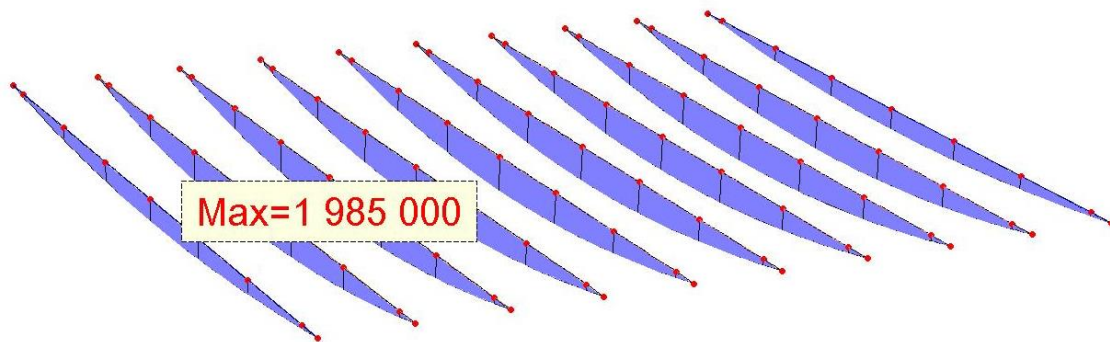


Figura 24, sollecitazioni di flessione.

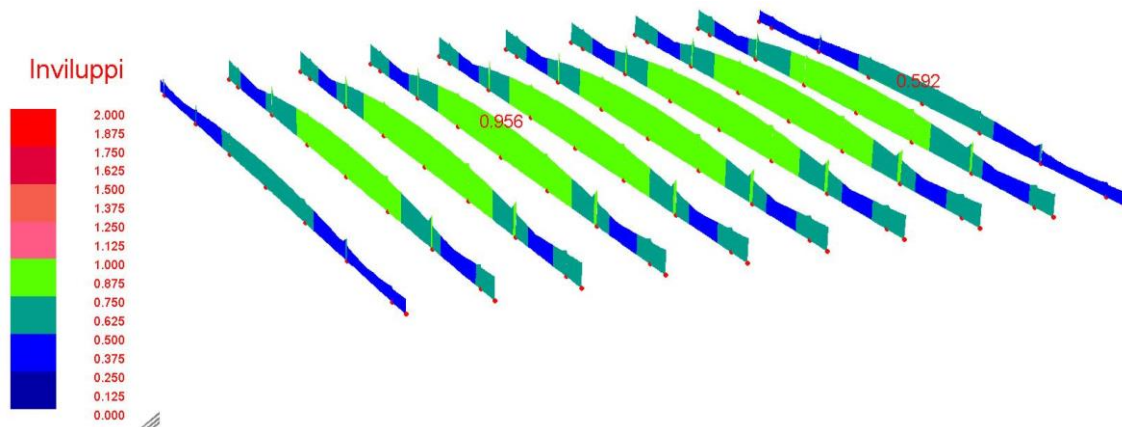


Figura 25, indici di resistenza IR (con $K_{mod}=0.90$).

