



PARCO OGLIO NORD



GREENWAY DELL'OGLIO

PROGETTO LOTTO 22-A

***Nuova passerella ciclopedonale ed
itinerario ciclopedonale tra i comuni
di Monticelli d'Oglio - Monasterolo – Robecco***

PROGETTO ESECUTIVO

D - RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

***Studio d'Ingegneria ed Architettura
Ing. Giuseppe Cimini***

Via Milano, 56 – 26100 CREMONA (CR)
Tel. 0372446030 - 3382809656 - mail:ciminig@libero.it

Aggiornamento del 13.10.14

0	INDICE	
1	PREMESSA.....	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3	MATERIALI.....	6
3.1	LEGNO.....	6
3.2	ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA	7
4	CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA.....	8
4.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E NATURA LITOLOGICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE	8
4.2	PIANO DI IMPOSTA E TIPO DI FONDAZIONE	9
4.3	CONSIDERAZIONI SUI PALI	10
5	ANALISI DEI CARICHI	10
5.1	AZIONI PERMANENTI	11
5.2	DEFORMAZIONI IMPRESSE	11
5.3	AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO	11
5.4	AZIONE DEL VENTO	12
5.5	AZIONE SISMICA.....	14
5.6	PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA DEL SITO	14
6	DEFINIZIONE DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE.....	15
6.1	VITA NOMINALE.....	15
6.2	CLASSE D'USO.....	15
6.3	PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA.....	16
6.4	STATI LIMITE E RELATIVE PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO	16
6.5	DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI PROGETTO	17
6.6	CATEGORIE DI SOTTOSUOLO	17
6.7	CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	18
6.8	AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA.....	18
6.9	AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	19
6.10	SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE DELLE COMPONENTI ORIZZONTALI.....	19
6.11	SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE DELLE COMPONENTI VERTICALI	20
6.12	ANALISI LINEARE E FATTORE DI STRUTTURA	21
6.13	SPETTRI DI PROGETTO PER GLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO E PER GLI STATI LIMITE ULTIMI.....	23
6.14	COMBINAZIONI	23
7	VALIDAZIONE SOFTWARE	28
8	CRITERI DI CONCEZIONE E DI SCHEMATIZZAZIONE STRUTTURALE.....	29
9	CRITERI PER LA MISURA DELLA SICUREZZA	43
9.1	METODO DI CALCOLO AGLI STATI LIMITE	43
10	PROGETTO PIANO DI CALPESTIO.....	44
11	PROGETTO STRUTTURA DELLE RAMPE DI ACCESSO AL PONTE AD ARCO.....	45
11.1	VERIFICA TRAVETTI.....	45
11.2	VERIFICA TRAVERSI.....	46
11.3	VERIFICA TRAVI PRINCIPALI	49

11.4	VERIFICA APPOGGIO TRAVI.....	55
11.4.1	APPOGGIO SU PILA	55
11.4.2	APPOGGIO SU SPALLE	55
12	VERIFICHE ATTRAVERSAMENTO PRINCIPALE	56
12.1	MONTANTI.....	56
12.1.1	Sezione con azione assiale massima.....	59
12.1.2	Sezione con momento massimo	61
12.1.3	Sezione con taglio massimo	63
12.2	TRAVERSI	65
12.2.1	Sezione con azione assiale massima.....	69
12.2.2	Sezione con azione flettente massima	71
12.2.3	Sezione con azione tagliante massima T_z	73
12.2.4	Sezione con azioni tagliante massima T_y	75
12.3	ARCO	77
12.3.1	Sezione con azione assiale massima.....	79
12.3.2	Sezione con azione flettente massima	81
12.3.3	Sezione con azione tagliante massima	83
12.4	CONTROVENTI	85
12.5	VERIFICHE COLLEGAMENTI	88
12.5.1	Connessione Traversi – Travi viadotto di approccio	88
12.5.2	Connessione Traversi – Travi principali.....	90
12.5.3	Connessione Controventi – Travi principali.....	91
12.5.4	Connessione Montanti – Travi principali.....	92
12.5.5	Attacco arco	95
13	DEFORMAZIONI – SPOSTAMENTI.....	96
13.1	DEFORMATA IMPALCATO PRINCIPALE.....	96
13.2	DEFORMATA RAMPE DI ACCESSO	97
14	VALUTAZIONE DELLO HUMAN COMFORT.....	97
14.1	Premesse	Errore. Il segnalibro non è definito.
14.2	Calcolo delle frequenze naturali	Errore. Il segnalibro non è definito.
14.2.1	Controllo del range critico delle frequenze	98
15	VERIFICA ELEMENTI CEMENTO ARMATO SPALLE RAMPE DI APPROCCIO	100
15.1	Muro frontale.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
15.2	Muro laterale	111
15.3	Soletta di fondazione.....	121
16	VERIFICA ELEMENTI CEMENTO ARMATO PILA.....	124
16.1	Pila	124
17	VERIFICA ELEMENTI CEMENTO ARMATO SPALLE ARCO.....	128
17.1	Soletta superiore.....	128
17.2	Pilastri.....	132
17.2.1	Mensole	136
17.3	Muro frontale.....	137
17.4	Muro laterale	140
17.5	Soletta di base.....	144

18	VERIFICA PALI DI FONDAZIONE	148
18.1	AZIONI SUI PALI	148
18.2	Valutazione della capacità portante	182
18.2.1	Capacità portante pali in compressione	183
18.2.2	Capacità portante pali in trazione.....	185
18.3	Verifica a pressoflessione	188
18.3.1	Verifica allo STR	188
18.3.1.1	Verifica allo STR V_{sd}	189
18.3.1.2	Verifica allo STR $N_{sd, max}$	191
18.3.1.3	Verifica allo STR $N_{sd, min}$	193
18.3.2	Verifica allo SLV	195
18.3.3	Verifica a taglio.....	197
18.4	Verifica SLU al collasso per carichi trasversali.....	198
18.4.1	Approccio 2 Combinazione SLU ($V_{sd} max$):	201
18.4.2	Approccio 2 Combinazione SLU (V_{sd} con N_{sd} trazione):	203
18.4.3	Approccio 2 Combinazione SLV	205
18.4.4	Approccio 2 Combinazione SLV	207
19	VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE SPALLE RAMPE ACCESSO	209

1 PREMESSA

La presente relazione tecnica è relativa al progetto esecutivo di una passerella ciclo pedonale che permetta il superamento del fiume Oglio, in modo da congiungere gli ambiti di Monticelli d'Oglio e Monasterolo.

Trattasi di due nuclei frazionali ancora fortemente espressivi per i quali è previsto un collegamento attraverso un ponte ciclopedonale sul fiume. L'ambito è inoltre caratterizzato da un quadro paesistico molto attrattivo, ricco di preesistenze significative. Per la sua particolare morfologia, esso rappresenta un'area interessante sul piano fisico-ambientale. Suggestive le visuali offerte dai percorsi d'argine esistenti, che dovrebbero essere attrezzati e valorizzati. Forte di questa direttiva che il PTCP esprime come elemento di valorizzazione dell'ambiente fluviale tra le località di Monasterolo e Monticelli, l'operazione si è innescata nel rispetto più ampio delle normative che sempre il PTCP riporta.

Il manufatto Passerella sul Fiume Oglio, è composto da una struttura rettilinea, allineata con l'asse delle cappezzagne già presenti. Complessivamente l'opera ha una luce pari a 92,50 m circa, sul lato Brescia sono presenti due campate di approccio di luce pari 9,20 m mentre sulla sponda lato Cremona è presente una sola campata di approccio di luce analoga. Questi viadotti sono stati aggiunti, rispetto al progetto definitivo, per ridurre l'impatto idraulico sul fiume Oglio.

L'impalcato sul fiume è concepito come un ponte ad arco a via superiore, questo per limitarne quanto più possibile l'impatto col paesaggio circostante. Entrando in aspetti di maggior dettaglio, essa presenta luce di circa 50 m, larghezza complessiva netta di circa 2,50 m ed è realizzata in legno lamellare incollato ed acciaio per quanto concerne le strutture in elevazione ed in calcestruzzo armato relativamente alle opere di fondazione.

In particolare, l'orditura principale delle strutture fuori terra è costituita da n.º2 archi a tre cerniere, simmetrici, paralleli e posti ad interasse tra loro di 2,94 m. Sia le cerniere di base (in appoggio sugli elementi di fondazione) sia quelle di sommità sono ottenute tramite piastre e connettori metallici, il tutto opportunamente protetto (tramite zincatura) per resistere nel tempo all'ambiente fluviale.

Lo schema statico adottato garantisce il comportamento isostatico della struttura in direzione longitudinale mentre, in direzione trasversale, la stabilità è assicurata da un'opportuna successione di elementi controventanti, composti in parte da tiranti metallici a croce di Sant'Andrea ed in parte da puntoni sempre in acciaio, ai quali sono affidate le notevoli forze orizzontali dovute al vento e quelle provocate da un possibile evento di tipo sismico.

Il ponte essendo a via superiore, presenta oltre alla struttura principale costituenti l'arcatura, una seconda struttura sopraelevata e realizzata in legno lamellare, e ciò per consentire la notevole sopraelevazione della struttura secondaria rispetto agli archi principali.

L'impalcato ligneo posa su 2 spalle che hanno la funzione di ricevere le spinte verticali e orizzontali dell'impalcato, su indicazione del AIPO le spalle sono state concepite forate per garantire nella sezione fluviale la massima portata con tempo di ritorno due centennale.

Le fondazioni delle spalle dell'arco sono realizzate in c.a. ed hanno forma rettangolare di lati 8,00 x 5,04 e spessore 0,80 m impostate su pali trivellati $\Phi 500$ mm di lunghezza pari a 10,00 m.

La fondazione della pila della rampa di accesso lato Brescia è costituita da un cordolo di base

L'impalcato è così composto:

- da una coppia di arcate realizzate con travi curve in legno lamellare di abete classe GL28H, suddivise in due pezzi ciascuna per una lunghezza complessiva di 50 metri e di sezione pari a 20x12 cm;

- montanti in legno lamellare 120x120 con funzione di supporto per la seconda serie di traversi e per realizzare i montanti del parapetto;
- traversi in legno lamellare 200 x 280 posti ad interasse di 2,40 m, aventi funzione di sostegno dell'orditura secondaria e di puntoni di controventamento, tali traversi sono posizionati a mezza altezza delle travi ad arco per ottimizzare la funzione di controvento per l'impalcato;
- controventatura a croce si S. Andrea sia inferiore che superiore (in corrispondenza del rialzo della struttura) sia verticale;
- cinque file di travetti di orditura secondaria in legno lamellare di abete di sezione 10x16 cm classe GL24h disposti ad interasse di 60 cm per il supporto dell'assito di calpestio;
- assito di calpestio in elementi in legno lamellare di larice dello spessore di 4,0 cm reciprocamente distanziati per consentire il deflusso delle acque meteoriche e posizionati su fogli di guaina impermeabilizzante a protezione dei sottostanti travetti di orditura secondaria;
- il parapetto è costituito in parte dalle stesse travi ad arco in legno lamellare. La parte superiore, necessaria a raggiungere l'altezza di 110 cm dal piano di calpestio è realizzata in carpenteria metallica zincata a caldo.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per il calcolo si fa riferimento alle leggi e normative di seguito elencate:

NORMATIVA ITALIANA

- Legge 5 novembre 1971 N. 1086 – “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica.”
- D.M. 14/01/2008 – “Norme tecniche per le Costruzioni “
- Circolare n°617 02/02/09 –“ Istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.”

ELENCO EUROCODICI

UNI EN 1990:2004

Eurocodice 1 - Criteri generali di progettazione strutturale. Versione ufficiale in lingua italiana della norma europea EN 1990 (edizione aprile 2002). La norma stabilisce principi e requisiti per la sicurezza, l'esercizio e la durabilità delle strutture, descrive i criteri generali per la loro progettazione e verifica e fornisce linee guida per i correlati aspetti di affidabilità strutturale.

UNI EN 1991-1-4:1997

Eurocodice 1 - Basi di calcolo ed azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni del vento. Versione italiana alla norma europea EN 1991-1-4 (edizione aprile 2005). Fornisce regole e metodi per il calcolo dei carichi del vento per la progettazione strutturale di edifici e opere di ingegneria civile per ciascuna delle zone di carico considerate. La norma si applica a edifici ed opere di ingegneria civile con altezza fino a 200 m e a ponti con campata non maggiore di 200 m.

UNI EN 1991-2:2005

Eurocodice 1 - Basi di calcolo ed azioni sulle strutture - Parte 2: Carichi da traffico su ponti. Versione ufficiale in lingua italiana della norma europea sperimentale EN 1991-2 (settembre 2003) e tiene conto dell'errata corrige di febbraio 2010 (AC:2010). La norma, definisce i criteri per determinare il carico dovuto all'azione del traffico stradale e ferroviario sui ponti.

UNI EN 1993-1-1:2005

Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici. Versione ufficiale in lingua italiana della norma europea sperimentale EN 1993-1-1 (edizione maggio 2005), e tiene conto dell'errata corrige di aprile 2009 (AC:2009). La norma, sperimentale, fornisce i criteri generali di progettazione di edifici e opere di ingegneria civile di acciaio. Si riferisce solamente ai requisiti di resistenza, esercizio e durata delle strutture. Altri requisiti, quali per esempio quelli dell'isolamento termico e acustico, non sono considerati. Non contiene i requisiti particolari per la progettazione in zone sismiche. Le regole inerenti a tali requisiti sono fornite nell'Eurocodice 8 che integra o adatta in modo specifico le regole dell'Eurocodice 3 a questo scopo. I valori numerici delle azioni sugli edifici e opere di ingegneria civile che devono essere considerati nel progetto non sono forniti nell'Eurocodice 3. Essi sono forniti nell'Eurocodice 1.

UNI EN 1993-2:2007

Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 2: Ponti di acciaio. Versione ufficiale in lingua italiana della norma europea sperimentale EN 1993-2 (edizione ottobre 2006) e tiene conto dell'errata corrige di luglio 2009 (AC:2009). La norma, sperimentale, fornisce le basi per la progettazione di ponti con struttura di acciaio e delle parti metalliche di ponti la cui struttura è realizzata con altri materiali. La norma fornisce prescrizioni sulla resistenza, affidabilità e durabilità delle strutture da ponte. Vengono considerate anche opere a carattere provvisoria. La norma non copre i ponti a struttura composta, per i quali si rimanda alla EN 1994-2. Le prescrizioni contenute in tale parte sono complementari oppure modificano quelle contenute nella UNI EN 1993-1-1. Indicazioni sull'esecuzione di ponti di acciaio sono fornite dalla UNI EN 1090-5.

3 MATERIALI

3.1 LEGNO

Riferimenti:

- D.M. 14.01.2008, par. 11.7
- CNR-DT 206/2007: Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di strutture in legno.
- UNI EN 1194

Classi di resistenza per legno di conifere.

CLASSI DI RESISTENZA SECONDO EN 1194, PER LEGNO LAMELLARE DI CONIFERA OMOGENEO E

Valori di resistenza modulo elastico e massa volu		GL24h	GL24c	GL28h	GL28c	GL32h	GL32c	GL36h	GL36c
Resistenza (daN)									
Flessione	$f_{m,g,k}$	240	240	280	280	320	320	360	360
Trazione parallela alla fibratura	$f_{t,0,g,k}$	165	140	195	165	225	195	260	225
Trazione perpendicolare alla fibratura	$f_{t,90,g,k}$	4	3,5	4,5	4	5	4,5	6	5
Compressione parallela alla fibratura	$f_{c,0,g,k}$	240	210	265	240	290	265	310	290
Compressione perpendicolare alla fibratura	$f_{c,90,g,k}$	27	24	30	27	33	30	36	33
Taglio	$f_{v,g,k}$	27	22	32	27	38	32	43	38
Modulo elastico (daN)									
Modulo elastico medio parallelo alle fibrature	$E_{0,g,mean}$	116000	116000	126000	126000	137000	137000	147000	147000
Modulo elastico caratteristico parallelo alle fibrature	$E_{0,g,05}$	94000	94000	102000	102000	111000	111000	119000	119000
Modulo elastico medio perpendicolare alle fibrature	$E_{90,g,mean}$	3900	3200	4200	3900	4600	4200	4900	4600
Modulo di taglio medio	$G_{g,mean}$	7200	5900	7800	7200	8500	7800	9100	8500
Massa volumica (kg/cmc)									
Massa volumica caratteristica	$\rho_{g,k}$	0,00038	0,00035	0,00041	0,00038	0,00043	0,00041	0,00045	0,00043
Massa volumica caratteristica	$\rho_{g,k}$	0,00038	0,00035	0,00041	0,00038	0,00043	0,00041	0,00045	0,00043

Per la struttura si assume come legno la classe GL24h.

3.2 ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA

Proprietà dei materiali per la fase di analisi strutturale

Modulo Elastico: $E = 2.100.000 \text{ kg/cm}^2$ (210.000 N/mm^2)

Coefficiente di Poisson: $\nu = 0.3$

Modulo di elasticità trasversale: $G = E / [2 \cdot (1 + \nu)]$ (N/mm^2)

Coefficiente di espansione termica lineare: $\alpha = 12 \cdot 10^{-6}$ per $^\circ\text{C}^{-1}$ (per $T < 100^\circ\text{C}$)

Densità: $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

Caratteristiche minime dei materiali

	S235	S275	S355	S355
tensione di rottura	360 N/mm^2	430 N/mm^2	510 N/mm^2	550 N/mm^2
tensione di snervamento	235 N/mm^2	275 N/mm^2	355 N/mm^2	440 N/mm^2

Bulloneria

Nelle unioni con bulloni si assumono le seguenti resistenze di calcolo:

CLASSE VITE	f_{tb} (N/mm^2)	f_{yb} (N/mm^2)	$f_{k,N}$ (N/mm^2)	$f_{d,N}$ (N/mm^2)	$f_{d,v}$ (N/mm^2)
4.6	400	240	240	240	170
5.6	500	300	300	300	212
6.8	600	480	360	360	255
8.8	800	640	560	560	396
10.9	1000	900	700	700	495

Legenda:

$f_{k,N}$ è assunto pari al minore dei due valori $f_{k,N} = 0.7 f_t$ ($f_{k,N} = 0.6 f_t$ per viti di classe 6.8)

$f_{k,N} = f_y$ essendo f_{tb} ed f_{yb} le tensioni di rottura e di snervamento

$f_{d,N} = f_{k,N}$ = resistenza di calcolo a trazione

$f_{d,v} = f_{k,N} / \sqrt{2}$ = resistenza di calcolo a taglio

Saldature

Su tutte le saldature è stato eseguito un controllo visivo e dimensionale. Le saldature più importanti (ad esempio le saldature delle giunzioni flangiate) sono state controllate a mezzo di particelle magnetiche e/o ultrasuoni.

Il filo di saldatura utilizzato è di tipo IT-SG3 (Saldature ad alta resistenza, fino a 600 N/mm^2), ed ha le seguenti caratteristiche:

Caratteristiche meccaniche: $R=590 \text{ N/mm}^2$; $S=420 \text{ N/mm}^2$; $KV (20^\circ\text{C}) = 50 \text{ J}$

Composizione chimica media: $C = 0.08\%$; $Mn = 1.4\%$; $Si = 0.8\%$; $P = 0.02\%$; $S = 0.02\%$.

I saldatori utilizzati per la costruzione delle strutture sono certificati secondo la UNI EN 287/1.

4 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA

Considerata l'entità delle opere da realizzarsi e considerate le caratteristiche geomeccaniche dei terreni della zona, si è proceduto all'esecuzione di n.2 prove penetrometriche di tipo statico CPT (prove P1 e P2), con le quali si è potuto verificare il comportamento geomeccanico del sottosuolo di fondazione delle opere in progetto. La prova P1 è stata eseguita sulla sponda bresciana (sponda sinistra Oglio in loc. Monticelli d'Oglio (comune di Verolavecchia), mentre la P2 è stata realizzata sulla sponda cremonese in loc. Monasterolo (comune di Robecco d'Oglio). Entrambe sono state eseguite a pochi metri dal ciglio spondale del fiume. In particolare la P1 è stata eseguita in prossimità del muro d'argine esistente, mentre la P2 sull'argine naturale del fiume (vedi planimetria e foto in allegato).

Per la definizione della categoria sismica del suolo di fondazione ai sensi dell' O.P.C.M. n. 3274 del 20 Marzo 2003 è stata eseguita n.1 prova sismica con metodologia MASW.

Considerata l'omogeneità litostratigrafica e geomeccanica dei terreni presenti nell'ambito della zona indagata e tenuto in considerazione le caratteristiche dell'opera in progetto, si ritiene che le indagini eseguite siano sufficienti per poter caratterizzare i terreni in oggetto. Tale scelta è avvalorata dalla conoscenza delle aree circostanti a quella di intervento che in un intorno significativo presentano caratteristiche litostratigrafiche e geomeccaniche simili.

Si tenga presente che la superficie scelta come quota 0 di RIFERIMENTO per tutte le quote indicate nella relazione è la TESTA MURETTO D'ARGINE SPONDA MONTICELLI D'OGLIO, che coincide con il piano campagna della prova P2 sulla sponda cremonese. Il piano campagna della prova P1 eseguita a Monticelli D'Oglio è posto a circa -0,3 m dallo 0 RIF..

4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E NATURA LITOLOGICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE

La conoscenza delle condizioni geomorfologiche generali del territorio è basata sul rilievo diretto mediante il quale si sono controllati e puntualizzati gli elementi forniti dalla bibliografia.

L'indagine si è avvalsa delle conoscenze geologiche dello scrivente riguardo le caratteristiche medio generali del territorio comunale e si è svolta mediante la realizzazione di n.2 prove penetrometriche statiche per verificare le condizioni geomeccaniche dei terreni in posto.

L'areale indagato è ubicato in corrispondenza del Fiume Oglio a cavallo tra le località di Monticelli d'Oglio nel Comune di Verolavecchia a Nord e Monasterolo nel Comune di Robecco d'Oglio (come evidenziato nella allegata C.T.R. 1:10.000).

Le due sponde del fiume Oglio indagate ricadono all'interno delle ALLUVIONI MEDIO RECENTI oloceniche del Fiume Oglio (nella carta geologica allegata sono indicate con la sigla "a2"). Affiorano parallelamente al fiume Oglio e la loro successione stratigrafica è tipicamente caratterizzata da sabbie con locali intercalazioni di ghiaie. Dal punto di vista geomorfologico la zona d'indagine si inserisce nel contesto generale della pianura terrazzata incisa dal F. Oglio nella quale si distinguono le seguenti unità geomorfologiche che, assumendo il significato di unità formazionali, coincidono con le seguenti formazioni geologiche:

- livello fondamentale della pianura: costituito dalle alluvioni fluvioglaciali wurmiane, rappresenta l'unità geomorfologica più antica dal punto di vista deposizionale, più estesa ed altimetricamente più elevata.
- Alluvioni antiche: depositi alluvionali di natura prevalentemente sabbiosa o ghiaiosa sviluppati ai margini della Valle del Fiume Oglio.
- alluvioni fluviali medio-recenti: situate nella piana fluviale del corso d'acqua, si presentano altimetricamente sottostanti il livello fondamentale della pianura. Affiorano principalmente nella valle del F. Oglio dal quale sono separate da scarpate morfologiche dotate di continuità areale.
- alluvioni fluviali attuali: sono a diretto contatto del corso d'acqua e si presentano in terrazzi bassi e di ampiezza variabile; la loro posizione ed estensione è in rapporto agli spostamenti del corso d'acqua stesso che, scorrendo in punti diversi dell'alveo, ha svolto e svolge diverse azioni di erosione e deposito.

Sulla base delle conoscenze dei terreni della zona e delle indagini eseguite, è stata osservata una buona uniformità litostratigrafica e geomeccanica dei terreni di fondazione.

La natura del terreno dedotta indirettamente dalle prove penetrometriche mostra una successione litostratigrafica uniforme (su entrambe le sponde) che può essere schematizzata come di seguito riportato:

da 0,0 a 2,4 m sabbia limosa

da 2,4 a 3,6 m sabbie e ghiaietto acquifere

da 3,6 a 7,2 m sabbie acquifere

oltre 7,2 m sabbie e ghiaietto acquifere

Sulla base delle conoscenze dei terreni della zona il substrato di fondazione risulta dominato dalle litologie sabbiose sotto un orizzonte superficiale di copertura.

In corrispondenza delle prove penetrometriche eseguite il 13/05/2014 il livello della falda freatica è stato individuato a circa -2,0 m di profondità dallo 0 RIF.

(testa muretto d'argine sponda Monticelli d'Oglio che corrisponde col p.c. di Robecco D'Oglio).

Tale valore piezometrico di soggiacenza della falda, che corrisponde col livello del fiume Oglio al momento dell'indagine, può subire delle oscillazioni sono legate al regime idrico di magra e di piena del Fiume. La massima risalita verticale del livello di falda utilizzata nei calcoli geotecnici viene fatta coincidere con il piano campagna, che durante gli eventi maggior piena viene completamente sommerso dalle acque. Se si considerano gli ultimi vent'anni Indagine geologica e geotecnica circa il livello massimo è stato raggiunto nell'anno 2000 dove il pelo dell'acqua ha raggiunto circa quota +1,5 m rispetto allo 0 RIF.

I valori di resistenza alla punta ottenuti valutando le prove eseguite, supportati dalle conoscenze litostratigrafiche locali, portano a ritenere entrambe le sponde indagate omogenee da un punto di vista litostratigrafico e geomeccanico e costituite prevalentemente da litologie sabbiose a tratti ghiaiose variamente costipate e potenzialmente sature a partire dal p.c. (durante gli eventi di piena del fiume Oglio).

4.2 PIANO DI IMPOSTA E TIPO DI FONDAZIONE

Le risultanze dell'indagine effettuata, unitamente a quanto riscontrato in precedenti indagini effettuate, ha consentito di individuare in superficie la presenza di terreni alluvionali in cui la litozona superficiale (orizzonte

A) ha natura prevalentemente sabbioso-limosa fino ad una profondità di -2,4 m dal p.c.; tale orizzonte possiede modeste proprietà geotecniche come testimoniano le risultanze delle prove eseguite.

Nell'insieme è possibile attribuire a tale orizzonte sabbioso un carattere geomeccanico scadente. E' stato volutamente escluso dalla descrizione l'orizzonte superficiale costituito da riporto tipo demolizioni individuata nella prova P1.

A partire da 2,4 m di profondità e fino a 3,6 m dal p.c. è presente un orizzonte B costituito da sabbie e ghiaietto ben costipate sature, dotato di buone proprietà geomeccaniche. A partire da 3,6 m dal p.c. e fino a 7,2m è presente un terzo orizzonte (orizzonte C) costituito da sabbie sature costipate. Più in profondità si rinviene un orizzonte D (oltre 7,2 m dal p.c.) costituito da sabbie e ghiaietto molto costipate e sature, caratterizzato da buone proprietà geomeccaniche, come dimostrano i valori di resistenza alla penetrazione della punta.

Tale condizione litostratigrafica e geomeccanica dei terreni indagati può essere ritenuta favorevole alle ipotesi progettuali al punto da poter ipotizzare l'impiego di fondazioni superficiali. Valutate però le caratteristiche progettuali del nuovo ponte e soprattutto le caratteristiche idrogeologiche del terreno a contorno dell'opera (soggette alle mutevoli condizioni di piena e di magra del Fiume), è opportuno l'impiego di fondazioni profonde che lavorino sia in compressione che trazione al fine di contrastare le tensioni previste e soprattutto le spinte orizzontali a cui è soggetta l'opera.

L'impiego di fondazioni profonde contrasta i possibili fenomeni di liquefacibilità delle sabbie qualora si verifici un terremoto di magnitudo superiore a quelli fino ad oggi statisticamente previsti per la zona.

Un ulteriore vantaggio è la riduzione dei cedimenti differenziali a cui sarebbero soggette fondazione superficiali in seguito all'effetto di saturo/non saturo operato dalla falda sotto il piano di imposta della fondazione nei diversi periodi di magra o piena annui.

Le motivazioni sopraindicate fanno propendere per la scelta di PALI DI FONDAZIONE.

4.3 CONSIDERAZIONI SUI PALI

Considerata la presenza di una successione di orizzonti litologici omogenei su entrambe le sponde (orizzonti A, B, C e D) caratterizzati da buoni valori di costipazione e quindi di angolo di attrito (si considera nulla la coesione trattandosi principalmente di litologie sabbiose a tratti con ghiaietto) si ritiene che pali di grosso diametro (400 mm – 500 mm) possano svolgere un'efficace azione di punta e di attrito laterale. La conformazione litostratigrafica del sottosuolo impone l'utilizzo di pali intestati ad una profondità di circa 10 m dallo 0 RIF. (che approssimativamente può essere fatto anche corrispondere con il p.c.); in fase operativa si eseguiranno due pali di prova (prova di carico su palo) che serviranno a tarare il modello fondazionale circa le profondità degli altri pali.

Circa la modalità esecutiva si suggerisce l'impiego di pali trivellati.

5 ANALISI DEI CARICHI

Si considerano i carichi previsti dal D.M. 14.01.08, paragrafo 5.1.3, riguardante i le azioni sui ponti stradali. La dicitura che segue è conforme con tale disposizione di legge.

5.1 AZIONI PERMANENTI

- | | |
|---|------------------------------------|
| 1. Il peso proprio della struttura: | g_1 |
| 2. Carichi permanenti portati: finitura piano di calpestio: | $g_{2,imp} = 0, 10 \text{ kN/m}^2$ |
| 3. Altre azioni permanenti: parapetto | $g_3 = 1,00 \text{ kN/m}$ |

5.2 DEFORMAZIONI IMPRESSE

- | | |
|---|---|
| 1. Distorsioni e presollecitazioni di progetto: non contemplate | (i1) |
| 2. Effetti reologici: non contemplate | (i2) |
| 3. Variazioni termiche: | $T_{max} = 45^\circ\text{C}; T_{min} = -15^\circ\text{C} \quad dt = 30^\circ$ |
| 4. Cedimenti vincolari: | non contemplati (i4) |

5.3 AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO

La passerella si colloca tra i ponti di III Categoria, ovvero ponti per il transito dei soli carichi associati allo Schema 5 (passerelle pedonali).



Figura 5.1.2 - Schemi di Carico 1-5 Dimensioni in [m]

Come specificato al paragrafo 5.1.3.12 del D.M. 14/01/2008, ai fini della determinazione dei valori caratteristici delle azioni dovute al traffico, si dovranno considerare, generalmente, le combinazioni riportate in Tab. 5.1.IV.

Tabella 5.1.IV – Valori caratteristici delle azioni dovute al traffico

Gruppo di azioni	Carichi sulla carreggiata					Carichi su marciapiedi e piste ciclabili
	Carichi verticali			Carichi orizzontali		Carichi verticali
	Modello principale (Schemi di carico 1, 2, 3, 4, 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura q_3	Forza centrifuga q_4	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione $2,5 \text{ kN/m}^2$
2 a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2 b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 (*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$
4 (**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$			Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$
5 (***)	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale				
(*) Ponti di 3ª categoria (**) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana) (***) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali						

Per i ponti di III Categoria si deve fare riferimento al gruppo di azioni 3, ovvero allo Schema di carico 5 (folla compatta) con valore caratteristico di 5.00 kN/m^2 applicato con la disposizione più gravosa per le singole verifiche.

A tal fine si sono considerati nel modello diversi casi di carico folla, in cui il carico distribuito è stato disposto alternativamente sulla campata intera o porzione di essa, in modo da creare una "scacchiera" che possa comprendere le disposizioni più gravose per i diversi elementi strutturali.

5.4 AZIONE DEL VENTO

L'azione del vento è riferita ad un periodo di ritorno di 50 anni. La zona relativa al territorio in oggetto è la Zona I. Dalla Tabella 3.3.I del D.M. 14.01.2008, si ricavano i seguenti parametri:

$$v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$$

$$k_a = 0,01 [1/s]$$

$$a_0 = 1.000 \text{ m}$$

Per un tempo di ritorno di 50 anni e per altitudine sul livello del mare del sito ove sorge la costruzione $a_s \leq 1.000 \text{ m}$ si ottiene una velocità di riferimento:

$$v_b = v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$$

essendo v_b il valore caratteristico della velocità del vento a 10 m dal suolo su un terreno di categoria di esposizione II (Tab. 3.3.II), mediata su 10 minuti e riferita ad un periodo di ritorno di 50 anni.

Tabella 3.3.I - Valori dei parametri $v_{b,0}$, a_0 , k_a

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_a [1/s]
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,010
2	Emilia Romagna	25	750	0,015
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,020
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,020
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,015
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,020
7	Liguria	28	1000	0,015
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,010
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,020

La pressione cinetica di riferimento q_b (in N/m^2) è data dall'espressione:

$$q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2 = 391 \text{ N/m}^2 = 0,391 \text{ kN/m}^2$$

dove:

v_b è la velocità di riferimento del vento (m/s);

Il luogo in cui sorgerà il manufatto, è caratterizzato da classe di rugosità D (Tab. 3.3.III del D.M. 14/01/2008) per classe di rugosità D, distanza dalla costa superiore a 30 km e altitudine del sito inferiore a 500 m, dalla Fig. 3.3.2 del D.M. 14/01/2008 si ricava categoria di esposizione del sito IV.

Tabella 3.3.III - Classi di rugosità del terreno

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,...)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinché una costruzione possa dirsi ubicata in classe A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione. Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, a meno di analisi dettagliate, verrà assegnata la classe più sfavorevole.

ZONE 1,2,3,4,5						
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5						
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						

ZONA 9		
A	--	I
B	--	I
C	--	I
D	I	I

ZONA 6					
A	--	III	IV	V	V
B	--	II	III	IV	IV
C	--	II	III	III	IV
D	I	I	II	II	III

ZONE 7,8			
A	--	--	IV
B	--	--	IV
C	--	--	III
D	I	II	*
* Categoria II in zona 8 Categoria III in zona 7			

Figura 3.3.2 - Definizione delle categorie di esposizione

Per categoria di esposizione del sito IV, si ottiene:

$$k_r = 0,22$$

$$z_0 = 0,30 \text{ m}$$

$$z_{\min} = 8 \text{ m}$$

Azione del vento sulle travi ad anima piena e reticolari

- Superficie delimitata dal contorno della trave $S = 62,00 \text{ m}^2$
- Superficie della parte piena della trave $S_p = 62,00 \text{ m}^2$

Trave isolata o primo elemento di travi multiple

- $c_p = 1,40$
- $p = 1,29 \text{ kN/m}^2$

Elemento successivo di travi multiple

- Distanza fra le travi $d = 2.94 \text{ m}$
- Altezza travi $h_{tr} = 1.20 \text{ m}$
- Coeff. di riduzione $\mu = 0.20$
- $c_p = 0.24$
- $p = 0.22 \text{ kN/m}^2$

Tali azioni sono applicate sulle travi principali nel piano X Y in direzione Y.

Vento Sull'impalcato

Si assimila l'impalcato ad una costruzione che presentano su due pareti opposte, normali alla direzione del vento, aperture di superficie $\geq 33\%$ di quella totale

Coefficienti di pressione

- $c_{pi} = \pm 0.2$

Pressioni del vento

- $p = \pm 0.18 \text{ kN/m}^2$

Nel modello il carico del vento sulla passerella è stato applicato come carico distribuito applicato all'impalcato.

5.5 AZIONE SISMICA

Al § 5.2.2.8 D.M. 14/01/08 "Azioni sismiche" per strutture da ponte, si precisa che per le azioni sismiche si devono rispettare le prescrizioni di cui al § 3.2 e al § 7.9.

Per la determinazione degli effetti di tali azioni si farà di regola riferimento alle sole masse corrispondenti ai pesi propri ed ai sovraccarichi permanenti, considerando un coefficiente $\psi_2 = 0.20$ il valore quasi permanente delle masse corrispondenti ai carichi da traffico.

5.6 PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA DEL SITO

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, che costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale di categoria A, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento T_R .

Ai fini del D.M. 14 gennaio 2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni) le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g : accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_o : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_C^* : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I parametri di pericolosità sismica a_g , F_0 e T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento assumono i seguenti valori:

Media dei valori dei parametri dei 4 punti per la località in esame	T_R	a_g	F_0	T_C^*
	[anni]	[g/10]	[adm]	[s]
	30	0,333	2,52	0,21
	50	0,407	2,55	0,23
	72	0,480	2,51	0,25
	101	0,549	2,53	0,26
	140	0,622	2,53	0,27
	201	0,721	2,51	0,28
	475	0,992	2,50	0,29
	975	1,293	2,47	0,30
	2475	1,793	2,47	0,30

Parametri sismici per i diversi tempi di ritorno.

6 DEFINIZIONE DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

6.1 VITA NOMINALE

La vita nominale di un'opera strutturale è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata. Nel caso in oggetto, l'opera ricade all'interno del tipo di costruzione: "Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale" (paragrafo 2.4 delle "Nuove Norme tecniche per le costruzioni – D.M. 14 gennaio 2008").

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali – Strutture in fase costruttiva	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Tabella 2.4.1 – Vita nominale V_N per diversi tipi di opere

Si considera una vita nominale di progetto del manufatto pari a $V_N = 50$ anni.

6.2 CLASSE D'USO

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli;

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti;

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso;

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia

non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Si considera una classe d'uso di tipo III. Il coefficiente d'uso si assume pertanto pari a $CU = 1,5$.

6.3 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento VR che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale VN per il coefficiente d'uso CU :

$$VR = VN \cdot CU \text{ (2.4.1 D.M. 14/01/08)}$$

Il valore del coefficiente d'uso CU è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in Tab. 2.4.II D.M. 14/01/08. Se $VR \leq 35$ anni si pone comunque $VR = 35$ anni.

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_u	0,7	1,0	1,5	2,0

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso CU

Si considera una classe d'uso di progetto del manufatto avente coefficiente $CU = 1,5$.

Di conseguenza, il valore di progetto del periodo di riferimento per il manufatto è pari a:

$$VR = VN \cdot CU = 75 \text{ anni}$$

6.4 STATI LIMITE E RELATIVE PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

- Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva Tab. 3.2.I D.M. 14/01/08.

Qualora la protezione nei confronti degli stati limite di esercizio sia di prioritaria importanza, i valori di PVR forniti in tabella devono essere ridotti in funzione del grado di protezione che si vuole raggiungere.

Stati Limite		P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

6.5 DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI PROGETTO

Con riferimento al D.M. 14 gennaio 2008 l'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X ed Y ed una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra di loro indipendenti. Le due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta o dalle due componenti accelerometriche orizzontali del moto sismico.

La componente che descrive il moto verticale è caratterizzata dal suo spettro di risposta o dalla componente accelerometrica verticale.

6.6 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III).

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>

Fatta salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo (la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso), ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità. Per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni

su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione. La misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio è fortemente raccomandata.

Nei casi in cui tale determinazione non sia disponibile, la classificazione può essere effettuata in base ai valori del numero equivalente di colpi della prova penetrometrica dinamica (Standard Penetration Test) NSPT,30 nei terreni prevalentemente a grana grossa e della resistenza non drenata equivalente $c_u,30$ nei terreni prevalentemente a grana fina.

Si considera un sottosuolo di categoria C, ovvero caratterizzato da depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, secondo quanto riportato nella relazione geologica a firma del DOTT. GUIDO TORRESANI.

6.7 CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.IV):

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

Si considera una categoria topografica T1, caratterizzata da una superficie pianeggiante.

6.8 AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA

Per sottosuolo di categoria A i coefficienti SS e CC valgono 1. Per le categorie di sottosuolo B, C, D ed E i coefficienti SS e CC possono essere calcolati, in funzione dei valori di a_g , F_0 e TC^* relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella Tab. 3.2.V D.M. 14/01/08, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

CATEGORIA SOTTOSUOLO	SS	CC
A	1,00	1,00
B	$100 \leq 140 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 120$	$110 \cdot (T^* \cdot c)^{-0,20}$
C	$100 \leq 170 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 150$	$105 \cdot (T^* \cdot c)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$125 \cdot (T^* \cdot c)^{-0,50}$
E	$100 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$115 \cdot (T^* \cdot c)^{-0,40}$

6.9 AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella Tab. 3.2.VI, in funzione delle categorie topografiche definite in § 3.2.2 e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità o cresta fino alla base dove S_T assume valore unitario.

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Essendo la categoria topografica di progetto del tipo T1 (superficie prevalentemente pianeggiante), si considera un coefficiente topografico S_T unitario.

6.10 SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE DELLE COMPONENTI ORIZZONTALI

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicata per il valore dell'accelerazione orizzontale massima ag su sito di riferimento rigido orizzontale.

Sia la forma spettrale che il valore di a_g variano al variare della probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR.

Gli spettri così definiti possono essere utilizzati per strutture con periodo fondamentale minore o uguale a 4,0 s. Per strutture con periodi fondamentali superiori lo spettro deve essere definito da apposite analisi ovvero l'azione sismica deve essere descritta mediante accelerogrammi.

Quale che sia la probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR considerata, lo spettro di risposta elastico della componente orizzontale è definito dalle espressioni seguenti (3.2.4 D.M. 14/01/08):

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

$$T_B \leq T \leq T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T \leq T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \frac{T_C}{T}$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

nelle quali

T è il periodo di vibrazione;

S rappresenta l'accelerazione spettrale orizzontale;

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione $S = S_S \times S_T$ (3.2.5), essendo S_S il coefficiente di amplificazione stratigrafica (vedi Tab. 3.2.V) e S_T il coefficiente di amplificazione topografica (vedi Tab. 3.2.VI);

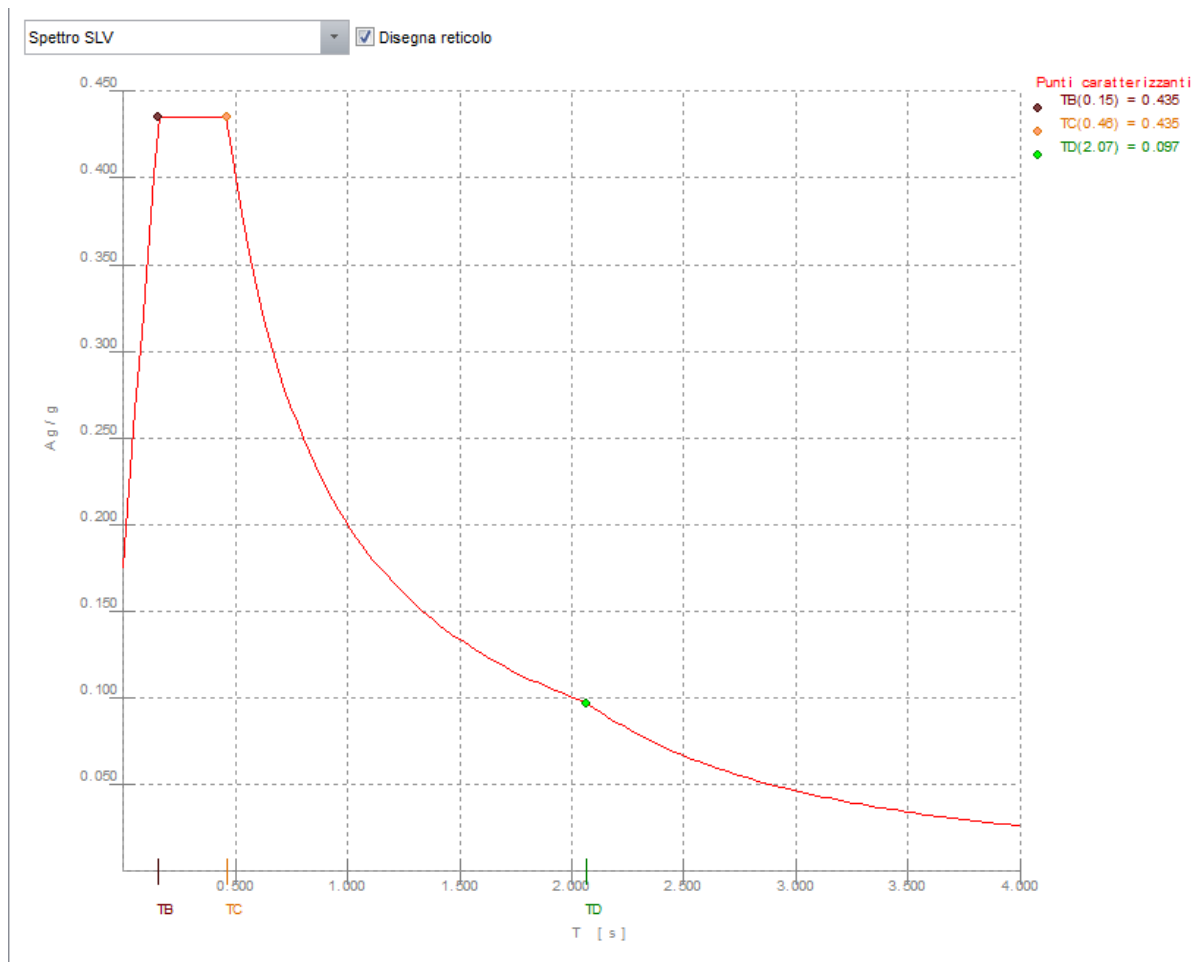
• è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali • diversi dal 5%, mediante la relazione $\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55$ (3.2.6) dove • (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;

F₀ è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2;

T_C è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da $T_C = CC \cdot T_C^*$ (3.2.7), dove T_C^{*} è definito al § 3.2 D.M. 14/01/08 e CC è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo (vedi Tab. 3.2.V);

T_B è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante, pari a $T_B = T_C/3$ (3.2.8);

T_D è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione $T_D = 4,0 \cdot \frac{a_g}{g} + 1,60$ (3.2.9);



6.11 SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE DELLE COMPONENTI VERTICALI

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale è definito dalle espressioni (3.2.10 D.M. 14/01/08):

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

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

$$T_C \leq T \leq T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_V \cdot \frac{T_C}{T}$$

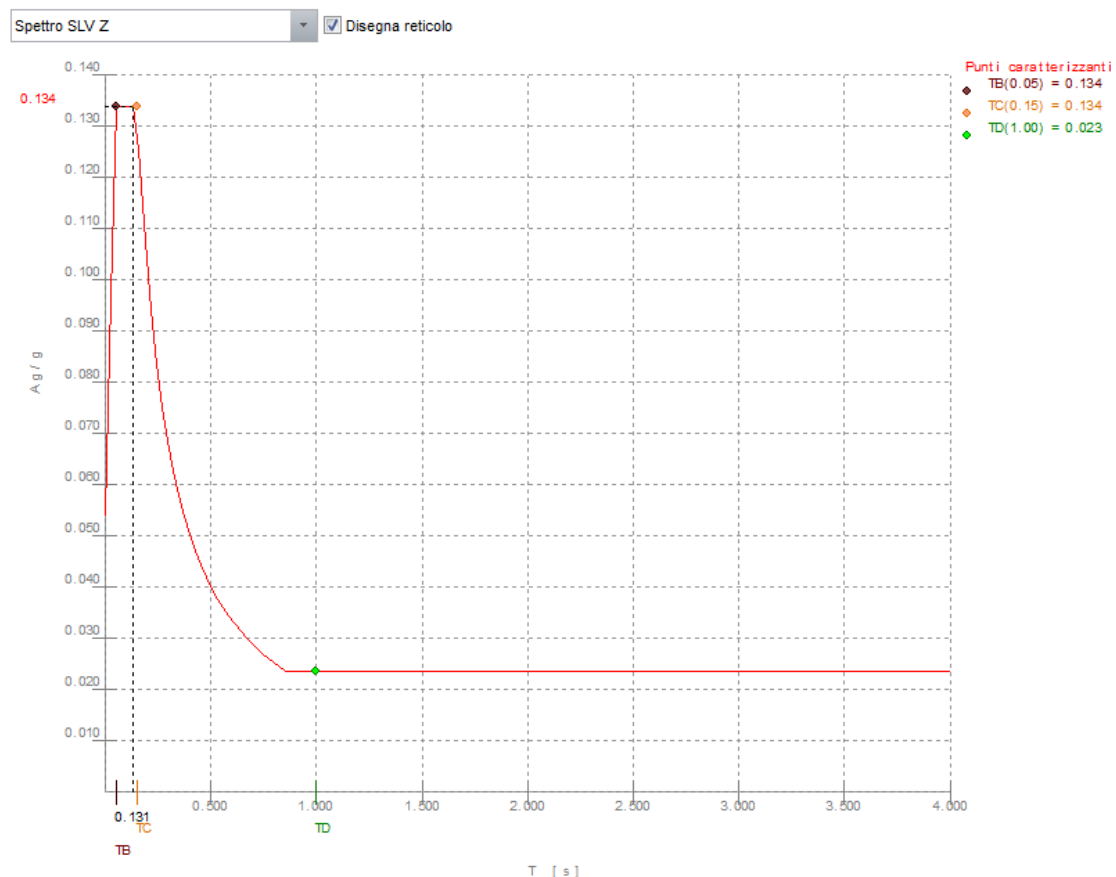
$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_V \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

nelle quali T e S_e sono, rispettivamente, periodo di vibrazione ed accelerazione spettrale verticale e F_V è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno a_g su sito di riferimento rigido orizzontale, mediante la relazione:

$$F_V = 1,35 \cdot F_O \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5}$$

I valori di a_g , F_O , S , η sono quelli già definiti per le componenti orizzontali; i valori di S , T_B , T_C e T_D , sono invece quelli riportati nella tabella seguente:

CATEGORIA SOTTOSUOLO	S	T_B	T_C	T_D
A, B, C, D, E	1,00	0,05 s	0,15 s	1,0 s



6.12 ANALISI LINEARE E FATTORE DI STRUTTURA

L'analisi delle strutture soggette ad azione sismica può essere lineare o non lineare.

L'analisi lineare può essere utilizzata per calcolare gli effetti delle azioni sismiche sia nel caso di sistemi dissipativi sia nel caso di sistemi non dissipativi.

Quando si utilizza l'analisi lineare per sistemi non dissipativi, come avviene per gli stati limite di esercizio, gli effetti delle azioni sismiche sono calcolati, quale che sia la modellazione per esse utilizzata, riferendosi allo spettro di progetto ottenuto assumendo un fattore di struttura q unitario (§ 3.2.3.4 D.M. 14/01/08).

Quando si utilizza l'analisi lineare per sistemi dissipativi, come avviene per gli stati limite ultimi, gli effetti delle azioni sismiche sono calcolati, quale che sia la modellazione per esse utilizzata, riferendosi allo spettro di progetto ottenuto assumendo un fattore di struttura q maggiore dell'unità (§ 3.2.3.5 D.M. 14/01/08).

Il valore del fattore di struttura q da utilizzare per ciascuna direzione dell'azione sismica, dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati e prende in conto le non linearità di materiale. Esso può essere calcolato tramite la seguente espressione:

$$q = q_0 \cdot K_R \quad (7.3.1 \text{ D.M. 14/01/08})$$

dove:

q_0 è il valore massimo del fattore di struttura che dipende dal livello di duttilità attesa, dalla tipologia strutturale e dal rapporto $\mu = u/\mu_1$ tra il valore dell'azione sismica per il quale si verifica la formazione di un numero di cerniere plastiche tali da rendere la struttura labile e quello per il quale il primo elemento strutturale raggiunge la plasticizzazione a flessione;

K_R è un fattore riduttivo che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione, con valore pari ad 1 per costruzioni regolari in altezza e pari a 0,8 per costruzioni non regolari in altezza.

I valori massimi del fattore di struttura q_0 per le due componenti orizzontali dell'azione sismica sono riportati in Tab. 7.9.I D.M. 14/01/08 nella quale $\mu_1 = 1$ se $\mu \geq 3$ e $\mu_1 = (\mu/3)^{0,5}$ per $3 > \mu \geq 1$, essendo $\mu = L/H$ dove L è la distanza della sezione di cerniera plastica dalla sezione di momento nullo ed H è la dimensione della sezione nel piano di inflessione della cerniera plastica.

Tipi di elementi duttili	q_0	
	CD "B"	CD "A"
Pile in cemento armato		
Pile verticali inflesse	1,5	3,5 λ
Elementi di sostegno inclinati inflessi	1,2	2,1 λ
Pile in acciaio:		
Pile verticali inflesse	1,5	3,5
Elementi di sostegno inclinati inflessi	1,2	2,0
Pile con controventi concentrici	1,5	2,5
Pile con controventi eccentrici	-	3,5
Spalle rigidamente connesse con l'impalcato		
In generale	1,5	1,5
Strutture che si muovono col terreno ⁷	1,0	1,0
Archi	1,2	2,0

I valori massimi q_0 del fattore di struttura sono da applicare alle singole pile, per ciascuna delle due direzioni principali, nei casi di ponti isostatici e all'intera opera, ma ancora separatamente per le due direzioni, nei casi di ponti a travata continua. Nel caso di ponti con elementi strutturali duttili di diverso tipo, si adotta, per ciascuna delle due direzioni, il fattore di struttura degli elementi di ugual tipo che contribuiscono in misura maggiore alla resistenza nei confronti delle azioni sismiche.

Per la componente orizzontale dello spettro di progetto si assume un valore massimo del fattore di struttura pari a $q_0 = 1,20$, mentre si assume un fattore riduttivo K_R pari a 0,8, tipico di un manufatto non regolare in altezza. Si ottiene pertanto $q = q_0 \cdot K_R = 0,96 \Rightarrow 1,00$.

Per la componente verticale dell'azione sismica il valore di q utilizzato, a meno di adeguate analisi giustificative, è $q = 1,0$ per i ponti.

6.13 SPETTRI DI PROGETTO PER GLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO E PER GLI STATI LIMITE ULTIMI

Per gli stati limite di esercizio lo spettro di progetto $S_d(T)$ da utilizzare, sia per le componenti orizzontali che per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente, riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR considerata (v. §§ 2.4 e 3.2.1 D.M. 14/01/08).

Qualora le verifiche agli stati limite ultimi non vengano effettuate tramite l'uso di opportuni accelerogrammi ed analisi dinamiche al passo, ai fini del progetto o della verifica delle strutture le capacità dissipative delle strutture possono essere messe in conto attraverso una riduzione delle forze elastiche, che tiene conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovraresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni.

In tal caso, lo spettro di progetto $S_d(T)$ da utilizzare, sia per le componenti orizzontali, sia per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR considerata (v. §§ 2.4 e 3.2.1), con le ordinate ridotte sostituendo nelle formule (3.2.4) h con $1/q$, dove q è il fattore di struttura definito nel capitolo 7 del D.M. 14/01/08. Si assumerà comunque $S_d(T) \geq 0,2ag$.