14.03.04 TIRANTI DEI MURI – VERIFICHE DI SLU

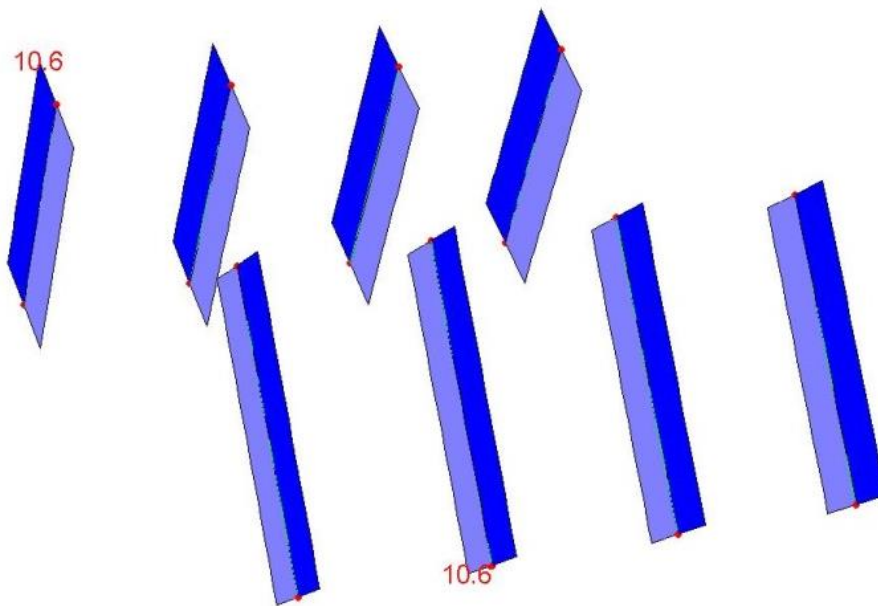


Figura 26, armature longitudinali posizionate in direzione n. 1.

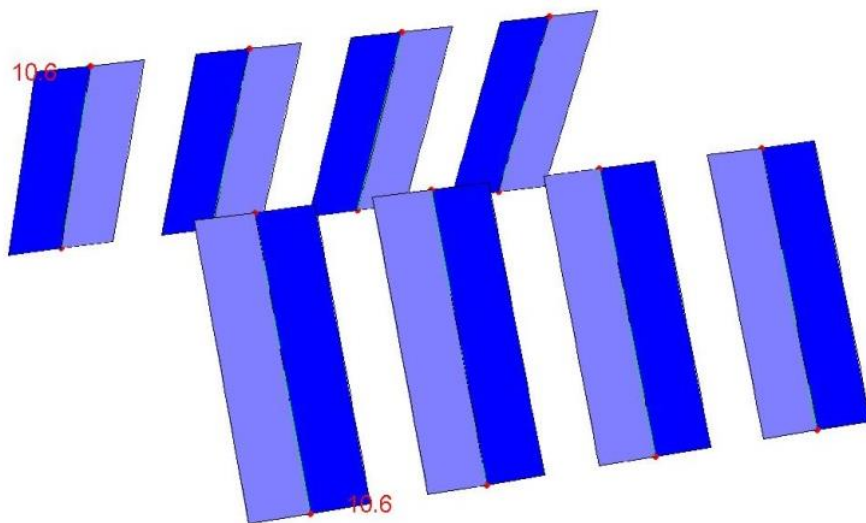


Figura 27, armature longitudinali posizionate in direzione n. 2.

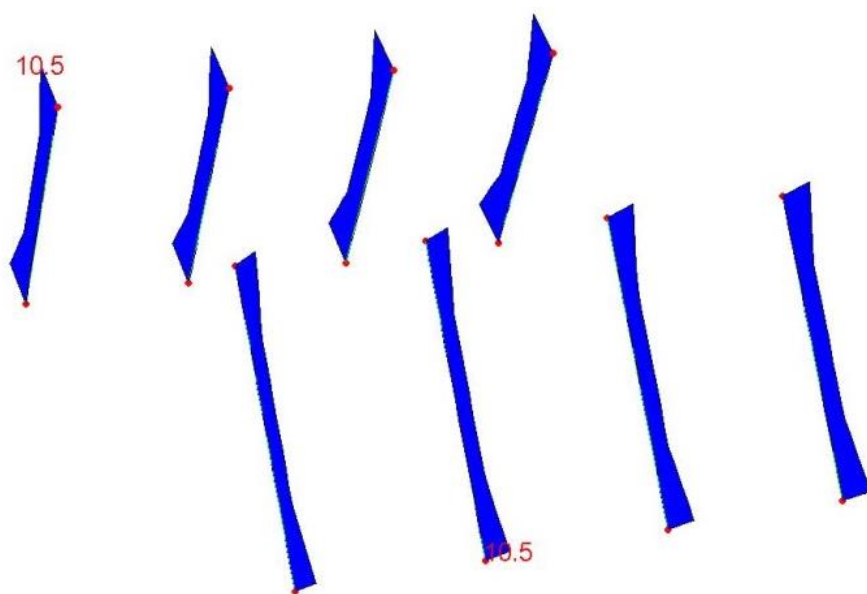


Figura 28, armature trasversali posizionate.