Per lo stato limite di salvaguardia della vita SLV caratterizzato da $V_r = 75$ anni e periodo di ritorno $T_r = 712$ anni si ottengono i seguenti risultati.

6.14 COMBINAZIONI

In questo capitolo vengono analizzati i criteri di verifica di sicurezza nei confronti delle azioni descritte nel capitolo 5 e l'applicazione di esse ai modelli strutturali.

Le combinazioni di carico sono stabilite, in modo da garantire la sicurezza, secondo quanto prescritto dal D.M. 14 gennaio 2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni).

Ai fini della determinazione dei valori caratteristici delle azioni dovute al traffico, si dovranno considerare, generalmente, le combinazioni riportate in Tab. 5.1.IV D.M. 14/01/08. Per il manufatto in questione, trattandosi di un ponte di III categoria, si fa riferimento al gruppo di azioni 1, quindi allo schema di carico 5 (folla) con valore caratteristico di $5,0 \text{ kN/m}^2$.

Tabella 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente ψ_0 di combinazione	Coefficiente ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	----	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
Vento q_5	Vento a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
Neve q_5	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	T_k	0,6	0,6	0,5

Tabella 5.1.IV – Valori caratteristici delle azioni dovute al traffico

Gruppo di azioni	Carichi sulla carreggiata					Carichi su marciapiedi e piste ciclabili
	Carichi verticali			Carichi orizzontali		Carichi verticali
	Modello principale (Schemi di carico 1, 2, 3, 4, 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura q_3	Forza centrifuga q_4	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione $2,5 \text{ kN/m}^2$
2 a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2 b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 (*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$
4 (**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$			Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$
5 (***)	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale				
(*) Ponti di 3ª categoria						
(**) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)						
(***) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali						

I valori dei coefficienti ψ_0 , ψ_1 e ψ_2 per le diverse categorie di azioni sono riportati nella Tab. 5.1.VI. Per il gruppo di azioni in esame, ovvero gruppo di azioni 3, si dovrebbero assumere tutti e tre i coefficienti con valore nullo. A favore di sicurezza, per condurre verifiche in esercizio più cautelative, si decide di fare riferimento al gruppo di azioni 4 (folla) e di assumere $\psi_1 = 1$.

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

Per le azioni variabili ambientali si è invece deciso, per condurre verifiche in esercizio a favore di sicurezza, di fare riferimento alla Tabella 2.5.I.

Le diverse azioni vengono combinate secondo i coefficienti di combinazione $gG1j$, $gG2j$ e g_{ej} riportati in tabella 5.1.V.

Tabella 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 2}, \gamma_{\epsilon 3}, \gamma_{\epsilon 4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.

⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

Le combinazioni di carico considerate sono riportate di seguito

Commento	TCC	Peso Proprio	Permanenti	Variabili	Vento	+dt	-dt	FX	FY	SX	SY	SZ
CC 1 - Amb. 1 (SLU S) S +X+0.3Y+0.3Z	SLV	1	1	0.2	0	0	0	0	0	1	0.3	0.3
CC 2 - Amb. 1 (SLE) S +X+0.3Y+0.3Z	SLD	1	1	0.2	0	0	0	0	0	1	0.3	0.3
CC 3 - Amb. 1 (SLU S) S +X+0.3Y-0.3Z	SLV	1	1	0.2	0	0	0	0	0	1	0.3	-0.3
CC 4 - Amb. 1 (SLE) S +X+0.3Y-0.3Z	SLD	1	1	0.2	0	0	0	0	0	1	0.3	-0.3

CC 5 - Amb. 1 (SLU S) S +X-0.3Y+0.3Z	SLV	1	1	0.2	0	0	0	0	0	1	-0.3	0.3
CC 6 - Amb. 1 (SLE) S +X-0.3Y+0.3Z	SLD	1	1	0.2	0	0	0	0	0	1	-0.3	0.3
CC 7 - Amb. 1 (SLU S) S +X-0.3Y-0.3Z	SLV	1	1	0.2	0	0	0	0	0	1	-0.3	-0.3
CC 8 - Amb. 1 (SLE) S +X-0.3Y-0.3Z	SLD	1	1	0.2	0	0	0	0	0	1	-0.3	-0.3
CC 9 - Amb. 1 (SLU S) S +0.3X+Y+0.3Z	SLV	1	1	0.2	0	0	0	0	0	0.3	1	0.3
CC 10 - Amb. 1 (SLE) S +0.3X+Y+0.3Z	SLD	1	1	0.2	0	0	0	0	0	0.3	1	0.3
CC 11 - Amb. 1 (SLU S) S +0.3X+Y-0.3Z	SLV	1	1	0.2	0	0	0	0	0	0.3	1	-0.3
CC 12 - Amb. 1 (SLE) S +0.3X+Y-0.3Z	SLD	1	1	0.2	0	0	0	0	0	0.3	1	-0.3
CC 13 - Amb. 1 (SLU S) S -0.3X+Y+0.3Z	SLV	1	1	0.2	0	0	0	0	0	-0.3	1	0.3
CC 14 - Amb. 1 (SLE) S -0.3X+Y+0.3Z	SLD	1	1	0.2	0	0	0	0	0	-0.3	1	0.3
CC 15 - Amb. 1 (SLU S) S -0.3X+Y-0.3Z	SLV	1	1	0.2	0	0	0	0	0	-0.3	1	-0.3
CC 16 - Amb. 1 (SLE) S -0.3X+Y-0.3Z	SLD	1	1	0.2	0	0	0	0	0	-0.3	1	-0.3
CC 17 - Amb. 1 (SLU S) S +0.3X+0.3Y+Z	SLV	1	1	0.2	0	0	0	0	0	0.3	0.3	1
CC 18 - Amb. 1 (SLE) S +0.3X+0.3Y+Z	SLD	1	1	0.2	0	0	0	0	0	0.3	0.3	1
CC 19 - Amb. 1 (SLU S) S +0.3X-0.3Y+Z	SLV	1	1	0.2	0	0	0	0	0	0.3	-0.3	1
CC 20 - Amb. 1 (SLE) S +0.3X-0.3Y+Z	SLD	1	1	0.2	0	0	0	0	0	0.3	-0.3	1
CC 21 - Amb. 1 (SLU S) S -0.3X+0.3Y+Z	SLV	1	1	0.2	0	0	0	0	0	-0.3	0.3	1
CC 22 - Amb. 1 (SLE) S -0.3X+0.3Y+Z	SLD	1	1	0.2	0	0	0	0	0	-0.3	0.3	1
CC 23 - Amb. 1 (SLU S) S -0.3X-0.3Y+Z	SLV	1	1	0.2	0	0	0	0	0	-0.3	-0.3	1
CC 24 - Amb. 1 (SLE) S -0.3X-0.3Y+Z	SLD	1	1	0.2	0	0	0	0	0	-0.3	-0.3	1
CC 25 - Amb. 2 (SLU) F X	SLU	1.3	1.35	1.35	0.9	0.9	0	1	0	0	0	0
CC 26 - Amb. 2 (SLU) F -X	SLU	1.3	1.35	1.35	0.9	0.9	0	-1	0	0	0	0
CC 27 - Amb. 2 (SLU) F Y	SLU	1.3	1.35	1.35	0.9	0.9	0	0	1	0	0	0
CC 28 - Amb. 2 (SLU) F -Y	SLU	1.3	1.35	1.35	0.9	0.9	0	0	-1	0	0	0
CC 29 - Amb. 2 (SLU) F X	SLU	1.3	1.35	0.54	1.5	0.9	0	1	0	0	0	0
CC 30 - Amb. 2 (SLU) F -X	SLU	1.3	1.35	0.54	1.5	0.9	0	-1	0	0	0	0
CC 31 - Amb. 2 (SLU) F Y	SLU	1.3	1.35	0.54	1.5	0.9	0	0	1	0	0	0
CC 32 - Amb. 2 (SLU) F -Y	SLU	1.3	1.35	0.54	1.5	0.9	0	0	-1	0	0	0
CC 33 - Amb. 2 (SLU) F X	SLU	1.3	1.35	1.35	0.9	0	0.9	1	0	0	0	0
CC 34 - Amb. 2 (SLU) F -X	SLU	1.3	1.35	1.35	0.9	0	0.9	-1	0	0	0	0
CC 35 - Amb. 2 (SLU) F Y	SLU	1.3	1.35	1.35	0.9	0	0.9	0	1	0	0	0
CC 36 - Amb. 2 (SLU) F -Y	SLU	1.3	1.35	1.35	0.9	0	0.9	0	-1	0	0	0
CC 37 - Amb. 2 (SLU) F X	SLU	1.3	1.35	0.54	1.5	0	0.9	1	0	0	0	0
CC 38 - Amb. 2 (SLU) F -X	SLU	1.3	1.35	0.54	1.5	0	0.9	-1	0	0	0	0
CC 39 - Amb. 2 (SLU) F Y	SLU	1.3	1.35	0.54	1.5	0	0.9	0	1	0	0	0
CC 40 - Amb. 2 (SLU) F -Y	SLU	1.3	1.35	0.54	1.5	0	0.9	0	-1	0	0	0
CC 41 - Amb. 2 (SLU) F X	SLU	1.3	1.35	0.54	0.9	1.5	0	1	0	0	0	0
CC 42 - Amb. 2 (SLU) F -X	SLU	1.3	1.35	0.54	0.9	1.5	0	-1	0	0	0	0
CC 43 - Amb. 2 (SLU) F Y	SLU	1.3	1.35	0.54	0.9	1.5	0	0	1	0	0	0
CC 44 - Amb. 2 (SLU) F -Y	SLU	1.3	1.35	0.54	0.9	1.5	0	0	-1	0	0	0
CC 45 - Amb. 2 (SLU) F X	SLU	1.3	1.35	0.54	0.9	0	1.5	1	0	0	0	0
CC 46 - Amb. 2 (SLU) F -X	SLU	1.3	1.35	0.54	0.9	0	1.5	-1	0	0	0	0
CC 47 - Amb. 2 (SLU) F Y	SLU	1.3	1.35	0.54	0.9	0	1.5	0	1	0	0	0
CC 48 - Amb. 2 (SLU) F -Y	SLU	1.3	1.35	0.54	0.9	0	1.5	0	-1	0	0	0
CC 49 - Amb. 2 (SLE R) F X	SLR	1	1	1	0.6	0.6	0	1	0	0	0	0
CC 50 - Amb. 2 (SLE R) F -X	SLR	1	1	1	0.6	0.6	0	-1	0	0	0	0
CC 51 - Amb. 2 (SLE R) F Y	SLR	1	1	1	0.6	0.6	0	0	1	0	0	0
CC 52 - Amb. 2 (SLE R) F -Y	SLR	1	1	1	0.6	0.6	0	0	-1	0	0	0
CC 53 - Amb. 2 (SLE R) F X	SLR	1	1	1	0.6	0	0.6	1	0	0	0	0
CC 54 - Amb. 2 (SLE R) F -X	SLR	1	1	1	0.6	0	0.6	-1	0	0	0	0
CC 55 - Amb. 2 (SLE R) F Y	SLR	1	1	1	0.6	0	0.6	0	1	0	0	0
CC 56 - Amb. 2 (SLE R) F -Y	SLR	1	1	1	0.6	0	0.6	0	-1	0	0	0
CC 57 - Amb. 2 (SLE R) F X	SLR	1	1	0.4	1	0	0.6	1	0	0	0	0
CC 58 - Amb. 2 (SLE R) F -X	SLR	1	1	0.4	1	0	0.6	-1	0	0	0	0
CC 59 - Amb. 2 (SLE R) F Y	SLR	1	1	0.4	1	0	0.6	0	1	0	0	0
CC 60 - Amb. 2 (SLE R) F -Y	SLR	1	1	0.4	1	0	0.6	0	-1	0	0	0
CC 61 - Amb. 2 (SLE R) F X	SLR	1	1	0.4	1	0.6	0	1	0	0	0	0

CC 62 - Amb. 2 (SLE R) F -X	SLR	1	1	0.4	1	0.6	0	-1	0	0	0	0
CC 63 - Amb. 2 (SLE R) F Y	SLR	1	1	0.4	1	0.6	0	0	1	0	0	0
CC 64 - Amb. 2 (SLE R) F -Y	SLR	1	1	0.4	1	0.6	0	0	-1	0	0	0
CC 65 - Amb. 2 (SLE R) F X	SLR	1	1	0.4	0.6	0	1	1	0	0	0	0
CC 66 - Amb. 2 (SLE R) F -X	SLR	1	1	0.4	0.6	0	1	-1	0	0	0	0
CC 67 - Amb. 2 (SLE R) F Y	SLR	1	1	0.4	0.6	0	1	0	1	0	0	0
CC 68 - Amb. 2 (SLE R) F -Y	SLR	1	1	0.4	0.6	0	1	0	-1	0	0	0
CC 69 - Amb. 2 (SLE R) F X	SLR	1	1	0.4	0.6	1	0	1	0	0	0	0
CC 70 - Amb. 2 (SLE R) F -X	SLR	1	1	0.4	0.6	1	0	-1	0	0	0	0
CC 71 - Amb. 2 (SLE R) F Y	SLR	1	1	0.4	0.6	1	0	0	1	0	0	0
CC 72 - Amb. 2 (SLE R) F -Y	SLR	1	1	0.4	0.6	1	0	0	-1	0	0	0
CC 73 - Amb. 2 (SLE F) F X	SLF	1	1	0.4	0	0	0	1	0	0	0	0
CC 74 - Amb. 2 (SLE F) F -X	SLF	1	1	0.4	0	0	0	-1	0	0	0	0
CC 75 - Amb. 2 (SLE F) F Y	SLF	1	1	0.4	0	0	0	0	1	0	0	0
CC 76 - Amb. 2 (SLE F) F -Y	SLF	1	1	0.4	0	0	0	0	-1	0	0	0
CC 77 - Amb. 2 (SLE F) F X	SLF	1	1	0	0.2	0	0	1	0	0	0	0
CC 78 - Amb. 2 (SLE F) F -X	SLF	1	1	0	0.2	0	0	-1	0	0	0	0
CC 79 - Amb. 2 (SLE F) F Y	SLF	1	1	0	0.2	0	0	0	1	0	0	0
CC 80 - Amb. 2 (SLE F) F -Y	SLF	1	1	0	0.2	0	0	0	-1	0	0	0
CC 81 - Amb. 2 (SLE F) F X	SLF	1	1	0	0	0.5	0	1	0	0	0	0
CC 82 - Amb. 2 (SLE F) F -X	SLF	1	1	0	0	0.5	0	-1	0	0	0	0
CC 83 - Amb. 2 (SLE F) F Y	SLF	1	1	0	0	0.5	0	0	1	0	0	0
CC 84 - Amb. 2 (SLE F) F -Y	SLF	1	1	0	0	0.5	0	0	-1	0	0	0
CC 85 - Amb. 2 (SLE F) F X	SLF	1	1	0	0	0	0.5	1	0	0	0	0
CC 86 - Amb. 2 (SLE F) F -X	SLF	1	1	0	0	0	0.5	-1	0	0	0	0
CC 87 - Amb. 2 (SLE F) F Y	SLF	1	1	0	0	0	0.5	0	1	0	0	0
CC 88 - Amb. 2 (SLE F) F -Y	SLF	1	1	0	0	0	0.5	0	-1	0	0	0
CC 89 - Amb. 2 (SLE Q) F X	SLQ	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
CC 90 - Amb. 2 (SLE Q) F -X	SLQ	1	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0
CC 91 - Amb. 2 (SLE Q) F Y	SLQ	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
CC 92 - Amb. 2 (SLE Q) F -Y	SLQ	1	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0

7 VALIDAZIONE SOFTWARE

AMV S.r.l.
Via San Lorenzo, 106
34077 Ronchi dei Legionari
(Gorizia) Italy

Ph. +39 0481.779.903 r.a.
Fax +39 0481.777.125
E-mail: info@amv.it
www.amv.it

Cap. Soc. € 10.920,00 i.v.
P.Iva: IT00382470318
C.F. e Iscriz. nel Reg. delle Imp. di GO
00382470318 - R.E.A. GO n° 048216



**Attestato dell'affidabilità del codice di calcolo e delle procedure implementate nei prodotti software AMV
In base al paragrafo 10.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.01.2008 e successivi aggiornamenti).**

In base a quanto richiesto al par. 10.2 del D.M. 14/01/2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni) il produttore e distributore AMV s.r.l. espone la seguente relazione riguardante il solutore numerico e, più in generale, la procedura di analisi e dimensionamento MasterSap. Si fa presente che sul proprio sito (www.amv.it) è disponibile sia il manuale teorico del solutore sia il documento comprendente i numerosi esempi di validazione. Essendo tali documenti (formati da centinaia di pagine) di pubblico dominio, si ritiene sufficiente proporre una sintesi, sia pure adeguatamente esauriente, dell'argomento.

Il motore di calcolo adottato da MasterSap, denominato LiFE-Pack, è un programma ad elementi finiti che permette l'analisi statica e dinamica in ambito lineare e non lineare, con estensioni per il calcolo degli effetti del secondo ordine.

Il solutore lineare usato in analisi statica ed in analisi modale è basato su un classico algoritmo di fattorizzazione multifrontale per matrici sparse che utilizza la tecnica di condensazione supermodale ai fini di velocizzare le operazioni. Prima della fattorizzazione viene eseguito un riordino simmetrico delle righe e delle colonne del sistema lineare al fine di calcolare un percorso di eliminazione ottimale che massimizza la sparsità del fattore. Il solutore modale è basato sulla formulazione inversa dell'algoritmo di Lanczos noto come *Thick Restarted Lanczos* ed è particolarmente adatto alla soluzione di problemi di grande e grandissima dimensione ovvero con molti gradi di libertà. L'algoritmo di Lanczos oltre ad essere supportato da una rigorosa teoria matematica, è estremamente efficiente e competitivo e non ha limiti superiori nella dimensione dei problemi, se non quelli delle risorse hardware della macchina utilizzata per il calcolo.

Per la soluzione modale di piccoli progetti, caratterizzati da un numero di gradi di libertà inferiore a 500, l'algoritmo di Lanczos non è ottimale e pertanto viene utilizzato il classico solutore modale per matrici dense simmetriche contenuto nella ben nota libreria LAPACK.

L'analisi con i contributi del secondo ordine viene realizzata aggiornando la matrice di rigidezza elastica del sistema con i contributi della matrice di rigidezza geometrica.

Un'estensione non lineare, che introduce elementi a comportamento multilineare, si avvale di un solutore incrementale che utilizza nella fase iterativa della soluzione il metodo del gradiente coniugato preconditionato.

Grande attenzione è stata riservata agli esempi di validazione del solutore. Gli esempi sono stati tratti dalla letteratura tecnica consolidata e i confronti sono stati realizzati con i risultati teorici e, in molti casi, con quelli prodotti, sugli esempi stessi, da prodotti internazionali di comparabile e riconosciuta validità. Il manuale di validazione è disponibile sul sito www.amv.it.

È importante segnalare, forse ancora con maggior rilievo, che l'affidabilità del programma trova riscontro anche nei risultati delle prove di collaudo eseguite su sistemi progettati con MasterSap. I verbali di collaudo (per alcuni progetti di particolare importanza i risultati sono disponibili anche nella letteratura tecnica) documentano che i risultati delle prove, sia in campo statico che dinamico, sono corrispondenti con quelli dedotti dalle analisi numeriche, anche per merito della possibilità di dar luogo, con MasterSap, a raffinate modellazioni delle strutture. In MasterSap sono presenti moltissime procedure di controllo e filtri di autodia-gnostica. In fase di input, su ogni dato, viene eseguito un controllo di compatibilità. Un'ulteriore procedura di controllo può essere lanciata dall'utente in modo da individuare tutti gli errori gravi o gli eventuali difetti della modellazione. Analoghi controlli vengono eseguiti da MasterSap in fase di calcolo prima della preparazione dei dati per il solutore. I dati trasferiti al solutore sono facilmente consultabili attraverso la lettura del file di input in formato XML, leggibili in modo immediato dall'utente. Apposite procedure di controllo sono predisposte per i programmi di dimensionamento per l'acciaio, legno, alluminio, muratura etc. Tali controlli riguardano l'esito della verifica: vengono segnalati, per via numerica e grafica (vedi esempio a fianco), i casi in contrasto con le comuni tecniche costruttive e gli errori di dimensionamento (che bloccano lo sviluppo delle fasi successive della progettazione, ad esempio il disegno esecutivo). Nei casi previsti dalla norma, ad esempio qualora contemplato dalle disposizioni sismiche in applicazione, vengono eseguiti i controlli sulla geometria strutturale, che vengono segnalati con la stessa modalità dei difetti di progettazione.

Ulteriori funzioni, a disposizione dell'utente, agevolano il controllo dei dati e dei risultati. È possibile eseguire una funzione di ricerca su tutte le proprietà (geometriche, fisiche, di carico etc) del modello individuando gli elementi interessati.

Si possono rappresentare e interrogare graficamente, in ogni sezione desiderata, tutti i risultati dell'analisi e del dimensionamento strutturale. Nel caso sismico viene evidenziata la posizione del centro di massa e di rigidezza del sistema.

Per gli edifici è possibile, per ogni piano, a partire dalle fondazioni, conoscere la risultante delle azioni verticali orizzontali. Analoghi risultati sono disponibili per i vincoli esterni.

Le altre procedure di calcolo, oltre a MasterSap, seguono la medesima impostazione teorica e lo stesso procedimento di validazione.

Nei relativi manuali viene fornita una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, dei metodi e criteri usati per il dimensionamento strutturale e delle sezioni; vengono forniti esempi significativi che possono essere facilmente replicati, segnalando che si tratta spesso di procedure di calcolo e di verifica, che per loro natura, non denotano particolari complessità teoriche e concettuali.

Il rilascio di ogni nuova versione dei programmi è sottoposta a rigorosi check automatici che mettono a confronto i risultati della release in esame con quelli già validati e realizzati da versioni precedenti. Inoltre, sessioni specifiche di lavoro sono condotte da personale esperto per controllare il corretto funzionamento delle varie procedure software, con particolare riferimento a quelle che sono state oggetto di interventi manutentivi o di aggiornamento.

AMV s.r.l.
Il legale rappresentante
Ing. Eugenio Aiello

8 CRITERI DI CONCEZIONE E DI SCHEMATIZZAZIONE STRUTTURALE

La struttura viene schematizzata con un modello ad elementi finiti.

Per le travi ed i pilastri si sono utilizzati degli elementi di tipo "beam". Gli elementi di tipo "beam" sono utilizzati quando l'elemento da modellare ha una dimensione (in genere la lunghezza) prevalente sulle altre due. Ad ognuno di questi elementi vengono assegnati diversi parametri, tra cui la sezione ed il materiale, in modo da definirne le caratteristiche geometriche e meccaniche, ed infine i carichi.

I carichi sono stati applicati ad ogni elemento trave assegnando ad ogni tipo un diverso codice di carico. Le azioni sulla struttura che andranno a generare i carichi saranno quindi differenziate in base alla variazione della loro intensità nel tempo, secondo la classica caratterizzazione in permanenti G, accidentali Q e sismiche E.

Una volta definiti i carichi andranno definite le diverse combinazioni di carico, sia per gli stati limite ultimi che per quelli di esercizio. Questi sono stati creati in modo da ottenere l'involuppo degli sforzi più svantaggioso per la struttura.

2.5.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

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

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

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

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

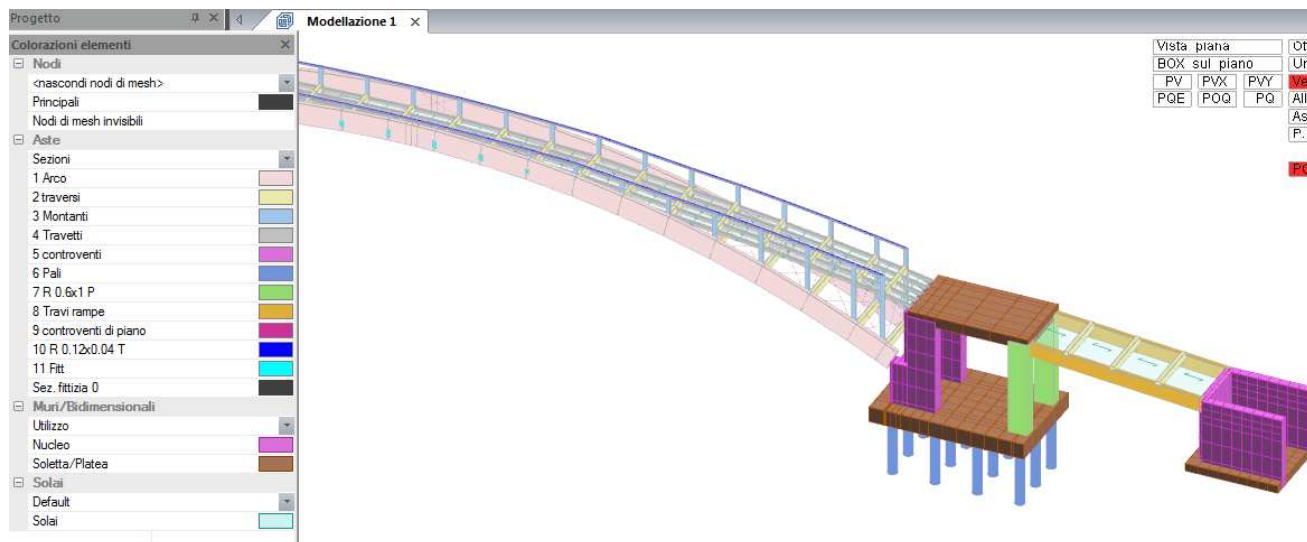
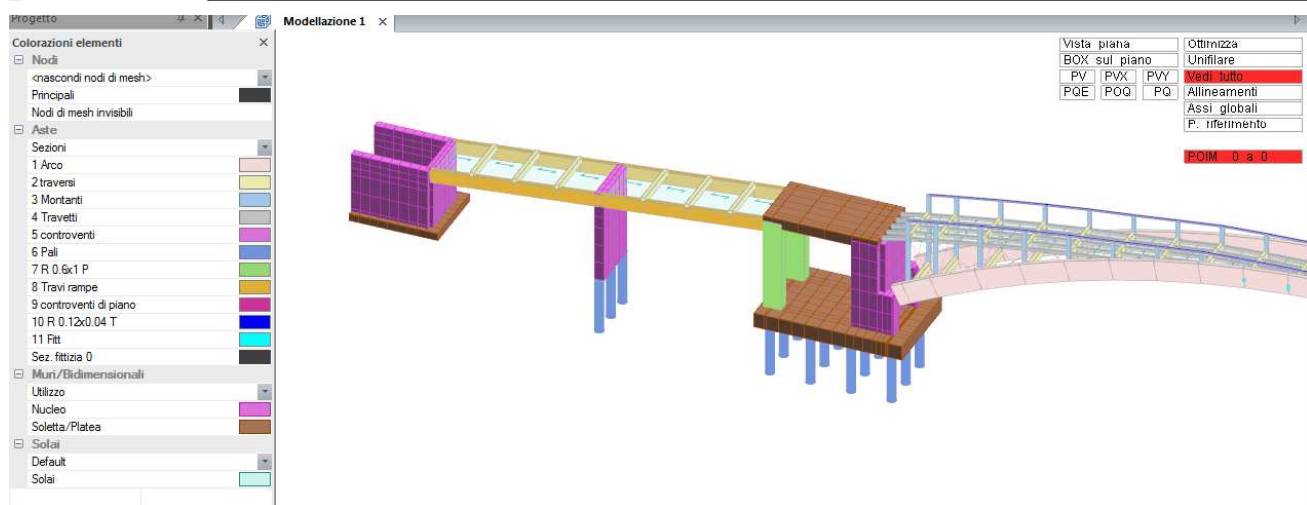
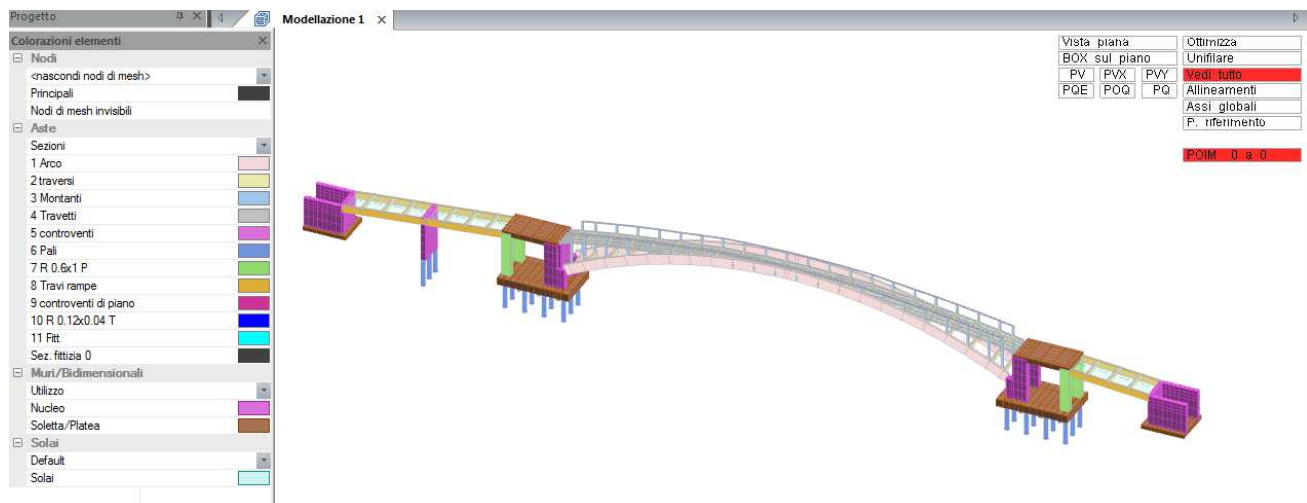
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

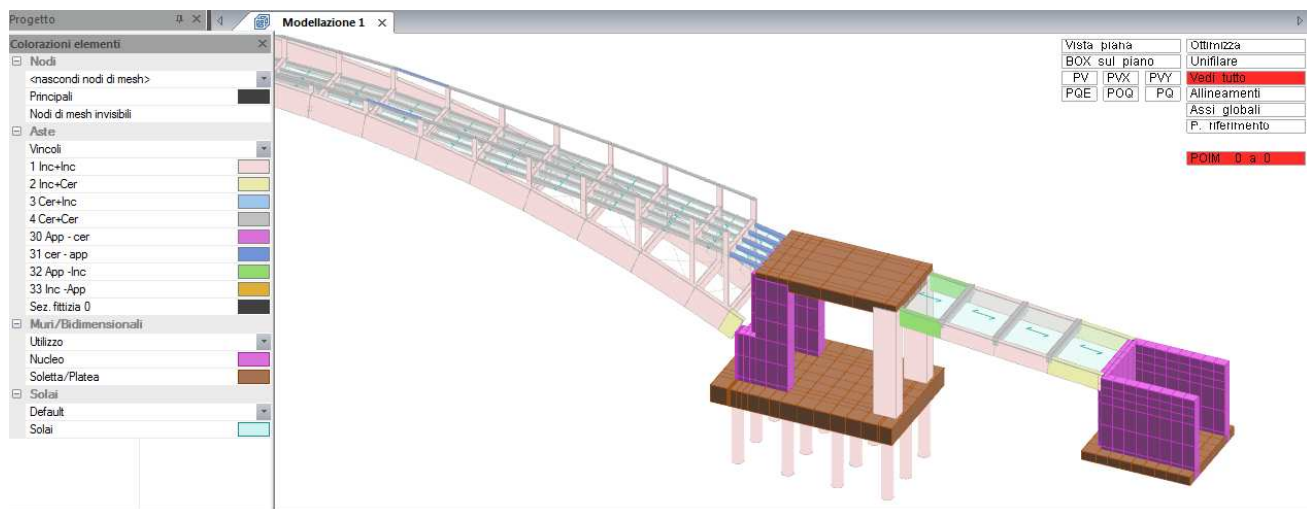
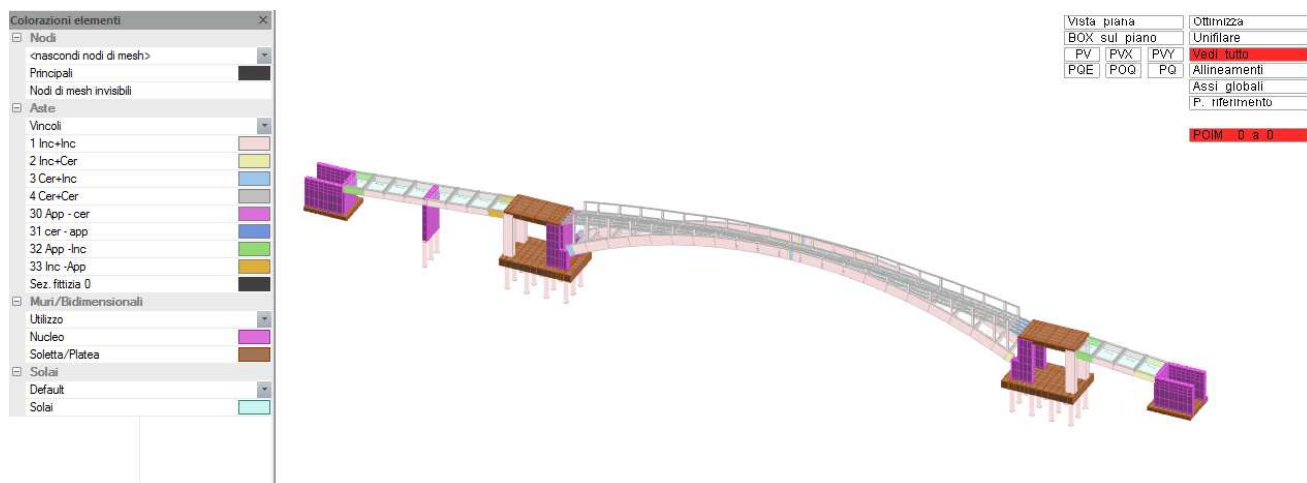
Per quanto riguarda la modellazione delle azioni sismiche ci si è attenuti al punto §7.2.6 delle NTC.

Si è utilizzata un'analisi di tipo lineare, si trascura quindi la non linearità meccanica e geometrica dei materiali che costituiscono la struttura. Per tener conto della fessurazione dei materiali fragili come il cemento armato, nelle analisi allo limite ultimo, si andrà a ridurre la rigidezza flessionale ed a taglio del 50%.

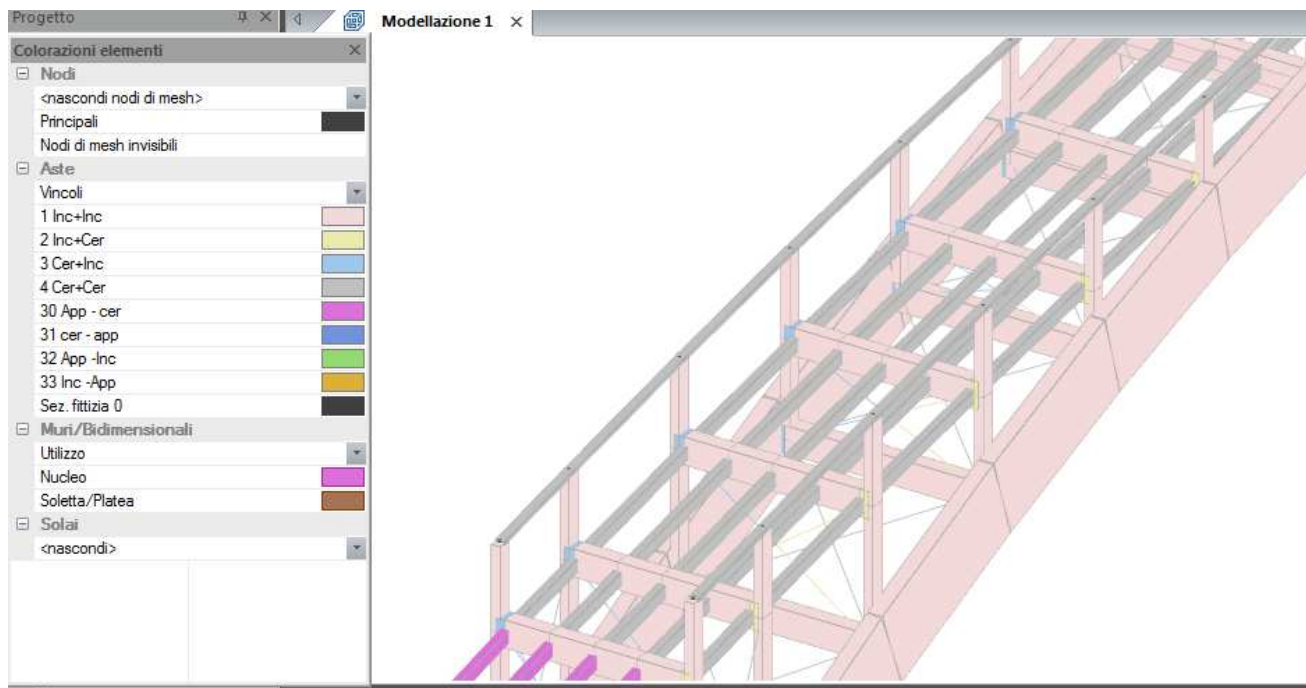
Nelle immagini seguenti si riportano visualizzazioni del modello di calcolo.



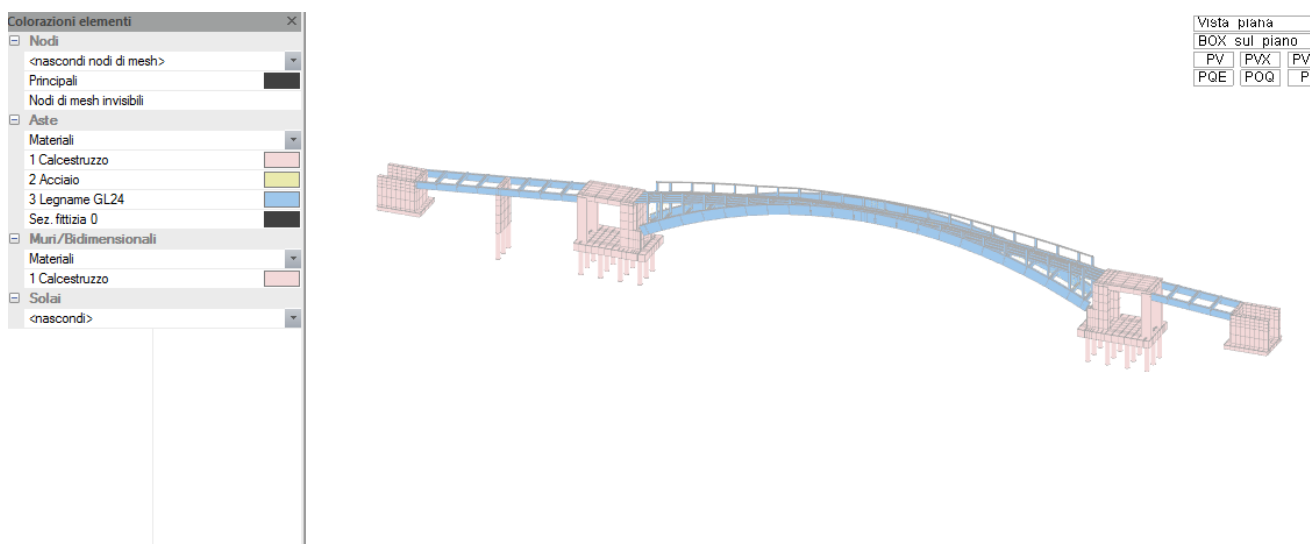
Visualizzazione del modello con individuazione delle sezioni



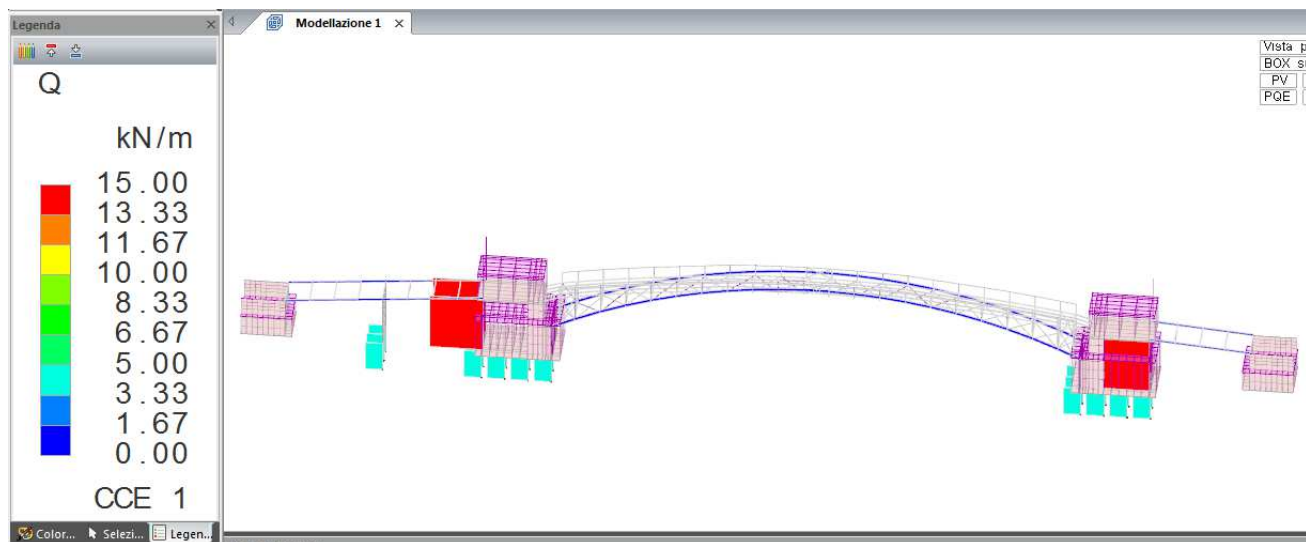
Visualizzazione del modello con individuazione dei vincoli interni delle travi



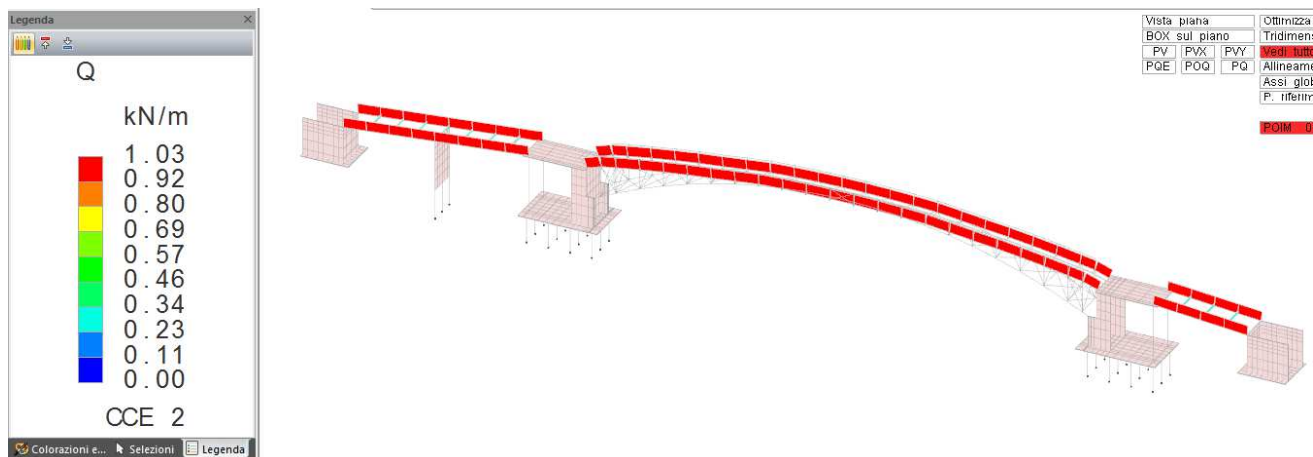
Particolare dello svincolo di estremità dei traversi



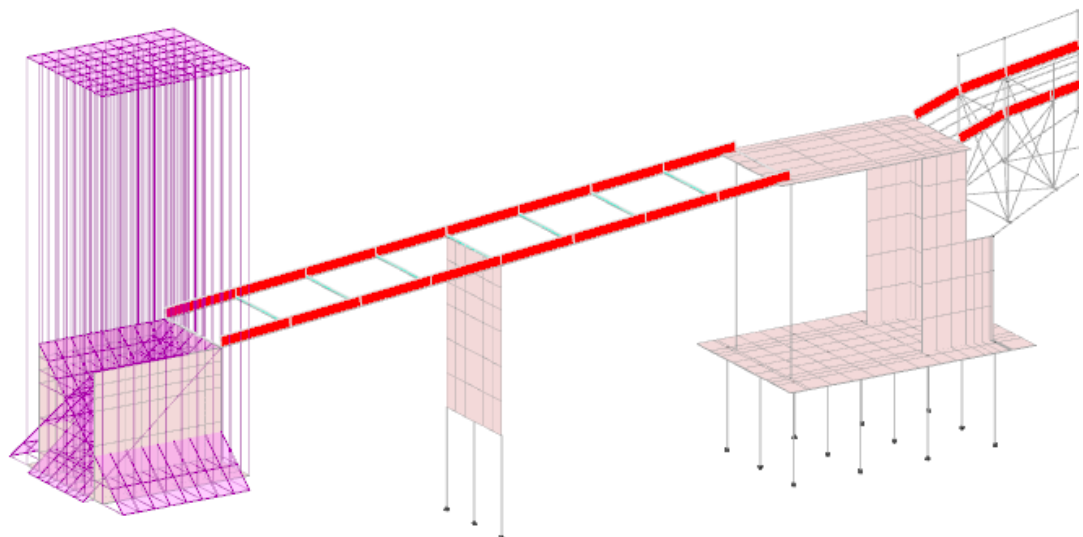
Visualizzazione del materiale utilizzato



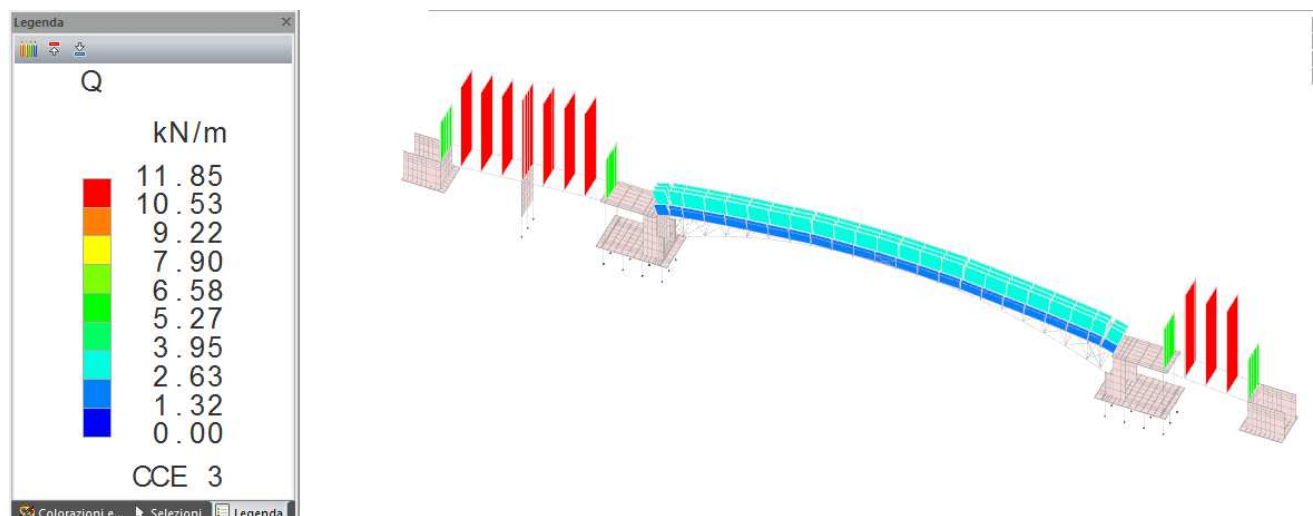
Visualizzazione condizione di carico 1 : Peso proprio strutturale



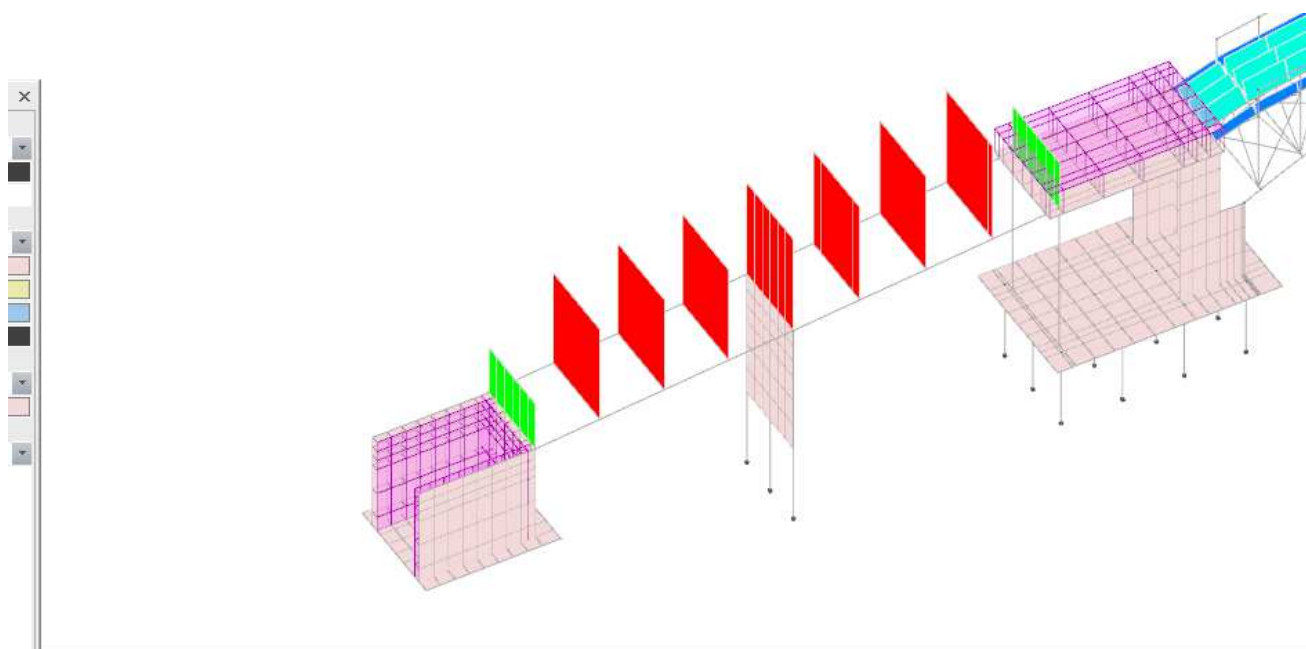
Visualizzazione condizione di carico 2 sulle aste: Permanenti portati



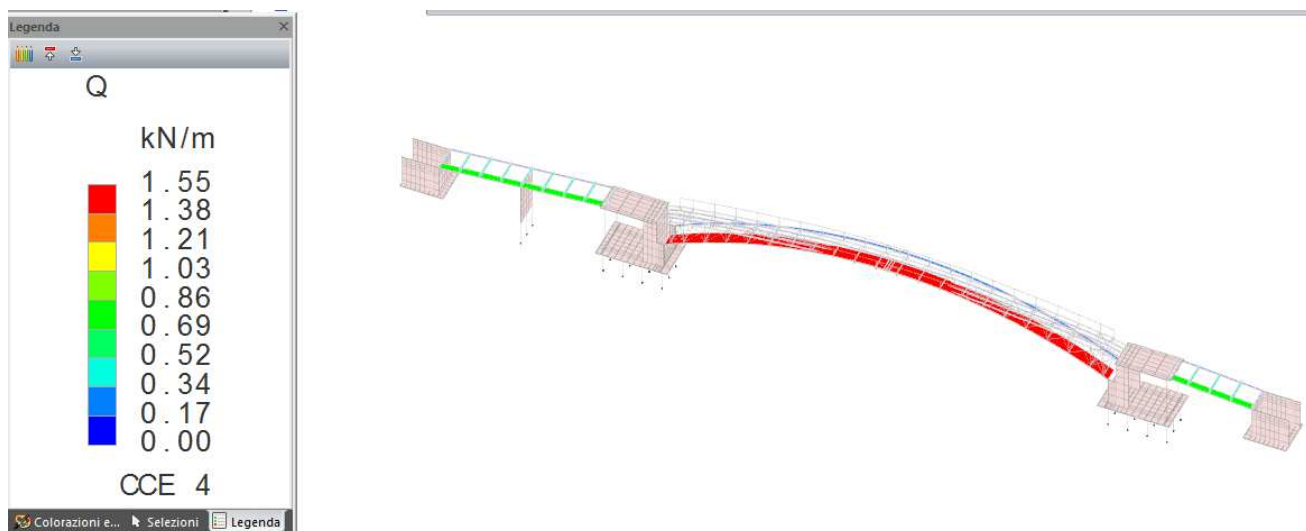
Visualizzazione condizione di carico 2 sugli elementi bidimensionali: Permanenti portati si noti la spinta del terreno



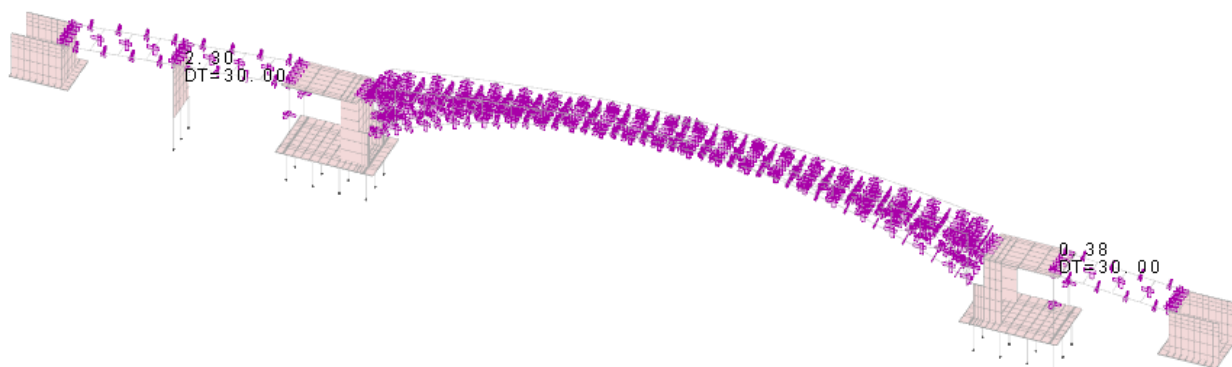
Visualizzazione condizione di carico 3: Accidentali sui ponti



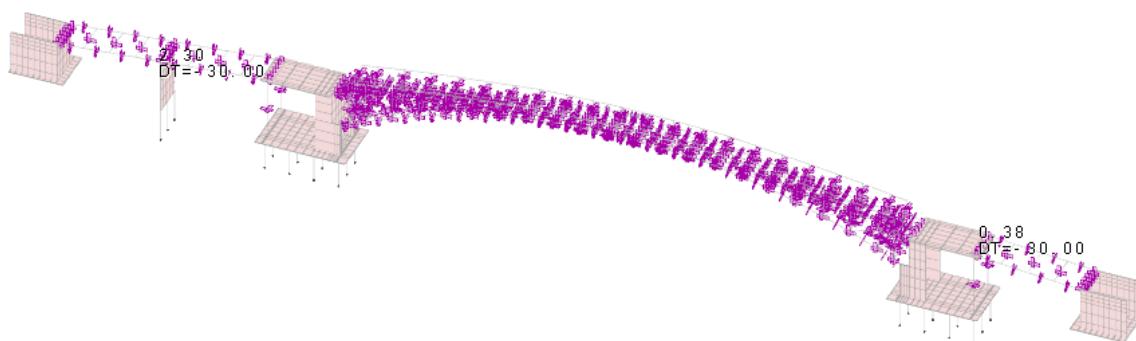
Visualizzazione condizione di carico 3 sugli elementi bidimensionali: Accidentali sui ponti



Visualizzazione condizione di carico 4: Vento



Visualizzazione condizione di carico 5: Variazione termica +30°



Visualizzazione condizione di carico 6: Variazione termica -30°

L'azione sismica è stata modellata attraverso uno spettro di risposta ottenuto seguendo le prescrizioni contenute nel capitolo §3.2 della normativa. In particolare lo spettro di progetto per lo stato limite di esercizio è lo spettro elastico corrispondente alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{vr} considerato. Lo spettro di progetto per lo stato limite ultimo è lo spettro elastico corrispondente alla probabilità di superamento ($P_{vr} = 10\%$) considerata, ma con le ordinate ridotte, sostituendo il coefficiente di smorzamento μ con $1/q$, dove q è il fattore di struttura determinato precedentemente.