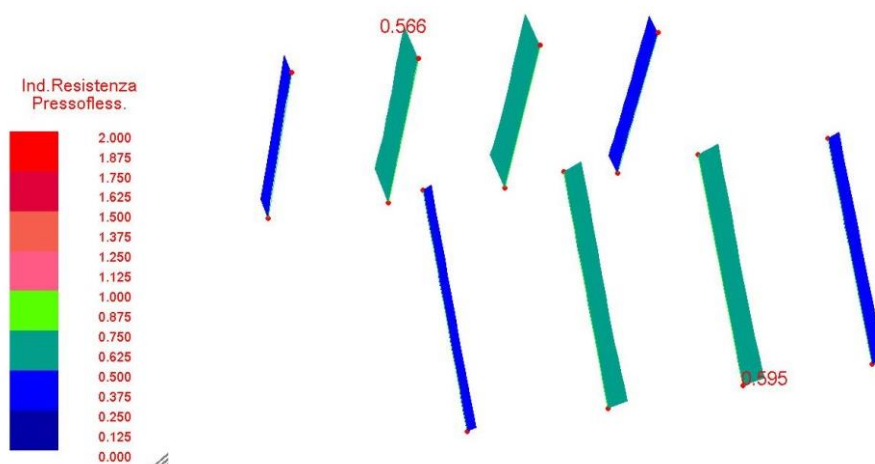


Figura 29, IR a presso-flessione.

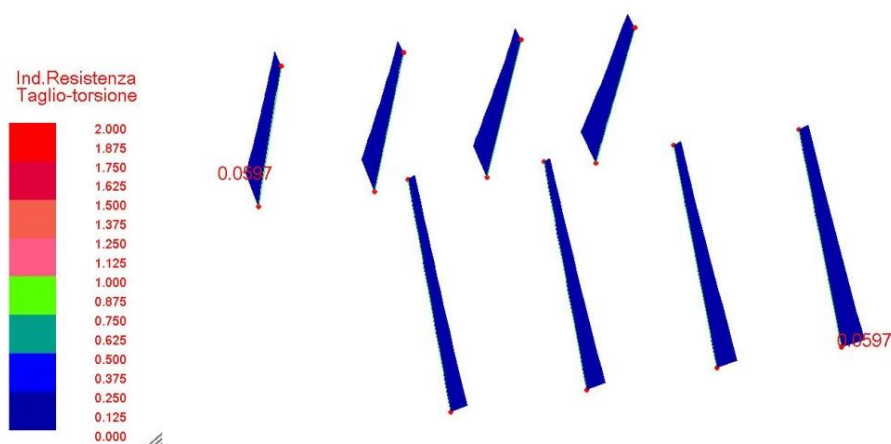


Figura 30, IR a taglio.

14.03.01 SOVRASTRUTTURA DEL PONTE – VERIFICHE DI SLE

Allo SLE la combinazione di carico rara presenta una freccia in mezzzeria delle travi di lamellare pari a $f=3.47$ cm, su di una luce pari a $L=915$ cm. Il rapporto $L/f=915/3.47=263>200$, pertanto la deformazione della struttura è accettabile.