Il metodo di analisi per determinare gli effetti dell'azione sismica è del tipo dinamica modale con uno spettro di risposta conforme alle NTC 2008.

Il sistema da analizzare è essere visto come un oscillatore a n gradi di libertà, di cui vanno individuati i modi propri di vibrazione. Vengono calcolati, per ogni modo di vibrazione, gli spostamenti e le sollecitazioni relative a ciascuna direzione dinamica attivata, per ogni modo di vibrazione. Per ogni direzione dinamica viene calcolato l'effetto globale, dovuto ai singoli modi di vibrazione, mediante la radice quadrata della somma dei quadrati dei singoli effetti.

La risposta viene calcolata separatamente per le due componenti orizzontale e verticale, che saranno poi combinate secondo la seguente espressione, con rotazione dei coefficienti moltiplicativi:

$$1,00 \cdot E_x + 0,30 \cdot E_y + 0,30 \cdot E_z$$

L'azione verticale viene considerata, come prescritto dalla normativa.

Di seguito si riportano i tabulati indicanti la massa di partecipazione per ogni modo.

La normativa richiede di considerare tutti i modi con una massa partecipante superiore al 5% e comunque un numero di modi la cui massa partecipante sia superiore all'85%.

	Risultato	Cons.	Per.	%Diff.	%Mx	%My	%Mz	%Jpz
Totali:					87.12	87.08	86.52	0
1	Modo n. 1	1	0.815	40.21	0	10.05	0	0
2	Modo n. 2	1	0.582	9.5	3.06	0	0	0
3	Modo n. 3	0	0.531	0	0	0	0	0
4	Modo n. 4	0	0.531	0	0	0	0	0
5	Modo n. 5	1	0.519	1.16	8.51	0	0	0
6	Modo n. 6	0	0.513	1.16	0	0	0	0
7	Modo n. 7	0	0.446	0	0	0	0	0

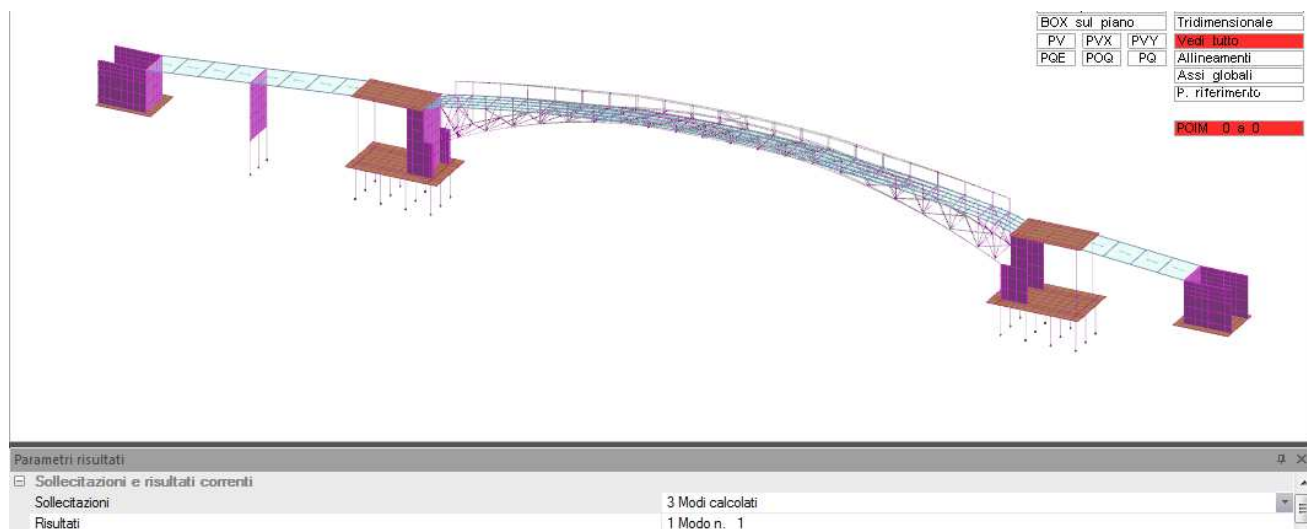
8	Modo n. 8	0	0.446	0	0	0	0	0
9	Modo n. 9	1	0.355	1.4	0	2.58	0.08	0
10	Modo n. 10	0	0.35	0.27	0	0.36	0.42	0
11	Modo n. 11	0	0.349	0.11	0	0	0	0
12	Modo n. 12	0	0.349	0.11	0	0.09	0.18	0
13	Modo n. 13	0	0.29	0	0	0	0	0
14	Modo n. 14	0	0.29	0	0	0	0	0
15	Modo n. 15	0	0.256	0	0	0	0	0
16	Modo n. 16	0	0.256	0	0	0	0	0
17	Modo n. 17	1	0.255	0.24	0	2.52	0	0
18	Modo n. 18	1	0.25	1.97	0	2.24	0	0
19	Modo n. 19	0	0.239	2.41	0	0	0	0
20	Modo n. 20	1	0.233	2.41	0	3.06	0	0
21	Modo n. 21	0	0.205	7.17	0	0	0.02	0
22	Modo n. 22	1	0.192	7.17	0	0	8.44	0
23	Modo n. 23	0	0.171	9.65	0	0	0	0
24	Modo n. 24	1	0.156	8.62	0	2.69	0	0
25	Modo n. 25	0	0.144	1.02	0.17	0.01	0	0
26	Modo n. 26	1	0.142	0.09	18.73	0	0	0
27	Modo n. 27	0	0.142	0.09	0	0	0	0
28	Modo n. 28	1	0.134	3.43	0.09	5.23	0	0
29	Modo n. 29	1	0.129	0.71	0	2.95	0	0
30	Modo n. 30	1	0.129	0.71	0.81	17.5	0	0
31	Modo n. 31	1	0.126	1.3	30.44	0.79	0.01	0
32	Modo n. 32	1	0.124	1.3	3.6	2.13	0	0
33	Modo n. 33	1	0.121	2.93	0.1	11.72	0	0
34	Modo n. 34	1	0.114	4.03	0.02	3.86	0	0
35	Modo n. 35	0	0.11	1.69	0.01	0.35	0	0
36	Modo n. 36	0	0.108	0.32	0.22	0.28	0.2	0
37	Modo n. 37	0	0.108	0.32	0.23	0.18	0.32	0
38	Modo n. 38	1	0.101	4.3	0.01	1.54	0	0
39	Modo n. 39	1	0.096	1.47	0.27	2.13	0.02	0
40	Modo n. 40	1	0.095	1.47	3.67	0.02	0.28	0
41	Modo n. 41	0	0.093	1.19	0.33	0.77	0.03	0
42	Modo n. 42	0	0.092	1.19	0.03	0	0.32	0
43	Modo n. 43	0	0.091	0.21	0.09	0.02	1.16	0
44	Modo n. 44	1	0.091	0.21	1.99	0.01	2.02	0
45	Modo n. 45	0	0.09	0.38	0.01	0.29	0	0
46	Modo n. 46	0	0.089	1.44	0	0.02	0	0
47	Modo n. 47	1	0.087	0.52	0	1.42	0.01	0
48	Modo n. 48	1	0.087	0.52	0	1.79	0	0
49	Modo n. 49	1	0.085	0.54	0	2.01	0.01	0
50	Modo n. 50	0	0.085	0.54	0.09	0.03	0.01	0
51	Modo n. 51	0	0.083	0.64	0.02	0.01	0.01	0
52	Modo n. 52	0	0.083	0.64	0.01	0.06	0.02	0
53	Modo n. 53	1	0.082	0.2	0.4	0.06	3.81	0
54	Modo n. 54	0	0.082	0.2	0.22	0.52	0.08	0
55	Modo n. 55	0	0.08	0.33	0	0.26	0	0
56	Modo n. 56	0	0.08	0.33	0	0.04	0	0
57	Modo n. 57	0	0.079	0.57	0.01	0.01	0.02	0
58	Modo n. 58	0	0.078	0.57	0.02	0.14	0.06	0
59	Modo n. 59	1	0.074	1.13	0	3.81	0	0
60	Modo n. 60	1	0.074	1.13	0	6.96	0	0
61	Modo n. 61	0	0.072	0.41	0	0	0	0
62	Modo n. 62	0	0.072	0.41	0.01	0	0.02	0
63	Modo n. 63	0	0.07	2.07	0	0	0	0
64	Modo n. 64	0	0.067	2.95	0	0	0	0
65	Modo n. 65	1	0.065	0.34	7.51	0	0.01	0
66	Modo n. 66	0	0.065	0.34	0.04	0	0.06	0
67	Modo n. 67	0	0.065	0.55	0	0	0	0
68	Modo n. 68	0	0.064	0.8	0	0	0	0
69	Modo n. 69	1	0.06	2.1	5.61	0	0.02	0
70	Modo n. 70	0	0.059	0.56	0	0	0.28	0
71	Modo n. 71	0	0.058	0.56	0	0	0.01	0
72	Modo n. 72	0	0.057	0.76	0	0.06	0	0

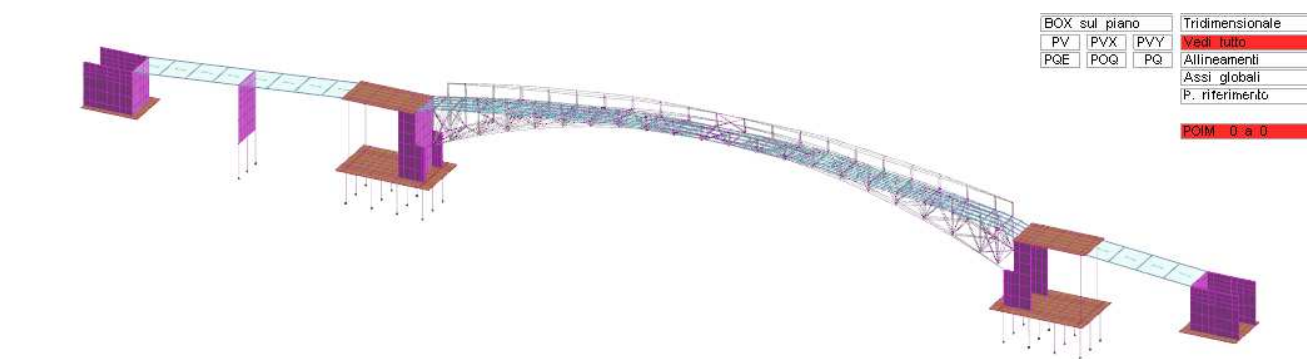
73	Modo n. 73	0	0.057	0.76	0	0	0	0
74	Modo n. 74	0	0.056	0.59	0	0.01	0	0
75	Modo n. 75	0	0.055	0.59	0	0	0	0
76	Modo n. 76	0	0.053	1.55	0	0.01	0.01	0
77	Modo n. 77	0	0.052	1.55	0	0.04	0	0
78	Modo n. 78	0	0.05	0.41	0	0	0.01	0
79	Modo n. 79	0	0.05	0.41	0	0	0	0
80	Modo n. 80	0	0.048	4.19	0	0	0.1	0
81	Modo n. 81	0	0.045	0.28	0	0	0	0
82	Modo n. 82	1	0.045	0.28	1.01	0	0	0
83	Modo n. 83	0	0.045	0.31	0	0	0	0
84	Modo n. 84	0	0.045	0.31	0	0	0.01	0
85	Modo n. 85	0	0.045	0.43	0	0	0.01	0
86	Modo n. 86	0	0.044	0.43	0	0	0	0
87	Modo n. 87	0	0.044	0.82	0.01	0	0.04	0
88	Modo n. 88	0	0.043	2.15	0	0	0.16	0
89	Modo n. 89	0	0.042	1.63	0	0	0.02	0
90	Modo n. 90	0	0.041	0.42	0.02	0	0.27	0
91	Modo n. 91	0	0.041	0.42	0.01	0	0.15	0
92	Modo n. 92	0	0.041	1.37	0	0	0	0
93	Modo n. 93	0	0.04	1.99	0	0	0	0
94	Modo n. 94	0	0.039	0.09	0	0	0.02	0
95	Modo n. 95	0	0.039	0.09	0	0	0	0
96	Modo n. 96	0	0.038	0.12	0	0	0.15	0
97	Modo n. 97	0	0.038	0.12	0	0	0	0
98	Modo n. 98	0	0.037	0.29	0	0	0	0
99	Modo n. 99	0	0.037	0.11	0	0	0	0
100	Modo n. 100	0	0.037	0.11	0	0	0	0
101	Modo n. 101	0	0.037	0.14	0	0	0.03	0
102	Modo n. 102	0	0.037	0.14	0	0	0	0
103	Modo n. 103	0	0.036	0.32	0	0	0	0
104	Modo n. 104	0	0.036	0.79	0	0	0	0
105	Modo n. 105	0	0.035	0	0	0	0	0
106	Modo n. 106	0	0.035	0	0	0	0	0
107	Modo n. 107	0	0.035	0.58	0	0	0	0
108	Modo n. 108	0	0.035	0.57	0	0	0	0
109	Modo n. 109	0	0.035	0.52	0	0	0	0
110	Modo n. 110	0	0.034	0.08	0.47	0	0.71	0
111	Modo n. 111	0	0.034	0.08	0	0.05	0	0
112	Modo n. 112	0	0.034	0.85	0	0.01	0	0
113	Modo n. 113	0	0.033	0.83	0	0	0	0
114	Modo n. 114	0	0.033	0.46	0	0	0	0
115	Modo n. 115	0	0.033	0.37	0	0	0	0
116	Modo n. 116	0	0.033	0	0.01	0	0.04	0
117	Modo n. 117	0	0.033	0	0.11	0	0.45	0
118	Modo n. 118	0	0.033	0.49	0	0	0	0
119	Modo n. 119	0	0.033	0.49	0	0	0	0
120	Modo n. 120	0	0.032	0.27	0.01	0	1.45	0
121	Modo n. 121	0	0.032	0.01	0	0	0	0
122	Modo n. 122	0	0.032	0.01	0.02	0	0.61	0
123	Modo n. 123	1	0.032	0.27	0.46	0	2.63	0
124	Modo n. 124	0	0.032	0.13	0	0.01	0	0
125	Modo n. 125	0	0.032	0.13	0	0	0	0
126	Modo n. 126	0	0.032	0.28	0	0	0	0
127	Modo n. 127	0	0.031	1.77	0	0	0	0
128	Modo n. 128	0	0.031	0.68	0	0	0	0
129	Modo n. 129	1	0.03	0.21	0.02	0.01	3.26	0
130	Modo n. 130	1	0.03	0.21	0.02	0	7.72	0
131	Modo n. 131	1	0.03	0.38	0.76	0	2.88	0
132	Modo n. 132	0	0.03	0.38	0	0	0.03	0
133	Modo n. 133	0	0.03	0.07	0	0	0	0
134	Modo n. 134	1	0.03	0.07	0.01	0	4.31	0
135	Modo n. 135	0	0.03	0	0	0	0	0
136	Modo n. 136	0	0.03	0	0	0	0	0
137	Modo n. 137	0	0.03	0.11	0	0	0	0

138	Modo n. 138	0	0.029	1.32	0	0	0	0
139	Modo n. 139	0	0.029	0.97	0	0	0	0
140	Modo n. 140	1	0.028	0.97	0	0	2.51	0
141	Modo n. 141	0	0.028	1.37	0.08	0	0	0
142	Modo n. 142	0	0.028	0.66	0.01	0.02	0.17	0
143	Modo n. 143	0	0.027	0.12	0	0	0	0
144	Modo n. 144	0	0.027	0	0	0	0	0
145	Modo n. 145	0	0.027	0	0	0	0	0
146	Modo n. 146	0	0.027	0.34	0	0	0	0
147	Modo n. 147	0	0.027	0.09	0	0	0.14	0
148	Modo n. 148	0	0.027	0.09	0	0	0.02	0
149	Modo n. 149	0	0.027	0.33	0.01	0	0.19	0
150	Modo n. 150	0	0.027	0.17	0.01	0	0.19	0
151	Modo n. 151	0	0.027	0.05	0	0	0	0
152	Modo n. 152	0	0.027	0.05	0	0	0.04	0
153	Modo n. 153	0	0.026	0.19	0	0	0	0
154	Modo n. 154	0	0.026	0.19	0.14	0	0.02	0
155	Modo n. 155	0	0.026	0.39	0	0	0	0
156	Modo n. 156	0	0.025	0.76	0	0	0	0
157	Modo n. 157	0	0.025	0.76	0.01	0	0	0
158	Modo n. 158	0	0.025	2.26	0	0	0.02	0
159	Modo n. 159	0	0.024	0.14	0	0	0	0
160	Modo n. 160	0	0.024	0.14	0	0	0.01	0
161	Modo n. 161	0	0.024	0.06	0	0	0	0
162	Modo n. 162	0	0.024	0.06	0	0	0	0
163	Modo n. 163	0	0.024	0.08	0	0	0	0
164	Modo n. 164	0	0.024	0.11	0	0	0	0
165	Modo n. 165	0	0.024	0.15	0	0	0	0
166	Modo n. 166	0	0.024	0.15	0	0	0	0
167	Modo n. 167	0	0.023	0.56	0	0	0	0
168	Modo n. 168	0	0.023	0.17	0	0	0	0
169	Modo n. 169	0	0.023	0.17	0	0	0	0
170	Modo n. 170	0	0.023	0.4	0	0.02	0	0
171	Modo n. 171	0	0.023	0.9	0	0	0.01	0
172	Modo n. 172	0	0.023	0.31	0	0	0	0
173	Modo n. 173	0	0.023	0.31	0	0	0.02	0
174	Modo n. 174	0	0.022	0.52	0	0.24	0	0
175	Modo n. 175	0	0.022	0.34	0.01	0.08	0	0
176	Modo n. 176	0	0.022	0.13	0	0	0	0
177	Modo n. 177	0	0.022	0.13	0	0	0	0
178	Modo n. 178	0	0.022	0.25	0	0.18	0	0
179	Modo n. 179	0	0.022	0.48	0	0.01	0	0
180	Modo n. 180	0	0.022	0.54	0	0	0.24	0
181	Modo n. 181	0	0.022	0.92	0	0.01	0	0
182	Modo n. 182	0	0.021	0.63	0	0	0	0
183	Modo n. 183	0	0.021	0.63	0	0	0.06	0
184	Modo n. 184	0	0.021	0.53	0	0	0.33	0
185	Modo n. 185	0	0.021	0.02	0	0	0	0
186	Modo n. 186	0	0.021	0.02	0.02	0	0.1	0
187	Modo n. 187	0	0.021	0.64	0	0	0.93	0
188	Modo n. 188	0	0.021	0.41	0.01	0	0.01	0
189	Modo n. 189	0	0.021	0.41	0	0.02	0	0
190	Modo n. 190	1	0.021	0.77	0	0	11.04	0
191	Modo n. 191	1	0.02	1.49	0	0	21.55	0
192	Modo n. 192	0	0.02	0.31	0.09	0	0	0
193	Modo n. 193	0	0.02	0.23	0.02	0	0.17	0
194	Modo n. 194	0	0.02	0.23	0	0	0.01	0
195	Modo n. 195	0	0.019	1.33	0	0	0	0
196	Modo n. 196	0	0.019	0.14	0	0	0	0
197	Modo n. 197	0	0.019	0.14	0	0	0	0
198	Modo n. 198	0	0.019	0.05	0	0	0	0
199	Modo n. 199	0	0.019	0.01	0	0	0	0
200	Modo n. 200	0	0.019	0.01	0	0	0	0
201	Modo n. 201	0	0.018	0.49	0	0	0	0
202	Modo n. 202	0	0.018	0.15	0	0	0	0

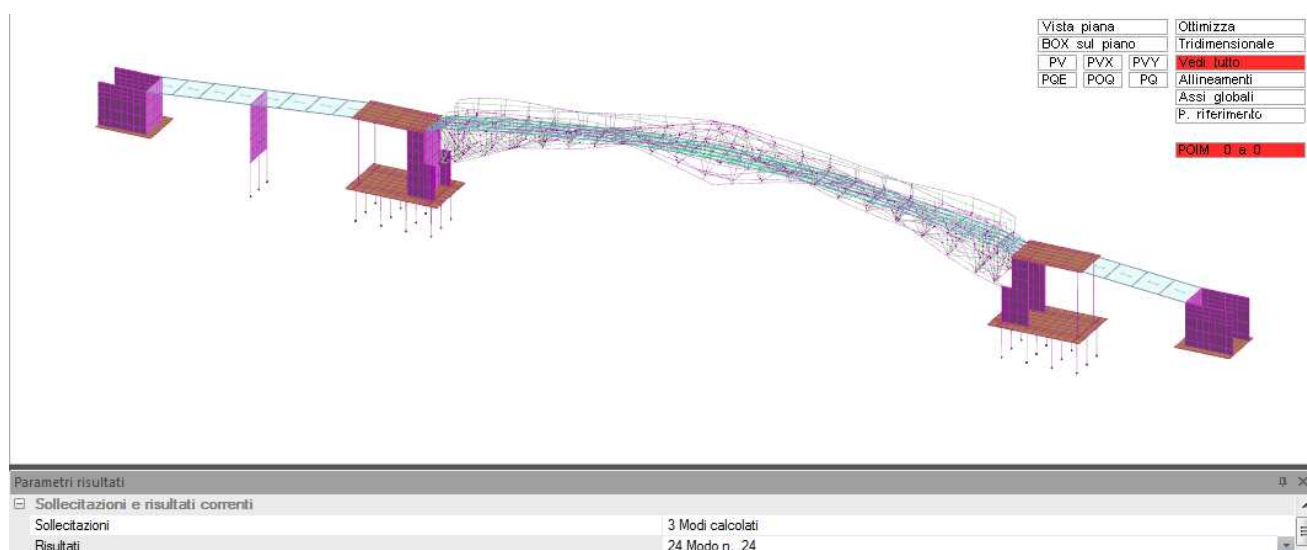
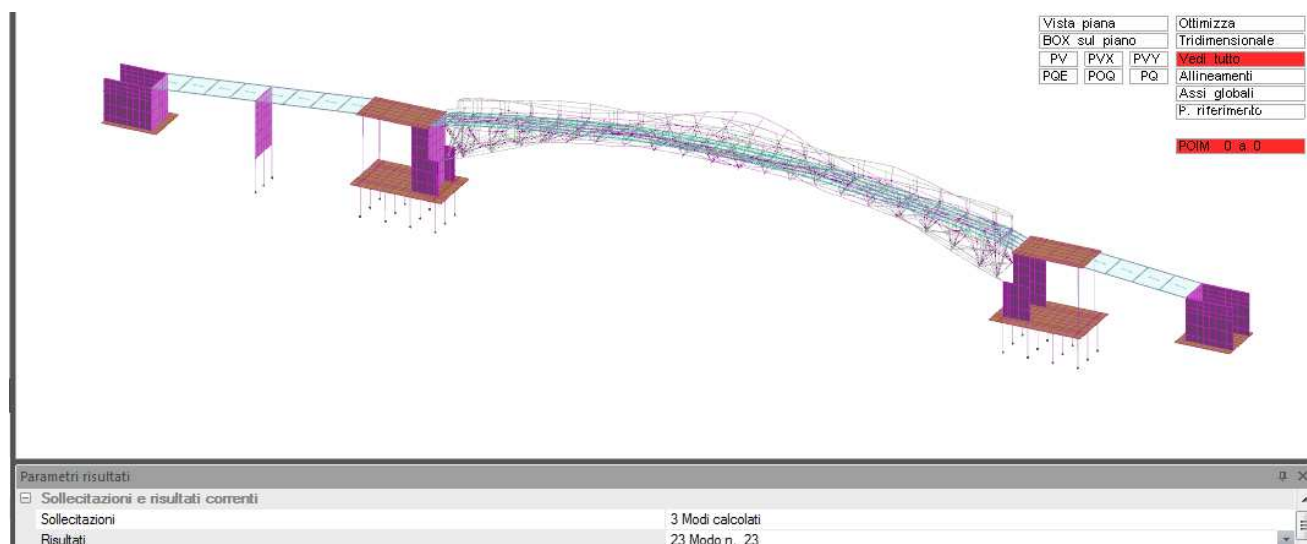
203	Modo n. 203	0	0.018	0.15	0	0	0	0
204	Modo n. 204	0	0.018	0.3	0.03	0	0.03	0
205	Modo n. 205	0	0.017	0.3	0	0	0	0
206	Modo n. 206	0	0.017	0.19	0	0	0	0
207	Modo n. 207	0	0.017	0.19	0	0	0.03	0
208	Modo n. 208	0	0.017	0.04	0	0	0	0
209	Modo n. 209	0	0.017	0.04	0	0	0	0
210	Modo n. 210	0	0.017	1.06	0	0.05	0	0
211	Modo n. 211	1	0.016	0.16	0	0	4.61	0
212	Modo n. 212	0	0.016	0.05	0	0	0.05	0
213	Modo n. 213	0	0.016	0.05	0	0	0	0
214	Modo n. 214	0	0.016	0.55	0	0	0.09	0
215	Modo n. 215	0	0.016	0.55	0	0	0.44	0
216	Modo n. 216	0	0.016	0.63	0	0	0	0
217	Modo n. 217	0	0.016	0.91	0	0.06	0.01	0
218	Modo n. 218	0	0.016	0.38	0	0.04	0	0
219	Modo n. 219	0	0.016	0.38	0	0	0.01	0
220	Modo n. 220	0	0.015	0.17	0	0.04	0	0
221	Modo n. 221	0	0.015	0.17	0	0	0	0
222	Modo n. 222	0	0.015	1.44	0	0	0	0
223	Modo n. 223	0	0.015	1.44	0	0	0	0
224	Modo n. 224	0	0.015	0.48	0	0	0	0
225	Modo n. 225	1	0.015	0.48	0	0	3.31	0
226	Modo n. 226	0	0.014	0.53	0	0	0	0
227	Modo n. 227	0	0.014	0.9	0	0	0	0
228	Modo n. 228	0	0.014	0.64	0	0	0	0
229	Modo n. 229	0	0.014	0.41	0.01	0	1.94	0
230	Modo n. 230	0	0.014	0.2	0	0	0	0
231	Modo n. 231	0	0.014	0.2	0	0	0	0
232	Modo n. 232	0	0.014	0.61	0	0	0	0
233	Modo n. 233	0	0.014	0.61	0	0	0	0
234	Modo n. 234	0	0.014	1.51	0	0	0	0
235	Modo n. 235	0	0.013	0.37	0	0	0	0
236	Modo n. 236	0	0.013	0.37	0	0	0	0
237	Modo n. 237	0	0.013	0.95	0	0	0	0
238	Modo n. 238	0	0.013	1.79	0	0	0	0
239	Modo n. 239	0	0.013	0.1	0	0	0	0
240	Modo n. 240	0	0.013	0.06	0	0	0	0
241	Modo n. 241	0	0.013	0.02	0	0	0	0
242	Modo n. 242	0	0.013	0.02	0	0	0	0
243	Modo n. 243	0	0.012	1.16	0	0	0.01	0
244	Modo n. 244	0	0.012	0.41	0	0	0	0
245	Modo n. 245	0	0.012	0.08	0	0	0	0
246	Modo n. 246	0	0.012	0.08	0	0	0.01	0
247	Modo n. 247	1	0.012	0.24	0	0	4.65	0
248	Modo n. 248	0	0.012	0.08	0	0	0	0
249	Modo n. 249	0	0.012	0.08	0	0	0.06	0
250	Modo n. 250	0	0.012	0.11	0	0	0.07	0
251	Modo n. 251	1	0.012	0.54	0	0	3.32	0
252	Modo n. 252	0	0.012	0.07	0.01	0	0	0
253	Modo n. 253	0	0.012	0.02	0	0	0.08	0
254	Modo n. 254	0	0.012	0.02	0.01	0	0	0
255	Modo n. 255	0	0.012	1.15	0	0	0	0
256	Modo n. 256	0	0.012	1.15	0	0	0	0
257	Modo n. 257	0	0.011	0.5	0	0	0	0
258	Modo n. 258	0	0.011	0.5	0	0	0	0
259	Modo n. 259	0	0.011	0.04	0	0	0	0
260	Modo n. 260	0	0.011	0.04	0	0	0	0
261	Modo n. 261	0	0.011	0.43	0	0	0.01	0
262	Modo n. 262	0	0.011	0.43	0	0	0	0
263	Modo n. 263	0	0.011	0.2	0	0	0	0
264	Modo n. 264	0	0.011	0.2	0	0	0	0
265	Modo n. 265	0	0.011	0.82	0	0	0	0
266	Modo n. 266	0	0.011	0.82	0	0	0	0
267	Modo n. 267	0	0.01	0.13	0	0.01	0	0

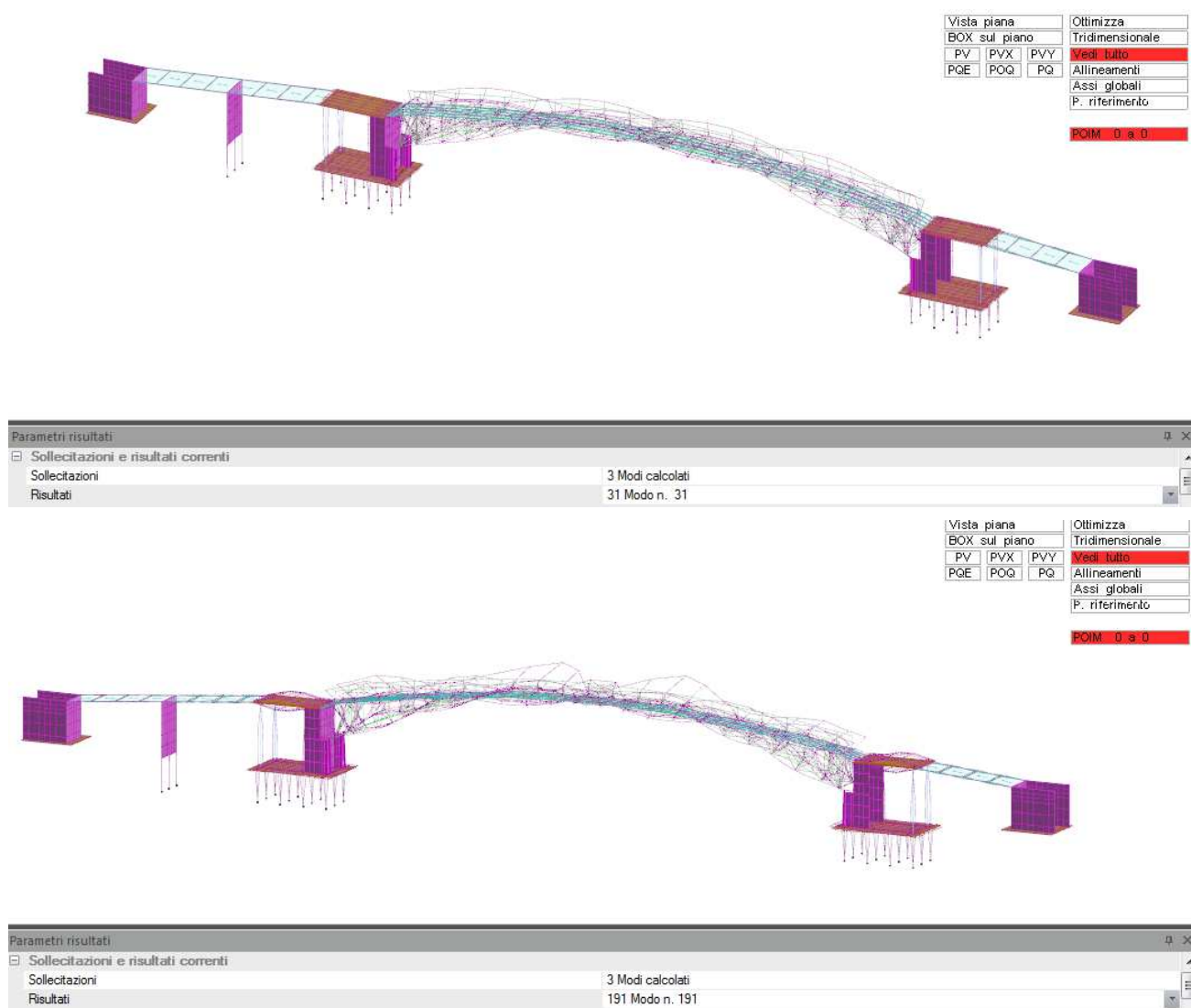
268	Modo n. 268	0	0.01	0.06	0	0	0	0
269	Modo n. 269	0	0.01	0.06	0	0.01	0	0
270	Modo n. 270	0	0.01	0.07	0	0	0	0
271	Modo n. 271	0	0.01	0.23	0	0	0.01	0
272	Modo n. 272	0	0.01	0.23	0	0	0.01	0
273	Modo n. 273	0	0.01	0.51	0	0	0	0
274	Modo n. 274	0	0.01	0.51	0	0	0	0
275	Modo n. 275	0	0.01	0.59	0	0	0	0
276	Modo n. 276	0	0.01	0.59	0	0	0	0
277	Modo n. 277	0	0.01	0.59	0	0	0	0
278	Modo n. 278	0	0.01	0.01	0	0	0	0
279	Modo n. 279	0	0.01	0.01	0	0.96	0	0
280	Modo n. 280	0	0.01	0.09	0	0.99	0	0
281	Modo n. 281	0	0.01	0.6	0	0	0	0
282	Modo n. 282	0	0.01	0.27	0	0	0	0
283	Modo n. 283	0	0.01	0.27	0	0	0	0
284	Modo n. 284	0	0.01	0.41	0	0	0	0
285	Modo n. 285	0	0.009	0.95	0	0	0	0
286	Modo n. 286	0	0.009	0.6	0	0	0	0
287	Modo n. 287	0	0.009	0.26	0	0	0.01	0
288	Modo n. 288	0	0.009	0.26	0	0	0	0
289	Modo n. 289	0	0.009	0.09	0	0	0	0
290	Modo n. 290	0	0.009	0.09	0	0	0	0
291	Modo n. 291	0	0.009	0.21	0	0	0	0
292	Modo n. 292	0	0.009	0.35	0	0	0	0
293	Modo n. 293	0	0.009	0.28	0	0	0	0
294	Modo n. 294	0	0.009	0.28	0	0	0	0
295	Modo n. 295	0	0.009	0.02	0	0	0	0
296	Modo n. 296	0	0.009	0.02	0	0	0	0
297	Modo n. 297	0	0.009	0.14	0	0	0	0
298	Modo n. 298	0	0.009	0.14	0	0	0	0
299	Modo n. 299	0	0.009	0.31	0	0	0	0
300	Modo n. 300	0	0.009	1.04	0	0	0	0





Parametri risultati	
Sollecitazioni e risultati correnti	
Sollecitazioni	3 Modi calcolati
Risultati	2 Modo n. 2





9 CRITERI PER LA MISURA DELLA SICUREZZA

9.1 METODO DI CALCOLO AGLI STATI LIMITE

In generale ai fini della sicurezza sono stati adottati i criteri contemplati dal metodo semiprobabilistico agli stati limite.

In particolare sono stati soddisfatti i requisiti per la sicurezza allo stato limite ultimo:

È stata quindi effettuata una verifica degli elementi strutturali in termini di resistenza, assicurandosi che il valore di progetto di ciascuna sollecitazione presente su di essi (E_d) sia inferiore al corrispondente valore della resistenza di progetto (R_d).

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi di resistenza si effettua con il “metodo dei coefficienti parziali” di sicurezza espresso dalla equazione formale:

$$R_d \geq E_d \quad (2.2.1)$$

dove

R_d è la resistenza di progetto, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali e ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate;

E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni, valutato in base ai valori di progetto $F_{dj} = F_{kj} \cdot \gamma_{Fj}$ delle azioni come indicato nel § 2.5.3, o direttamente $E_{dj} = E_{kj} \gamma_{Ej}$.

I coefficienti parziali di sicurezza, γ_{Mi} e γ_{Fj} , associati rispettivamente al materiale i-esimo e all'azione j-esima, tengono in conto la variabilità delle rispettive grandezze e le incertezze relative alle tolleranze geometriche e alla affidabilità del modello di calcolo.

Per quanto riguarda lo stato limite di esercizio:

È necessario verificare gli elementi strutturali in termini di contenimento del danno degli elementi non strutturali. Questa verifica viene effettuata controllando che le deformazioni della struttura e le tensioni negli elementi in condizioni di carico di esercizio non siano eccessive.

10 PROGETTO PIANO DI CALPESTIO

L'impalcato del ponte si realizza tramite un tavolato ligneo di spessore 4 cm con uno strato superiore trasversale al senso di marcia, poggiante sui 4 elementi longitudinali IN LEGNO.

La verifica a flessione dell'impalcato sfrutta uno schema statico di trave continua su tre appoggi di luce eguale di 55 cm e per una larghezza pari ad un metro.

Verifica trave in legno in semplice appoggio ASSITO							
Geometria							
b=	100	cm	A=	400,00	cm ²		
h=	4	cm	At=	266,667	cm ²		
l=	60	cm	Ix=	533,3333	cm ⁴		
I _{influenza} =	100	cm	Iy=	#####	cm ⁴		
α=	0	°	W _x =	266,667	cm ³	α - angolo di inclinazione della sezione	
β=	0	°	W _y =	6666,667	cm ³	β - angolo di inclinazione dell'asse	
			ρI=	15,200	daN/m		
Carichi							
q _G =	0,0	daN/mq	Classe di durata	Permanente			
q _Q =	500,0	daN/mq	Classe di durata	Media ▼			
Materiale							
Tipologia legno	Lamellare ▼		f _{mk} =	240,0	daN/cm ²	f _{md} =	124,8 daN/cm ²
Classe di resistenza	GL24h ▼		f _{vk} =	27,0	daN/cm ²	f _{vd} =	14,04 daN/cm ²
Classe di servizio	3 ▼		E _{0,mean} =	116000,0	daN/cm ²		
						k _{G,def} =	2,00
Normativa	EC5 ▼		k _{mod} =	0,65		k _{Q,def} =	0,75
Verifica allo stato limite ultimo							
σ _d =	13,02	daN/cm ²	Verifica soddisfatta				
τ _d =	0,87	daN/cm ²	Verifica soddisfatta				
Verifica allo stato limite di esercizio							
u _{G,ist} =	0,00	cm					
u _{Q,ist} =	0,01	cm	<l/300=	0,20	cm	Verifica soddisfatta	
u _{G,fin} =	0,00	cm					
u _{Q,fin} =	0,02	cm					
u _{net,fin} =	0,03	cm	<l/200=	0,30	cm	Verifica soddisfatta	

11 PROGETTO STRUTTURA DELLE RAMPE DI ACCESSO AL PONTE AD ARCO

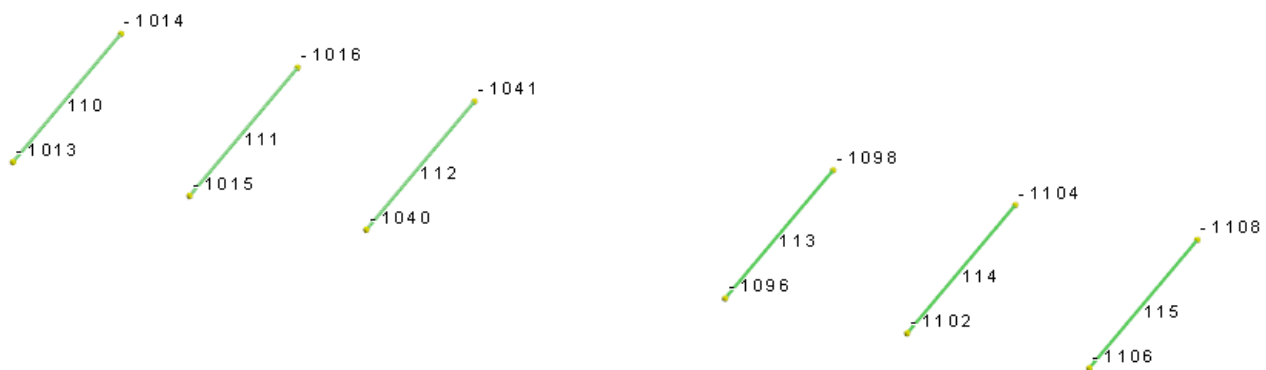
Le rampe di accesso al ponte sono costituite da un orditura secondaria per la quale si sono utilizzati travetti in legno lamellare 10x16 cm a passo 55 cm e con luce massima di 2,40 m. I travetti sono sostenuti dall'orditura secondaria costituita da traversi anch'essi in legno lamellare di luce pari a 2,95 m e interasse pari a 2,40m, infine le travi principali sono realizzate in legno lamellare di base 20 cm e altezza 60 cm, la luce massima delle travi è pari a 9,50m.

11.1 VERIFICA TRAVETTI

Verifica trave in legno in semplice appoggio				
Geometria				
b=	10	cm	A=	160.00 cm ²
h=	16	cm	At=	106.667 cm ²
l=	240	cm	Ix=	3413.333 cm ⁴
l _{inf} =	55	cm	Iy=	1333.333 cm ⁴
α=	0	°	W _x =	426.667 cm ³
β=	0	°	W _y =	266.667 cm ³
			ρI=	6.080 daN/m
Carichi				
q _G =	20.0	daN/mq	Classe di durata	Permanente
q _Q =	500.0	daN/mq	Classe di durata	Media
Materiale				
Tipologia legno	Lamellare		f _{mk} =	240.0 daN/cm ²
Classe di resistenza	GL24h		f _{vk} =	27.0 daN/cm ²
Classe di servizio	3		E _{0,mean} =	116000.0 daN/cm ²
			k _{G,def} =	2.00
Normativa	EC5		k _{mod} =	0.65
			k _{Q,def} =	0.75
Verifica allo stato limite ultimo				
σ _d =	73.64	daN/cm ²	Verifica soddisfatta	
τ _d =	4.91	daN/cm ²	Verifica soddisfatta	
Verifica allo stato limite di esercizio				
u _{G,ist} =	0.02	cm		
u _{Q,ist} =	0.30	cm	<l/300=	0.80 cm
			Verifica soddisfatta	
u _{G,fin} =	0.06	cm		
u _{Q,fin} =	0.53	cm		
u _{net,fin} =	0.58	cm	<l/200=	1.20 cm
			Verifica soddisfatta	

11.2 VERIFICA TRAVERSI

Di seguito si riportano gli involuپی delle azioni interne sui travesi delle rampe di accesso.



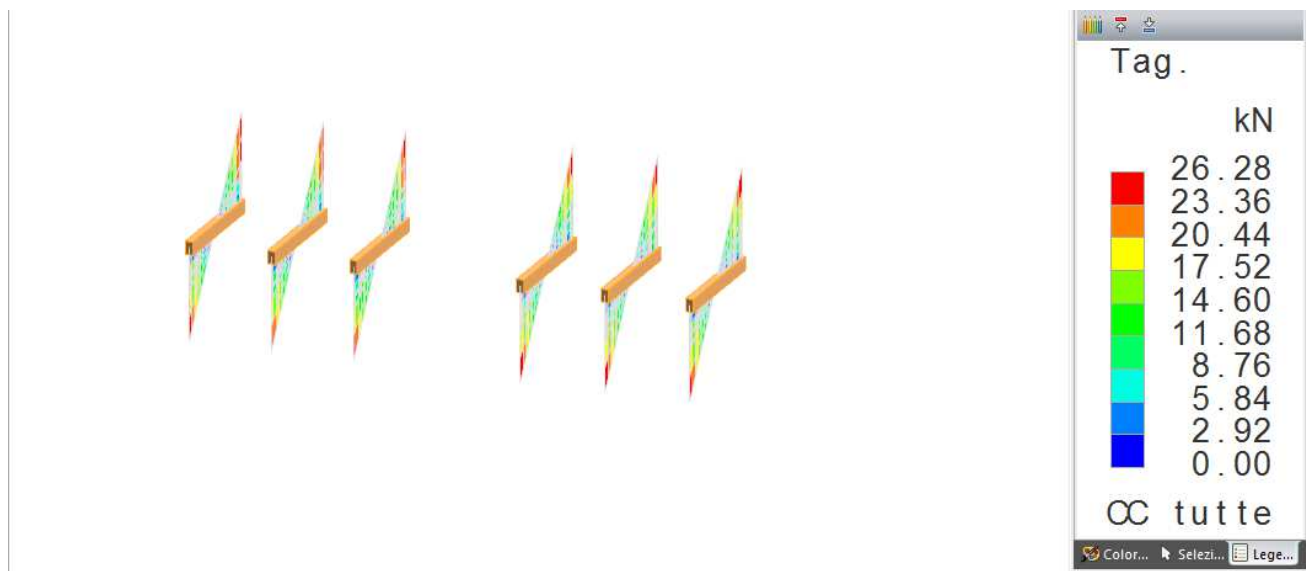
Numerazione aste e nodi

2 traversi		<<	
Membratura	Trave		
Verifica prevista	Legno		
Materiale	3 Legname GL24		
Criterio di progetto asta	1 C16/S7 - Massiccio Coni...		
Criterio di progetto collegamento			
Sezione	Rettangolare		
Dati			
B <m>	0.2	H <m>	0.28
Commento traversi		☒ Sezione reale	☒ Filo fisso e assi

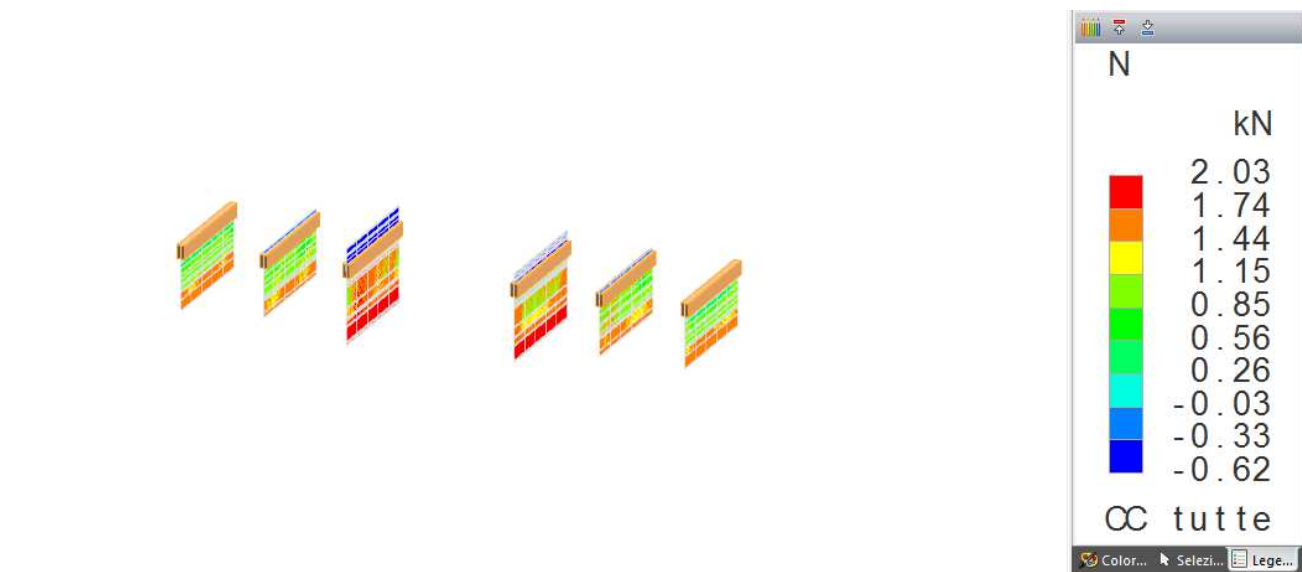
Visualizzazione tipo asta e assi locali



Inviluppo diagramma del momento flettente

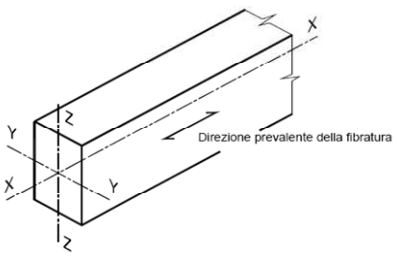


Inviluppo diagramma azione tagliante



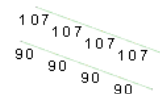
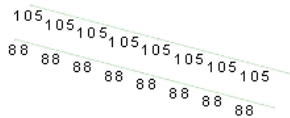
Inviluppo diagramma azione assiale

Di seguito si riporta la verifica della sezione condotta con le azioni massima agenti.

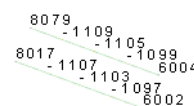
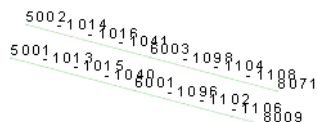
Verifica sezione in legno								
Classe di durata del carico		Media durata						
		1 settimana - 6 mesi [sovr. Var - neve ad alta quota]						
Classe di servizio		3	UR > 85%		k _{mod}	0.65		
Tipologia		Legno lamellare incollato				γ _m	1.45	
Sezione Rettangolare	H [cm]	28.0	A [cm ²]	J _y [cm ⁴]	J _z [cm ⁴]	W _y [cm ³]	W _z [cm ³]	
	B [cm]	20.0	560	36587	18667	2613	1867	
Valori caratteristici del materiale						GL24h		
Proprietà di Resistenza [N/mm ²]				Proprietà di modulo elastico [N/mm ²]				
Flessione*		f _{m,k}	24.00	parallelo medio		E _{0,m}	11600	
Trazione parallela*		f _{t,0,k}	16.50	parallelo caratteristico		E _{0,05}	9400	
Trazione perpendicolare		f _{t,90,k}	0.40	perpendicolare medio		E _{90,m}	390	
Compressione parallela		f _{c,0,k}	24.00	tangenziale medio		G _m	720	
Compressione perpendicolare		f _{c,90,k}	2.70	Massa volumica [kg/m ³]				
Taglio		f _{v,k}	2.70					
Considero k _h ?		NO	k _{h,fless,y}	1.00	k _{h,fless,z}	1.00	k _{h,traz}	1.00
Il coefficiente k _h incrementa i valori caratteristici di flessione e trazione parallela								
Stati limite ultimi								
Sollecitazioni [kN,kNm]								
N _d		-2.03	kN					
T _{z,d}		26.28	kN					
T _{y,d}		0.00	kN					
M _{y,d}		18.53	kNm					
M _{z,d}		0.00	kNm					
M _{t,d}		0.00	kNm					
Verifiche di resistenza								
Trazione parallela alla fibratura				La sezione è verificata				
σ _{t,0,d}	0.04	N/mm ²	<	f _{t,0,d}	7.40	N/mm ²		
Compressione parallela alla fibratura				Verifica non necessaria				
Flessione				La sezione è verificata				
σ _{m,y,d}	7.09	N/mm ²		σ _{m,z,d}	0.00	N/mm ²		
f _{m,y,d}	10.76	N/mm ²		f _{m,z,d}	10.76	N/mm ²		
k _m	0.70							
σ _{m,y,d} / f _{m,y,d} + k _m σ _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.66	<	1		
k _m σ _{m,y,d} / f _{m,y,d} + σ _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.46	<	1		
Tensoflessione				La sezione è verificata				
σ _{t,0,d} / f _{t,0,d} + σ _{m,y,d} / f _{m,y,d} + k _m σ _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.66	<	1		
σ _{t,0,d} / f _{t,0,d} + k _m σ _{m,y,d} / f _{m,y,d} + σ _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.47	<	1		
Pressoflessione				Verifica non necessaria				
Taglio				La sezione è verificata				
τ _d	0.70	N/mm ²	<	f _{v,d}	1.21	N/mm ²		
Torsione				Verifica non necessaria				
Taglio e Torsione				Verifica non necessaria				
Verifiche di stabilità								
Elementi inflessi - asse y				La sezione è verificata				
l _{eff}	295.00	cm						
σ _{m,y,crit}	356.28	N/mm ²		tensione critica di svergolamento				
λ _{rel}	0.26			snellezza relativa di svergolamento				
k _{crit}	1.00			coefficiente di sbandamento laterale				
σ _{m,y,d} / (k _{crit} f _{m,y,d}) + k _m σ _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.66	<	1		
k _m σ _{m,y,d} / (k _{crit} f _{m,y,d}) + σ _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.46	<	1		
Elementi inflessi - asse z				Verifica non necessaria				
Elementi tensoinflessi - asse y				La sezione è verificata				
σ _{t,0,d} / f _{t,0,d} + σ _{m,y,d} / (k _{crit} f _{m,y,d}) + k _m σ _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.66	<	1		
σ _{t,0,d} / f _{t,0,d} + k _m σ _{m,y,d} / (k _{crit} f _{m,y,d}) + σ _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.47	<	1		

11.3 VERIFICA TRAVI PRINCIPALI

Di seguito si riportano gli involuipi delle azioni interne sulle travi principali delle rampe di accesso.