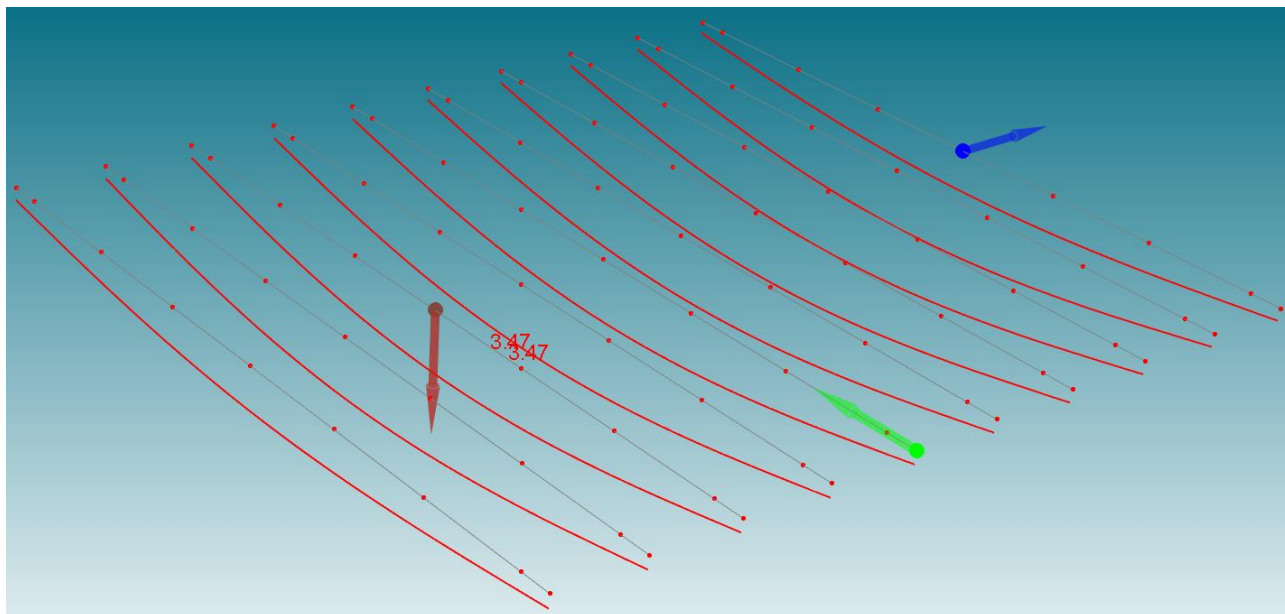


Figura 31, spostamenti significativi sotto SLE-rara.

14.01 ASSITO DI CALPESTIO

Di esso non si riportano esplicitamente le verifiche in quanto lo stesso è sovrabbondante.

14.02 PUNTONE OBLIQUO DEL PARAPETTO

In base alla geometria del parapetto ed ai carichi, il puntone è caricato da uno sforzo normale di circa 1400 daN.

Si ha:

Puntone-parapett

STATO LIMITE ULTIMO, Stabilità

(UNI EN1995-1-1:2009, §6.3.2)

Proprietà dei materiali (NTC-DM2008, §4.4)

Classe del legno : C24

Classe di servizio : Classe 3, umidità >20% (§4.4.5)

Coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008 T.4.4.III)

Classe di durata del carico: Permanente (Tab.4.4.I)

Proprietà della sezione

Sezione rettangolare, $b=80\text{mm}$, $h=120\text{mm}$, $A=9.600\text{E}+003\text{mm}^2$, $W_y=1.920\text{E}+005\text{mm}^3$, $W_z=1.280\text{E}+005\text{mm}^3$

Riduzione della sezione 0.00%, $dA=0.000\text{E}+000\text{mm}^2$, $dW_y=0.000\text{E}+000\text{mm}^3$, $dW_z=0.000\text{E}+000\text{mm}^3$

Sezione efficace $A_{\text{netto}}=9.600\text{E}+003\text{mm}^2$, $W_{y,\text{netto}}=1.920\text{E}+005\text{mm}^3$, $W_{z,\text{netto}}=1.280\text{E}+005\text{mm}^3$

Profili prestazionali caratteristici del legno

Coefficiente di correzione $K_{\text{mod}}=0.50$ (DM2008 T.4.4.IV)

Coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008 T.4.4.III)

$E_{005}=7400\text{N/mm}^2$

$f_{c0k}=21.00\text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{\text{mod}} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.50 \times 21.00 / 1.50 = 7.00\text{N/mm}^2$ (NTC-DM2008, §4.4.7)

$f_{myk}=24.00\text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{\text{mod}} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.50 \times 24.00 / 1.50 = 8.00\text{N/mm}^2$

$f_{mk}=24.00\text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{\text{mod}} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.50 \times 24.00 / 1.50 = 8.00\text{N/mm}^2$

Carichi sulla sezione

$F_{c0d}=-14.000\text{ kN}$

Stabilità (UNI EN1995-1-1:2009, §6.3.2)

Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (UNI EN1995-1-1:2009 §6.1.6.(2))