Numerazione aste



Numerazione nodi

8 Travi rampe

Membratura: Trave

Verifica prevista: Legno

Materiale: 3 Legname GL24

Criterio di progetto asta: 1 C16/S7 - Massiccio Coni...

Criterio di progetto collegamento:

Sezione: Rettangolare

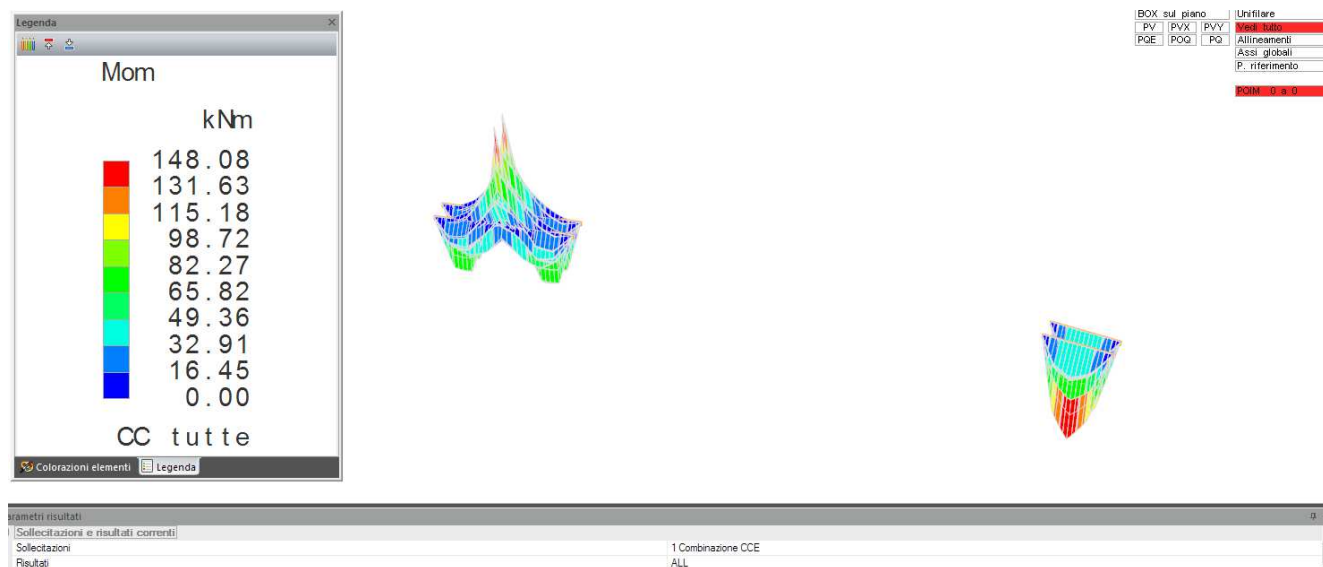
Dati

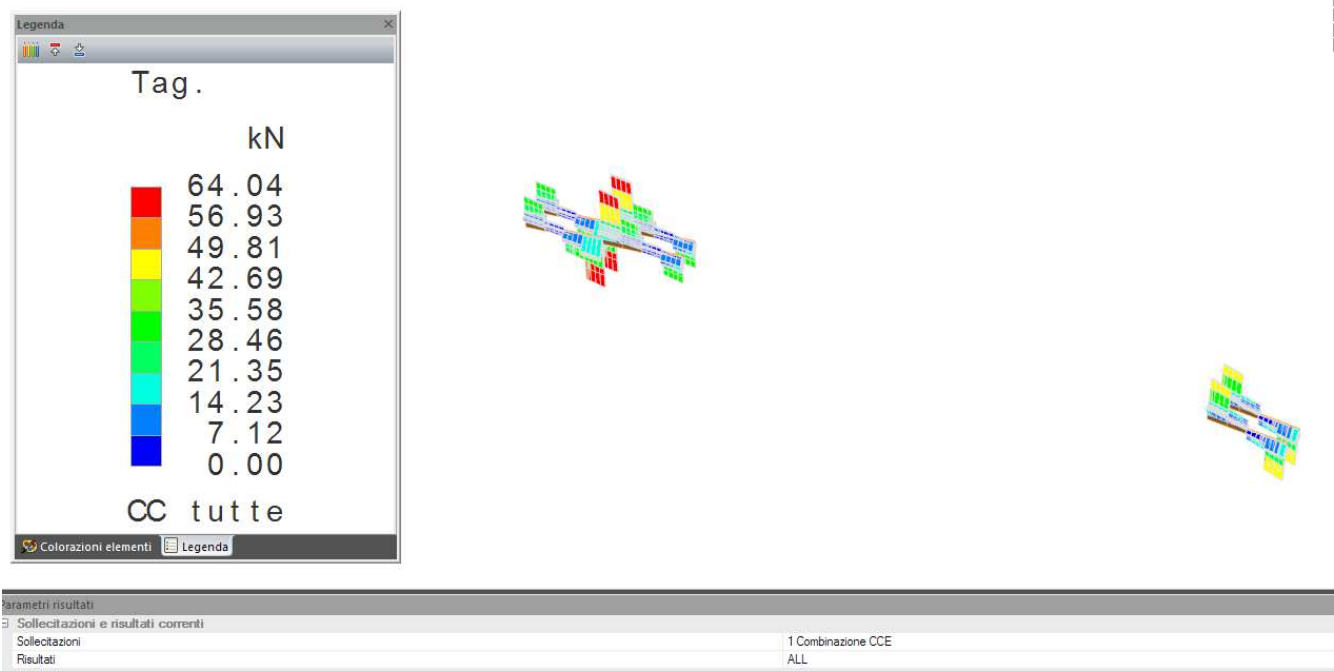
B <m> 0.2 H <m> 0.72

Commento: Travi rampe

☒ Sezione reale ☒ Filo fisso e assi

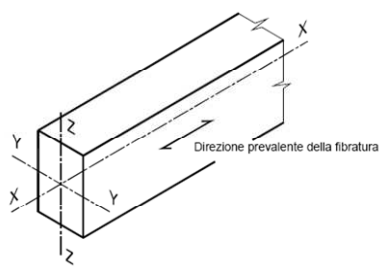
Visualizzazione tipo asta e assi locali





Sollecitazioni di verifica con M_y massimo

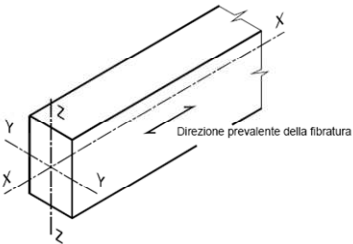
Asta	CC	X	N	Ty	Mz	Tz	My	Mx
105 (6003 -1098)	34	0	-9.204	2.546	-5.082	63.992	-147.997	0.032

Verifica sezione in legno								
Classe di durata del carico			Media durata					
			1 settimana - 6 mesi [sovr. Var - neve ad alta quota]					
Classe di servizio			3	UR > 85%		k _{mod}	0.65	
Tipologia			Legno lamellare incollato			γ _m	1.45	
Sezione Rettangolare	H [cm]	72.0	A [cm ²]	J _y [cm ⁴]	J _z [cm ⁴]	W _y [cm ³]	W _z [cm ³]	
	B [cm]	20.0	1440	622080	48000	17280	4800	
Valori caratteristici del materiale						GL24h		
Proprietà di Resistenza [N/mm ²]				Proprietà di modulo elastico [N/mm ²]				
Flessione*		f _{m,k}	24.00	parallelo medio		E _{0,m}	11600	
Trazione parallela*		f _{t,0,k}	16.50	parallelo caratteristico		E _{0,05}	9400	
Trazione perpendicolare		f _{t,90,k}	0.40	perpendicolare medio		E _{90,m}	390	
Compressione parallela		f _{c,0,k}	24.00	tangenziale medio		G _m	720	
Compressione perpendicolare		f _{c,90,k}	2.70	Massa volumica [kg/m ³]				
Taglio		f _{v,k}	2.70	caratteristica		ρ _k	380	
Considero k _h ?		NO	k _{h,fless,y}	1.00	k _{h,fless,z}	1.00	k _{h,traz}	1.00
Il coefficiente k _h incrementa i valori caratteristici di flessione e trazione parallela								
Stati limite ultimi								
Sollecitazioni [kN,kNm]								
N _d		10.00	kN					
T _{z,d}		63.99	kN					
T _{y,d}		2.55	kN					
M _{y,d}		148.00	kNm					
M _{z,d}		5.08	kNm					
M _{t,d}		0.03	kNm					
Verifiche di resistenza								
Trazione parallela alla fibratura				Verifica non necessaria				
Compressione parallela alla fibratura				La sezione è verificata				
σ _{c,0,d}	0.07	N/mm ²	<	f _{c,0,d}	10.76	N/mm ²		
Flessione				La sezione è verificata				
σ _{m,y,d}	8.56	N/mm ²		σ _{m,z,d}	1.06	N/mm ²		
f _{m,y,d}	10.76	N/mm ²		f _{m,z,d}	10.76	N/mm ²		
k _m	0.70							
σ _{m,y,d} / f _{m,y,d} + k _m σ _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.86	<	1		
k _m σ _{m,y,d} / f _{m,y,d} + σ _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.66	<	1		
Tensoflessione				Verifica non necessaria				
Pressoflessione				La sezione è verificata				
(σ _{c,0,d} / f _{c,0,d}) ² + σ _{m,y,d} / f _{m,y,d} + k _m σ _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.87	<	1		
(σ _{c,0,d} / f _{c,0,d}) ² + k _m σ _{m,y,d} / f _{m,y,d} + σ _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.66	<	1		
Taglio				La sezione è verificata				
τ _d	0.67	N/mm ²	<	f _{v,d}	1.21	N/mm ²		
Torsione				La sezione è verificata				
k _{sh}	1.54							
τ _{tor,d}	0.00	N/mm ²	<	k _{sh} f _{v,d}	1.86	N/mm ²		
Taglio e Torsione				La sezione è verificata				
τ _{tor,d} / k _{sh} f _{v,d} + (τ _d / f _{v,d}) ²				0.31	<	1		

Verifiche di stabilità					
Elementi inflessi - asse y			La sezione è verificata		
I_{eff}	920.00	cm			
$\sigma_{m,y,crit}$	44.43	N/mm ²	tensione critica di svergolamento		
λ_{rel}	0.73		snellezza relativa di svergolamento		
k_{crit}	1.00		coefficiente di sbandamento laterale		
$\sigma_{m,y,d} / (k_{crit} f_{m,y,d}) + k_m \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$			0.86	<	1
$k_m \sigma_{m,y,d} / (k_{crit} f_{m,y,d}) + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$			0.66	<	1
Elementi inflessi - asse z			Verifica non necessaria		
Elementi tensoinflessi - asse y			Verifica non necessaria		
Elementi tensoinflessi - asse z			Verifica non necessaria		
Elementi compressi			La sezione è verificata		
l_0	920.00	cm	lunghezza di libera inflessione		
i_y	20.78	cm	raggio di inerzia y		
i_z	5.77	cm	raggio di inerzia z		
$\lambda_{rel,c,y}$	0.71		snellezza relativa y		
$\lambda_{rel,c,z}$	2.56		snellezza relativa z		
k	3.90				
$k_{crit,c}$	0.15		coefficiente di sbandamento laterale		
$\sigma_{c,0,d} / (k_{crit,c} f_{c,0,d})$			0.04	<	1
Elementi pressoinflessi - asse y			La sezione è verificata		
$\sigma_{c,0,d}/k_{crit,c} f_{c,0,d} + \sigma_{m,y,d}/k_{crit} f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$			0.91	<	1
$\sigma_{c,0,d}/k_{crit,c} f_{c,0,d} + k_m \sigma_{m,y,d}/k_{crit} f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$			0.70	<	1
Elementi pressoinflessi - asse z			Verifica non necessaria		

Sollecitazioni di verifica con Mz massimo

Asta	CC	X	N	Ty	Mz	Tz	My	Mx	
105 (-1041 6003)		9	2.31	-3.174	-9.827	-21.407	-23.409	-60.117	-0.129

Verifica sezione in legno								
Classe di durata del carico			Media durata					
			1 settimana - 6 mesi [sovr. Var - neve ad alta quota]					
Classe di servizio			3	UR > 85%		k _{mod}	0.65	
Tipologia			Legno lamellare incollato			γ _m	1.45	
Sezione	H [cm]	72.0	A [cm ²]	J _y [cm ⁴]	J _z [cm ⁴]	W _y [cm ³]	W _z [cm ³]	
Rettangolare	B [cm]	20.0	1440	622080	48000	17280	4800	
Valori caratteristici del materiale						GL24h		
Proprietà di Resistenza [N/mm ²]				Proprietà di modulo elastico [N/mm ²]				
Flessione*		f _{m,k}	24.00	parallelo medio		E _{0,m}	11600	
Trazione parallela*		f _{t,0,k}	16.50	parallelo caratteristico		E _{0,05}	9400	
Trazione perpendicolare		f _{t,90,k}	0.40	perpendicolare medio		E _{90,m}	390	
Compressione parallela		f _{c,0,k}	24.00	tangenziale medio		G _m	720	
Compressione perpendicolare		f _{c,90,k}	2.70	Massa volumica [kg/m ³]				
Taglio		f _{v,k}	2.70					
Considero k _h ?		NO	k _{h,fless,y}	1.00	k _{h,fless,z}	1.00	k _{h,traz}	1.00
Il coefficiente k _h incrementa i valori caratteristici di flessione e trazione parallela								
Stati limite ultimi								
Sollecitazioni [kN,kNm]								
N _d		3.20	kN					
T _{z,d}		-23.41	kN					
T _{y,d}		-9.83	kN					
M _{y,d}		60.12	kNm					
M _{z,d}		21.41	kNm					
M _{t,d}		-0.13	kNm					
Verifiche di resistenza								
Trazione parallela alla fibratura				Verifica non necessaria				
Compressione parallela alla fibratura				La sezione è verificata				
σ _{c,0,d}	0.02	N/mm ²	<	f _{c,0,d}	10.76	N/mm ²		
Flessione				La sezione è verificata				
σ _{m,y,d}	3.48	N/mm ²		σ _{m,z,d}	4.46	N/mm ²		
f _{m,y,d}	10.76	N/mm ²		f _{m,z,d}	10.76	N/mm ²		
k _m	0.70							
σ _{m,y,d} / f _{m,y,d} + k _m σ _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.61	<	1		
k _m σ _{m,y,d} / f _{m,y,d} + σ _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.64	<	1		
Tensoflessione				Verifica non necessaria				
Pressoflessione				La sezione è verificata				
(σ _{c,0,d} / f _{c,0,d}) ² + σ _{m,y,d} / f _{m,y,d} + k _m σ _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.61	<	1		
(σ _{c,0,d} / f _{c,0,d}) ² + k _m σ _{m,y,d} / f _{m,y,d} + σ _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.64	<	1		
Taglio				La sezione è verificata				
τ _d	0.26	N/mm ²	<	f _{v,d}	1.21	N/mm ²		
Torsione				La sezione è verificata				
k _{sh}	1.54							
τ _{tor,d}	-0.02	N/mm ²	<	k _{sh} f _{v,d}	1.86	N/mm ²		
Taglio e Torsione				La sezione è verificata				
τ _{tor,d} / k _{sh} f _{v,d} + (τ _d / f _{v,d}) ²				0.04	<	1		

Verifiche di stabilità					
Elementi inflessi - asse y			La sezione è verificata		
l_{eff}	920.00	cm			
$\sigma_{m,y,crit}$	44.43	N/mm ²	tensione critica di svergolamento		
λ_{rel}	0.73		snellezza relativa di svergolamento		
k_{crit}	1.00		coefficiente di sbandamento laterale		
$\sigma_{m,y,d} / (k_{crit} f_{m,y,d}) + k_m \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$			0.61	<	1
$k_m \sigma_{m,y,d} / (k_{crit} f_{m,y,d}) + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$			0.64	<	1
Elementi inflessi - asse z			Verifica non necessaria		
Elementi tensoinflessi - asse y			Verifica non necessaria		
Elementi tensoinflessi - asse z			Verifica non necessaria		
Elementi compressi			La sezione è verificata		
l_0	920.00	cm	lunghezza di libera inflessione		
i_y	20.78	cm	raggio di inerzia y		
i_z	5.77	cm	raggio di inerzia z		
$\lambda_{rel,c,y}$	0.71		snellezza relativa y		
$\lambda_{rel,c,z}$	2.56		snellezza relativa z		
k	3.90				
$k_{crit,c}$	0.15		coefficiente di sbandamento laterale		
$\sigma_{c,0,d} / (k_{crit,c} f_{c,0,d})$			0.01	<	1
Elementi pressoinflessi - asse y			La sezione è verificata		
$\sigma_{c,0,d} / k_{crit,c} f_{c,0,d} + \sigma_{m,y,d} / k_{crit} f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$			0.63	<	1
$\sigma_{c,0,d} / k_{crit,c} f_{c,0,d} + k_m \sigma_{m,y,d} / k_{crit} f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$			0.66	<	1
Elementi pressoinflessi - asse z			Verifica non necessaria		

11.4 VERIFICA APPOGGIO TRAVI

Si considera una superficie di contatto tra trave e appoggio pari a 20 x 60 cm per l'appoggio sulla pila e pari a 20 x 30 cm per gli appoggi sulle spalle; si verifica che la compressione perpendicolare alle fibre non ecceda il limite per il materiale utilizzato che corrisponde a

$$f_{c,90,d} = \frac{f_{c,90,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_m} = \frac{2,70 \cdot 0,65}{1,45} = 1,21 \text{ N/mm}^2$$

11.4.1 APPOGGIO SU PILA

L'azione all'interfaccia appoggio travi è pari al doppio della massima azione tagliante

$$F_{sd} = 65 \times 2 = 130 \text{ kN}$$

$$F_{Rdc,90} = f_{c,90,d} \cdot A = 1,21 \cdot 200 \cdot 600 = 145200 \text{ N} = 145,20 \text{ kN}$$

11.4.2 APPOGGIO SU SPALLE

L'azione all'interfaccia appoggio travi è alla massima azione tagliante

$$F_{sd} = 50 \text{ kN}$$

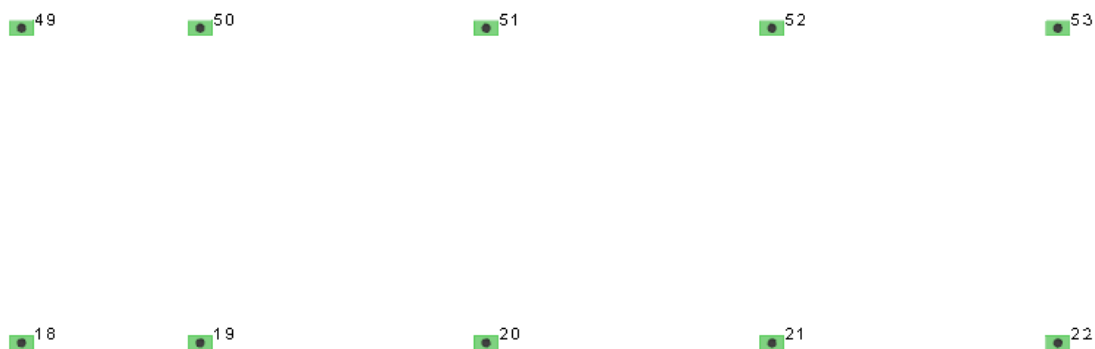
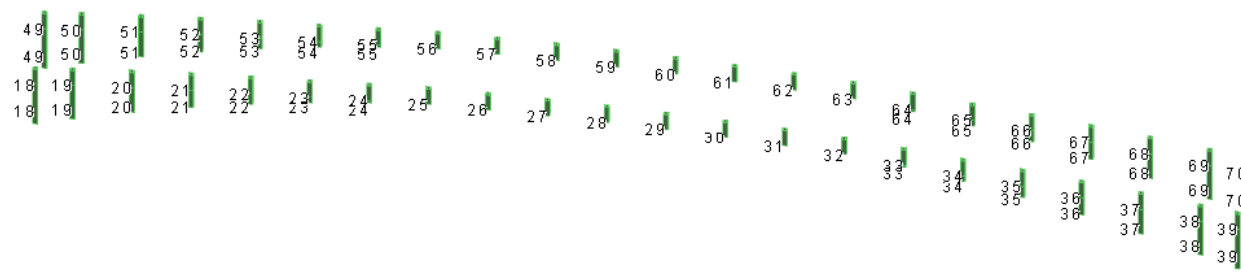
$$F_{Rdc,90} = f_{c,90,d} \cdot A = 1,21 \cdot 200 \cdot 300 = 76200 \text{ N} = 76,20 \text{ kN}$$

12 VERIFICHE ATTRAVERSAMENTO PRINCIPALE

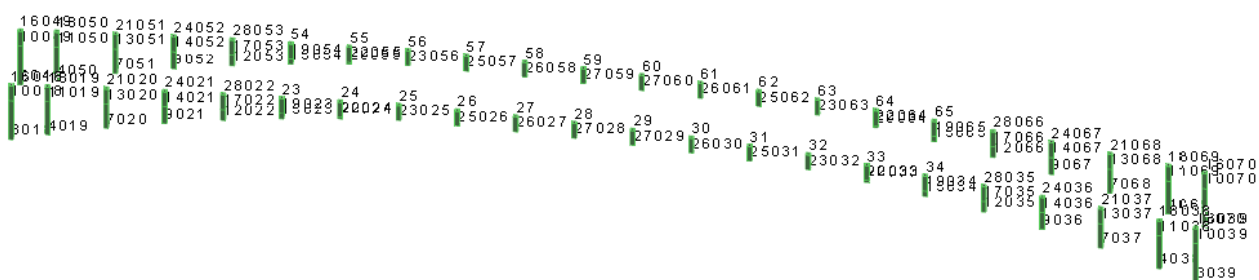
Nel presente capitolo si riportano le verifiche degli elementi che costituiscono la struttura portante dell'arco.

12.1 MONTANTI

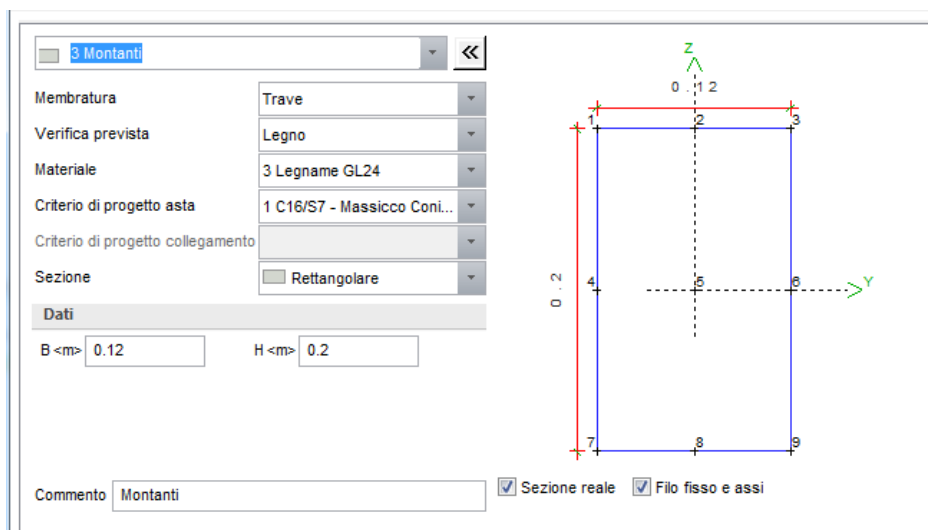
Di seguito si riportano gli involuপি delle azioni interne sui montanti del arco.



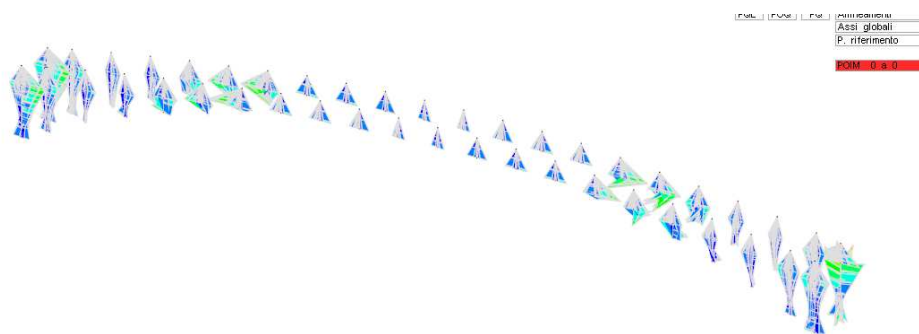
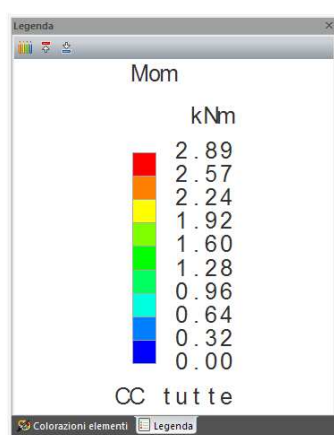
Numerazione aste



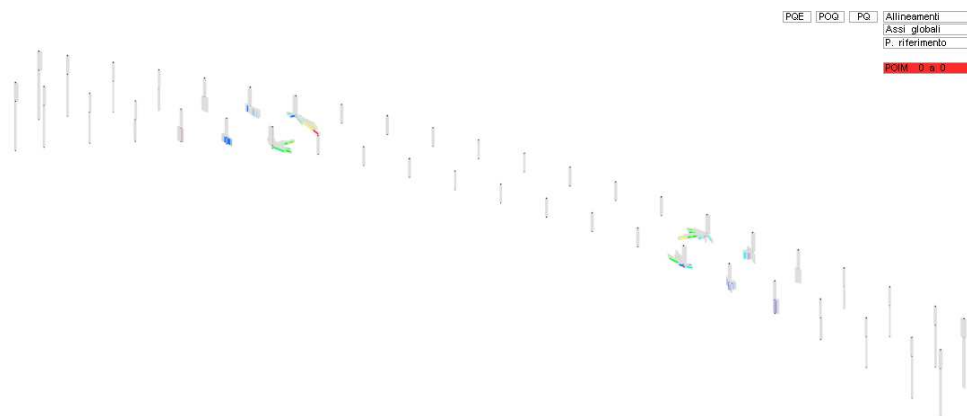
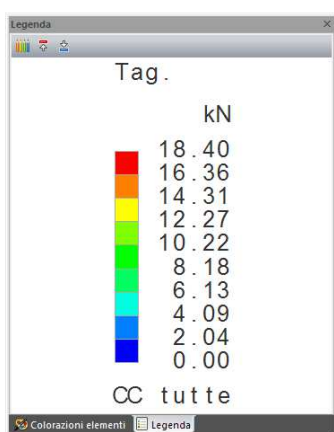
Numerazione nodi



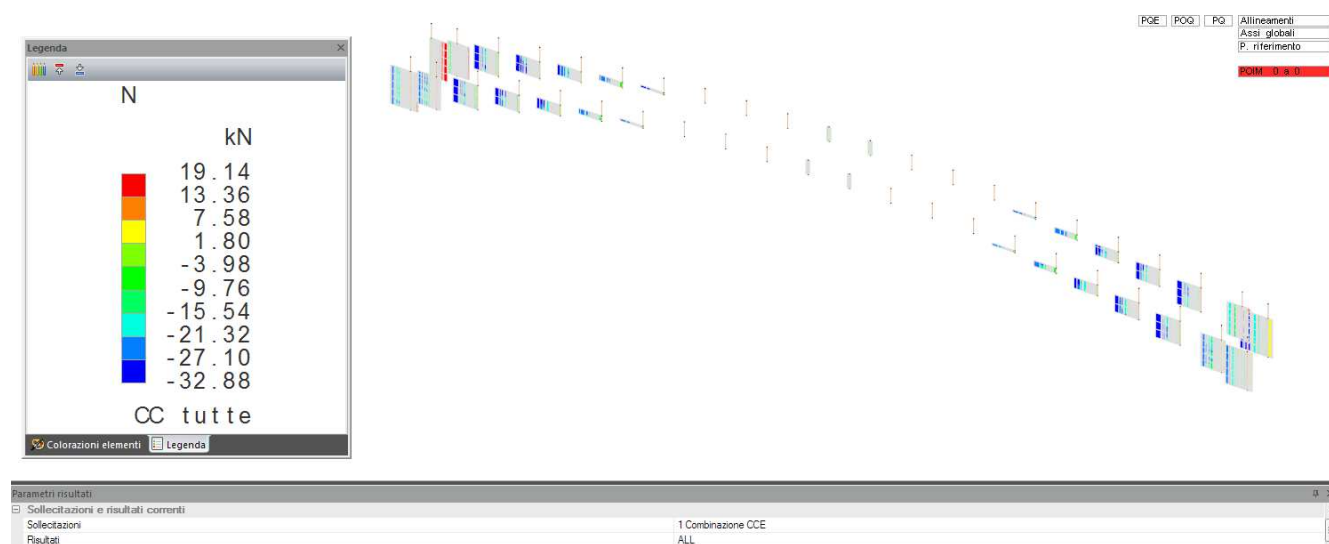
Visualizzazione tipo asta e assi locali



Involuppo diagramma del momento flettente



Involuppo diagramma azione tagliante

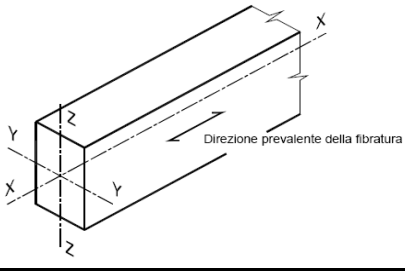


Involuppo diagramma azione flettente

Di seguito si riportano le verifiche delle sezioni condotte con le azioni massime sollecitanti.