$\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{\text{netto}}=1000 \times 14.000 / 9600 = 1.46\text{ N/mm}^2$

Lunghezza libera di inflessione S_k

$S_{k,y} = 1.00 \times 2.050 = 2.050\text{ m} = 2050\text{ mm}$

$S_{k,z} = 1.00 \times 2.050 = 2.050\text{ m} = 2050\text{ mm}$

Snellezza

$i_y = (I_y/A)^{1/2} = 0.289 \times 120 = 35\text{ mm}$, $\lambda_y = 2050 / 35 = 58.57$

$i_z = (I_z/A)^{1/2} = 0.289 \times 80 = 23\text{ mm}$, $\lambda_z = 2050 / 23 = 89.13$

Tensioni critiche

$\sigma_{c,crity} = \pi^2 E_{005} / \lambda_y^2 = 21.29 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,y} = (f_{c0k} / \sigma_{c,crity})^{1/2} = 0.99$ (EN1995-1-1, Eq.6.21)

$\sigma_{c,critz} = \pi^2 E_{005} / \lambda_z^2 = 9.19 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,z} = (f_{c0k} / \sigma_{c,critz})^{1/2} = 1.51$ (EN1995-1-1, Eq.6.22)

$\beta_c = 0.20$ (legno massiccio)

$k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 1.06$, $K_{cy} = 1 / (k_y + (k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)^{1/2}) = 0.694$ (Eq.6.27 6.25)

$k_z = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2] = 1.76$, $K_{cz} = 1 / (k_z + (k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)^{1/2}) = 0.374$ (Eq.6.28 6.26)

$\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) = 0.30 < 1$ (EN1995-1-1, Eq.6.23)

$\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) = 0.56 < 1$ (EN1995-1-1, Eq.6.24)

La verifica è soddisfatta

Percentuale di sezione utilizzata = 56%

E la verifica è soddisfatta.

14.03 HEA 100 DI ACCIAIO

In base alla geometria del parapetto ed ai carichi imposti, il singolo passafuori d'acciaio di profilato HEA 100 è caricato da:

1. $N_{Sd} = 340 \text{ daN}$;
2. $V_{Sd} = 600 \text{ daN}$;
3. $M_{Sd} = 804 \text{ daN} \cdot \text{m}$.

Con un verificatore si ha:

Verifiche aste metalliche e legno

Unità di misura
Forze: kg Lunghezze: m

Sezione: I 4 Ps Cod=HEA 100 ycap=Nc

Verifica: Eurocodice 3

Tipo tabella: Travi

Forza Fx: 340 Momento Mx: 0

Forza Fy: 600 Momento My: 0

Forza Fz: 0 Momento Mz: 804

My eq.: Mz eq.:

Lunghezza: 1.34 ☐ Stampe di servizio EC3

☒ Ordinanza 3274

Calcola

Chiudi

Figura 32, input verificatore.

“Riposizionamento stadio olimpico del Freestyle e adeguamento funzionale Gran Pista”
LOTTO 3 A: Sistemazione GRANPISTA-Ponte Prariond e Sistemazione Area FREESTYLE
PROGETTO ESECUTIVO
Relazione di calcolo strutturale

VERIFICA ASTE

Metodo di verifica: **Eurocodice 3** Tipologia tabella: **Trave**
 Tipo acciaio: **S 235 (Fe 360)** Beta piano 'yx': **1.000** Beta piano 'zx': **1.000**
 gammaM0: **1.050** gammaM1': **1.050** gammaM1'': **1.050** gammaM2: **1.250**
 Tipo collegamento: **saldato** Connessione su un solo lato Connessione sul lato corto (solo 'L')

SEZ. Ps HEA 100

Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	Classe	I.V.T.	I.R.n.	I.R.	Nota
kg			kg*m							
340	600	0	0	0	804	1	0.06	0.01	0.42	

Verifica di STABILITA' e/o SVERGOLAMENTO, Lungh. 134.0 cm

Fx	My	Mz	Classe	CHimin.	ky	kz	kLT	CHILT	I.S.n.	I.S.m.	I.S.	Nota
kg	kg*m											
340	0	804	1	0.0000	0.0000	0.0000	--	--	--	--	--	Piano 'zx'

E la verifica è soddisfatta.

14.04 ANALISI CONNESSIONI

Si esaminano le condizioni di sollecitazione delle connessioni principali (connessioni di forza) e dei principali componenti delle stesse (quelli significativi).

14.04.01 CONNESSIONE “a”

All'interfaccia c.a.-acciaio ogni tassello è in grado di sviluppare un taglio resistente pari a $V_{Rd}=4800$ daN. Poiché $V_{Sd}=7000$ daN, si ha che $IR=7000/(2*4800)=0.73<1$ e la verifica è soddisfatta. Si omette la verifica a rifollamento della piastra.

All'interfaccia legno-acciaio si ha che:

a

UNIONI CON BULLONI, Connessioni acciaio-legno doppia sezione resistente

(UNI EN1995-1-1:2009, §8.5.1.3)

Proprietà dei materiali (NTC-DM2008, §4.4)

Classe del legno : GL24h

Classe di servizio : Classe 3, umidità >20% (§4.4.5)

Coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008 T.4.4.III)

Classe di durata del carico: Istantaneo (Tab.4.4.I)

Proprietà della sezione

Spessore del legname $d=200.0$ mm, spessore della piastra in acciaio $t=8.0$ mm

Profili prestazionali caratteristici del legname (NTC-DM2008, §4.4)

Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$ (DM2008 T.4.4.IV)

Coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008 T.4.4.III)

$f_{t0k}=16.50$ N/mm², $f_{t0d}=K_{mod} \cdot f_{t0k} / \gamma_M = 0.90 \times 16.50 / 1.50 = 9.90$ N/mm² (EC5 Eq.2.14)

Proprietà dei bulloni (UNI EN1995-1-1:2009 §8.5.1)

Diametro dei bulloni $d=20.0$ mm, diametro rondella ≥ 60.0 mm spessore ≥ 6.0 mm.

Valori caratteristici della resistenza a rifollamento (UNI EN1995-1-1:2009 §8.5.1.1)

$f_{hk2}=0.082(1-0.01d) p_k = 24.93$ N/mm², ($p_k=380$ kg/m³, $d=20.0$ mm) (EN1995-1-1 Eq.8.32)

Momento caratteristico di snervamento (UNI EN1995-1-1:2009 §8.5.1.1)

$M_{yrk}=0.30 f_{uk} \cdot d^{2.6} = 0.30 \times 800 \times 20.0^{2.6} = 579281$ Nmm ($f_{uk}=800$ N/mm²) (EN1995-1-1 Eq.8.30)

Resistenza caratteristica a taglio dei bulloni -Unione a doppia sezione resistente (EC5

§8.2.3)

$t_2=200.0$ mm, Spessore della piastra in acciaio $t=8.0 \leq 0.5d=0.5 \times 20.0=10.0$ mm

$R_d = \text{il minore tra i valori (UNI EN1995-1-1:2009 Eq.8.12(j), 8.12(k))}$

$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 49.860$ kN

$1.15 [2 M_{yrk} \cdot f_{hk} \cdot d]^{1/2} = 27.640$ kN

Resistenza di progetto del bullone $R_d = 2 K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 2 \times 0.90 \times 27.640 / 1.50 = 33.168$ kN

Poiché i bulloni sono n. 3 si ha che $IR=7000/(3*3300)=0.71<1$ e la verifica è soddisfatta. Si omette la verifica a rifollamento della piastra.

14.04.02 CONNESSIONE “h”

Poiché tutto lo sforzo è assorbito da generosi cordoni di saldatura ed i bulloni sono solo di posizionamento non si riportano verifiche specifiche in quanto la resistenza è sovrabbondante.

14.04.03 CONNESSIONE “i”

Si ha che $V_{Sd}=1200$ daN, legno C24, $f_{v,k}=2.5$ N/mm², $k_{mod}=0.9$, $\gamma_m=1.5$,
 $f_{v,d}=0.9*2.5/1.5=1.5$ N/mm², $V_{Rd}=f_{v,d}*120*120=21600$ N=2160 daN.

Pertanto $IR=1200/2160=0.55<1$ e la verifica è soddisfatta.