12.1.1 Sezione con azione assiale massima

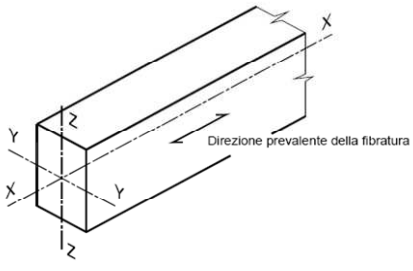
Asta	CC	X	N	Ty	Mz	Tz	My	Mx
70 (3070 10070)	34	0	-32.875	-1.237	1.341	-0.717	0.493	0.711

Verifica sezione in legno									
Classe di durata del carico			Media durata						
			1 settimana - 6 mesi [sovr. Var - neve ad alta quota]						
Classe di servizio			3	UR > 85%		k _{mod}	0.65		
Tipologia			Legno lamellare incollato			T _m	1.45		
Sezione	H [cm]	12.0	A [cm ²]	J _y [cm ⁴]	J _z [cm ⁴]	W _y [cm ³]	W _z [cm ³]		
Rettangolare	B [cm]	20.0	240	2880	8000	480	800		
Valori caratteristici del materiale									
Proprietà di Resistenza [N/mm ²]				Proprietà di modulo elastico [N/mm ²]					
Flessione*				f _{m,k}	24.00	parallelo medio		E _{0,m}	11600
Trazione parallela*				f _{t,0,k}	16.50	parallelo caratteristico		E _{0,05}	9400
Trazione perpendicolare				f _{t,90,k}	0.40	perpendicolare medio		E _{90,m}	390
Compressione parallela				f _{c,0,k}	24.00	tangenziale medio		G _m	720
Compressione perpendicolare				f _{c,90,k}	2.70	Massa volumica [kg/m ³]			
Taglio				f _{v,k}	2.70	caratteristica		T _k	380
Considero k _h ?		SI	k _{h,fless,y}	1.10	k _{h,fless,z}	1.10	k _{h,traz}	1.10	
Il coefficiente k _h incrementa i valori caratteristici di flessione e trazione parallela									
Stati limite ultimi									
Sollecitazioni [kN,kNm]									
N _d		32.88	kN						
T _{z,d}		-0.72	kN						
T _{y,d}		-1.24	kN						
M _{y,d}		0.49	kNm						
M _{z,d}		1.34	kNm						
M _{t,d}		0.71	kNm						
Verifiche di resistenza									
Trazione parallela alla fibratura				Verifica non necessaria					
Compressione parallela alla fibratura				La sezione è verificata					
T _{c,0,d}	1.37	N/mm ²	<	f _{c,0,d}	10.76	N/mm ²			
Flessione				La sezione è verificata					
T _{m,y,d}	1.03	N/mm ²		T _{m,z,d}	1.68	N/mm ²			
f _{m,y,d}	11.83	N/mm ²		f _{m,z,d}	11.83	N/mm ²			
k _m	0.70								
T _{m,y,d} / f _{m,y,d} + k _m T _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.19	<	1			
k _m T _{m,y,d} / f _{m,y,d} + T _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.20	<	1			
Tensoflessione				Verifica non necessaria					
Pressoflessione				La sezione è verificata					
(T _{c,0,d} / f _{c,0,d}) ² + T _{m,y,d} / f _{m,y,d} + k _m T _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.20	<	1			
(T _{c,0,d} / f _{c,0,d}) ² + k _m T _{m,y,d} / f _{m,y,d} + T _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.22	<	1			
Taglio				La sezione è verificata					
T _d	0.09	N/mm ²	<	f _{v,d}	1.21	N/mm ²			
Torsione				La sezione è verificata					
k _{sh}	1.25								
T _{tor,d}	1.01	N/mm ²	<	k _{sh} f _{v,d}	1.51	N/mm ²			
Taglio e Torsione				La sezione è verificata					
T _{tor,d} / k _{sh} f _{v,d} + (T _d / f _{v,d}) ²				0.67	<	1			

Verifiche di stabilità					
Elementi inflessi - asse y			Verifica non necessaria		
Elementi inflessi - asse z			La sezione è verificata		
l_{eff}	300.00	cm			
$\sigma_{m,z,crit}$	176.57	N/mm ²	tensione critica di svergolamento		
λ_{rel}	0.39		snellezza relativa di svergolamento		
k_{crit}	1.00		coefficiente di sbandamento laterale		
$\sigma_{m,z,d} / (k_{crit} f_{m,z,d}) + k_m \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d}$			0.20	<	1
$k_m \sigma_{m,z,d} / (k_{crit} f_{m,z,d}) + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d}$			0.19	<	1
Elementi tensoinflessi - asse y			Verifica non necessaria		
Elementi tensoinflessi - asse z			Verifica non necessaria		
Elementi compressi			La sezione è verificata		
l_0	300.00	cm	lunghezza di libera inflessione		
i_y	3.46	cm	raggio di inerzia y		
i_z	5.77	cm	raggio di inerzia z		
$\lambda_{rel,c,y}$	1.39		snellezza relativa y		
$\lambda_{rel,c,z}$	0.84		snellezza relativa z		
k	1.52				
$k_{crit,c}$	0.47		coefficiente di sbandamento laterale		
$\sigma_{c,0,d} / (k_{crit,c} f_{c,0,d})$			0.27	<	1
Elementi pressoinflessi - asse y			Verifica non necessaria		
Elementi pressoinflessi - asse z			La sezione è verificata		
$\sigma_{c,0,d} / k_{crit,c} f_{c,0,d} + \sigma_{m,z,d} / k_{crit} f_{m,z,d} + k_m \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d}$			0.48	<	1
$\sigma_{c,0,d} / k_{crit,c} f_{c,0,d} + k_m \sigma_{m,z,d} / k_{crit} f_{m,z,d} + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d}$			0.46	<	1

12.1.2 Sezione con momento massimo

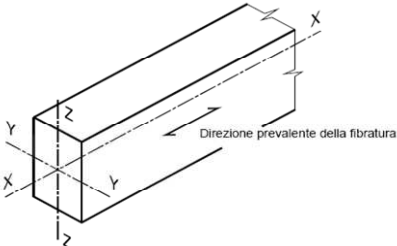
Asta	CC	X	N	Ty	Mz	Tz	My	Mx
24 (20024 22024)	34	0.16	-26.74	8.289	0	-7.633	-2.177	0

Verifica sezione in legno								
Classe di durata del carico			Media durata					
			1 settimana - 6 mesi [sovr. Var - neve ad alta quota]					
Classe di servizio			3	UR > 85%		k _{mod}	0.65	
Tipologia			Legno lamellare incollato			γ _m	1.45	
Sezione Rettangolare	H [cm]	12.0	A [cm ²]	J _y [cm ⁴]	J _z [cm ⁴]	W _y [cm ³]	W _z [cm ³]	
	B [cm]	20.0	240	2880	8000	480	800	
Valori caratteristici del materiale						GL24h		
Proprietà di Resistenza [N/mm ²]				Proprietà di modulo elastico [N/mm ²]				
Flessione*		f _{m,k}	24.00	parallelo medio		E _{0,m}	11600	
Trazione parallela*		f _{t,0,k}	16.50	parallelo caratteristico		E _{0,05}	9400	
Trazione perpendicolare		f _{t,90,k}	0.40	perpendicolare medio		E _{90,m}	390	
Compressione parallela		f _{c,0,k}	24.00	tangenziale medio		G _m	720	
Compressione perpendicolare		f _{c,90,k}	2.70	Massa volumica [kg/m ³]				
Taglio		f _{v,k}	2.70	caratteristica		ρ _k	380	
Considero k _h ?		SI	k _{h,fless,y}	1.10	k _{h,fless,z}	1.10	k _{h,traz}	1.10
Il coefficiente k _h incrementa i valori caratteristici di flessione e trazione parallela								
Stati limite ultimi								
Sollecitazioni [kN,kNm]								
N _d		26.74	kN					
T _{z,d}		-7.63	kN					
T _{y,d}		8.29	kN					
M _{y,d}		2.18	kNm					
M _{z,d}		0.00	kNm					
M _{t,d}		0.00	kNm					
Verifiche di resistenza								
Trazione parallela alla fibratura				Verifica non necessaria				
Compressione parallela alla fibratura				La sezione è verificata				
σ _{c,0,d}	1.11	N/mm ²	<	f _{c,0,d}	10.76	N/mm ²		
Flessione				La sezione è verificata				
σ _{m,y,d}	4.54	N/mm ²		σ _{m,z,d}	0.00	N/mm ²		
f _{m,y,d}	11.83	N/mm ²		f _{m,z,d}	11.83	N/mm ²		
k _m	0.70							
σ _{m,y,d} / f _{m,y,d} + k _m σ _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.38	<	1		
k _m σ _{m,y,d} / f _{m,y,d} + σ _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.27	<	1		
Tensoflessione				Verifica non necessaria				
Pressoflessione				La sezione è verificata				
(σ _{c,0,d} / f _{c,0,d}) ² + σ _{m,y,d} / f _{m,y,d} + k _m σ _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.39	<	1		
(σ _{c,0,d} / f _{c,0,d}) ² + k _m σ _{m,y,d} / f _{m,y,d} + σ _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.28	<	1		
Taglio				La sezione è verificata				
τ _d	0.70	N/mm ²	<	f _{v,d}	1.21	N/mm ²		
Torsione				Verifica non necessaria				
k _{sh}	1.25							
τ _{tor,d}	0.00	N/mm ²	<	k _{sh} f _{v,d}	1.51	N/mm ²		
Taglio e Torsione				Verifica non necessaria				
τ _{tor,d} / k _{sh} f _{v,d} + (τ _d / f _{v,d}) ²				0.34	<	1		

Verifiche di stabilità					
Elementi inflessi - asse y			Verifica non necessaria		
Elementi inflessi - asse z			Verifica non necessaria		
l_{eff}	300.00	cm			
$\sigma_{m,z,crit}$	176.57	N/mm ²	tensione critica di svergolamento		
λ_{rel}	0.39		snellezza relativa di svergolamento		
k_{crit}	1.00		coefficiente di sbandamento laterale		
$\sigma_{m,z,d} / (k_{crit} f_{m,z,d}) + k_m \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d}$			0.27	<	1
$k_m \sigma_{m,z,d} / (k_{crit} f_{m,z,d}) + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d}$			0.38	<	1
Elementi tensoinflessi - asse y			Verifica non necessaria		
Elementi tensoinflessi - asse z			Verifica non necessaria		
Elementi compressi			La sezione è verificata		
l_0	300.00	cm	lunghezza di libera inflessione		
i_y	3.46	cm	raggio di inerzia y		
i_z	5.77	cm	raggio di inerzia z		
$\lambda_{rel,c,y}$	1.39		snellezza relativa y		
$\lambda_{rel,c,z}$	0.84		snellezza relativa z		
k	1.52				
$k_{crit,c}$	0.47		coefficiente di sbandamento laterale		
$\sigma_{c,0,d} / (k_{crit,c} f_{c,0,d})$			0.22	<	1
Elementi pressoinflessi - asse y			Verifica non necessaria		
Elementi pressoinflessi - asse z			Verifica non necessaria		
$\sigma_{c,0,d}/k_{crit,c} f_{c,0,d} + \sigma_{m,z,d}/k_{crit} f_{m,z,d} + k_m \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$			0.49	<	1
$\sigma_{c,0,d}/k_{crit,c} f_{c,0,d} + k_m \sigma_{m,z,d}/k_{crit} f_{m,z,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$			0.61	<	1

12.1.3 Sezione con taglio massimo

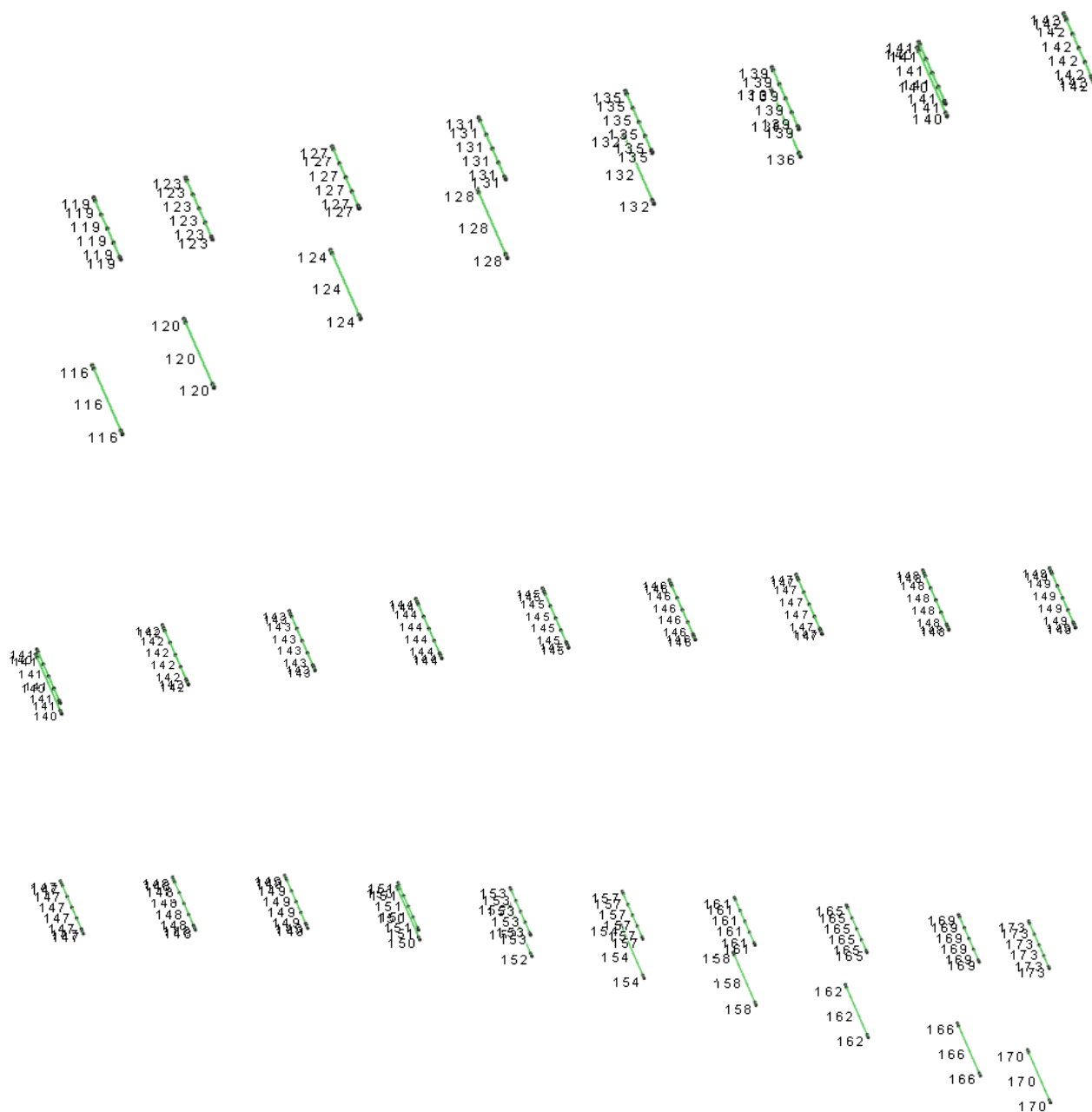
Asta	CC	X	N	Ty	Mz	Tz	My	Mx	
55 (20055 22055)		34	0.16	-27.355	-8.289	0	-16.43	-1.673	0

Verifica sezione in legno								
Classe di durata del carico		Media durata						
		1 settimana - 6 mesi [sovr. Var - neve ad alta quota]						
Classe di servizio		3	UR > 85%			k _{mod}	0.65	
Tipologia		Legno lamellare incollato				γ _m	1.45	
Sezione Rettangolare	H [cm]	12.0	A [cm ²]	J _y [cm ⁴]	J _z [cm ⁴]	W _y [cm ³]	W _z [cm ³]	
	B [cm]	20.0	240	2880	8000	480	800	
Valori caratteristici del materiale						GL24h		
Proprietà di Resistenza [N/mm ²]				Proprietà di modulo elastico [N/mm ²]				
Flessione*		f _{m,k}	24.00	parallelo medio		E _{0,m}	11600	
Trazione parallela*		f _{t,0,k}	16.50	parallelo caratteristico		E _{0,05}	9400	
Trazione perpendicolare		f _{t,90,k}	0.40	perpendicolare medio		E _{90,m}	390	
Compressione parallela		f _{c,0,k}	24.00	tangenziale medio		G _m	720	
Compressione perpendicolare		f _{c,90,k}	2.70	Massa volumica [kg/m ³]				
Taglio		f _{v,k}	2.70	caratteristica		ρ _k	380	
Considero k _h ? SI		k _{h,fless,y}	1.10	k _{h,fless,z}		1.10	k _{h,traz}	1.10
Il coefficiente k _h incrementa i valori caratteristici di flessione e trazione parallela								
Stati limite ultimi								
Solicitazioni [kN,kNm]								
N _d		27.36	kN					
T _{z,d}		-16.43	kN					
T _{y,d}		-8.29	kN					
M _{y,d}		1.67	kNm					
M _{z,d}		0.00	kNm					
M _{t,d}		0.00	kNm					
Verifiche di resistenza								
Trazione parallela alla fibratura				Verifica non necessaria				
Compressione parallela alla fibratura				La sezione è verificata				
σ _{c,0,d}	1.14	N/mm ²	<	f _{c,0,d}	10.76	N/mm ²		
Flessione				La sezione è verificata				
σ _{m,y,d}	3.49	N/mm ²		σ _{m,z,d}	0.00	N/mm ²		
f _{m,y,d}	11.83	N/mm ²		f _{m,z,d}	11.83	N/mm ²		
k _m	0.70							
σ _{m,y,d} / f _{m,y,d} + k _m σ _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.29	<	1		
k _m σ _{m,y,d} / f _{m,y,d} + σ _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.21	<	1		
Tensoflessione				Verifica non necessaria				
Pressoflessione				La sezione è verificata				
(σ _{c,0,d} / f _{c,0,d}) ² + σ _{m,y,d} / f _{m,y,d} + k _m σ _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.31	<	1		
(σ _{c,0,d} / f _{c,0,d}) ² + k _m σ _{m,y,d} / f _{m,y,d} + σ _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.22	<	1		
Taglio				La sezione è verificata				
τ _d	1.15	N/mm ²	<	f _{v,d}	1.21	N/mm ²		
Torsione				Verifica non necessaria				
k _{sh}	1.25							
τ _{tor,d}	0.00	N/mm ²	<	k _{sh} f _{v,d}	1.51	N/mm ²		
Taglio e Torsione				Verifica non necessaria				
τ _{tor,d} / k _{sh} f _{v,d} + (τ _d / f _{v,d}) ²				0.90	<	1		

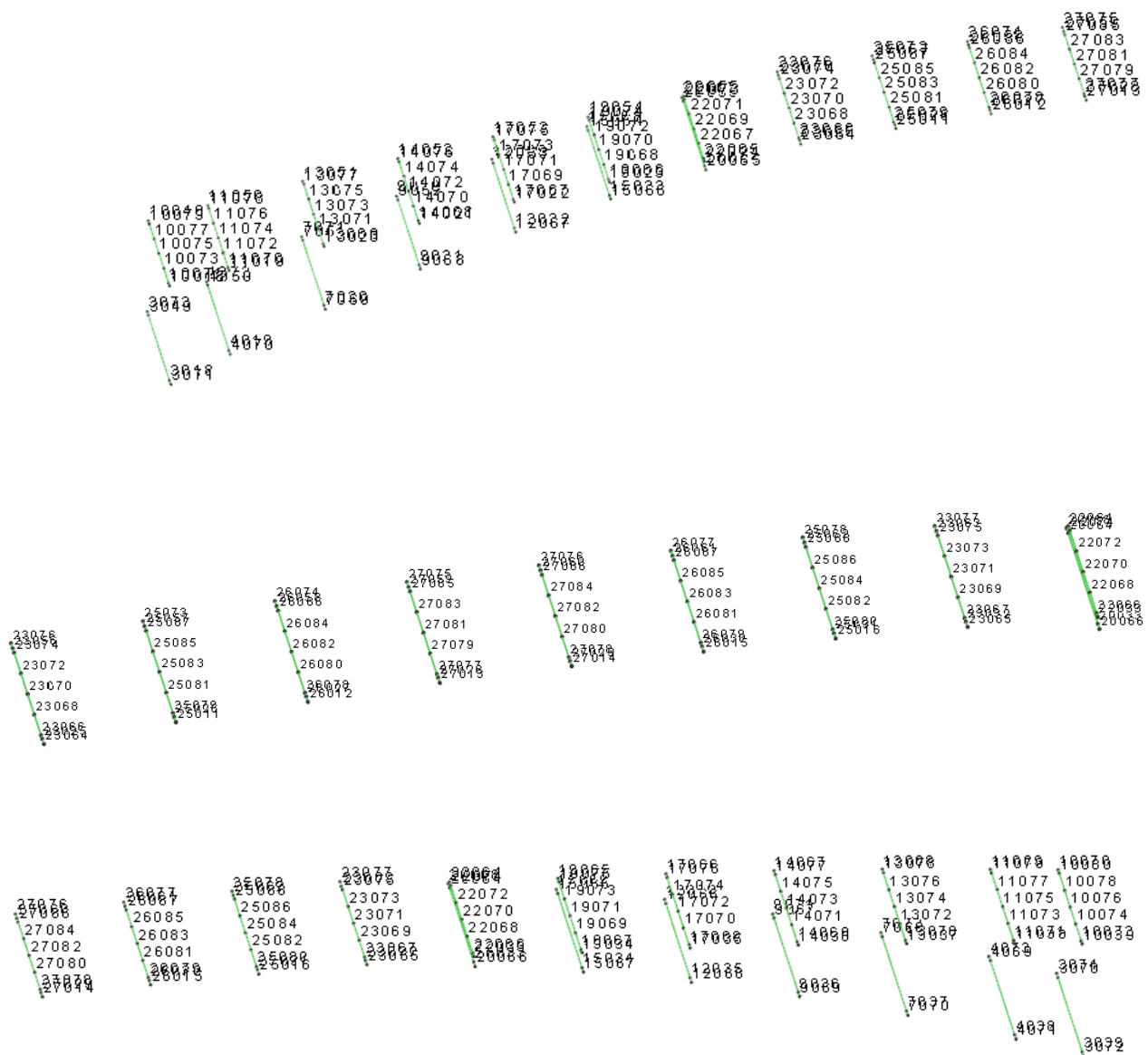
Verifiche di stabilità					
Elementi inflessi - asse y			Verifica non necessaria		
Elementi inflessi - asse z			Verifica non necessaria		
I_{eff}	300.00	cm			
$\sigma_{m,z,crit}$	176.57	N/mm ²	tensione critica di svergolamento		
λ_{rel}	0.39		snellezza relativa di svergolamento		
k_{crit}	1.00		coefficiente di sbandamento laterale		
$\sigma_{m,z,d} / (k_{crit} f_{m,z,d}) + k_m \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d}$			0.21	<	1
$k_m \sigma_{m,z,d} / (k_{crit} f_{m,z,d}) + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d}$			0.29	<	1
Elementi tensoinflessi - asse y			Verifica non necessaria		
Elementi tensoinflessi - asse z			Verifica non necessaria		
Elementi compressi			La sezione è verificata		
l_0	300.00	cm	lunghezza di libera inflessione		
i_y	3.46	cm	raggio di inerzia y		
i_z	5.77	cm	raggio di inerzia z		
$\lambda_{rel,c,y}$	1.39		snellezza relativa y		
$\lambda_{rel,c,z}$	0.84		snellezza relativa z		
k	1.52				
$k_{crit,c}$	0.47		coefficiente di sbandamento laterale		
$\sigma_{c,0,d} / (k_{crit,c} f_{c,0,d})$			0.23	<	1
Elementi pressoinflessi - asse y			Verifica non necessaria		
Elementi pressoinflessi - asse z			Verifica non necessaria		
$\sigma_{c,0,d} / k_{crit,c} f_{c,0,d} + \sigma_{m,z,d} / k_{crit} f_{m,z,d} + k_m \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d}$			0.43	<	1
$\sigma_{c,0,d} / k_{crit,c} f_{c,0,d} + k_m \sigma_{m,z,d} / k_{crit} f_{m,z,d} + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d}$			0.52	<	1

12.2 TRAVERSI

Di seguito si riportano gli involuپی delle azioni interne sui traversi dell'arco.



Numerazione aste



Numerazione nodi

2 traversi

Membratura: Trave

Verifica prevista: Legno

Materiale: 3 Legname GL24

Criterio di progetto asta: 1 C16/S7 - Massiccio Coni...

Criterio di progetto collegamento:

Sezione: Rettangolare

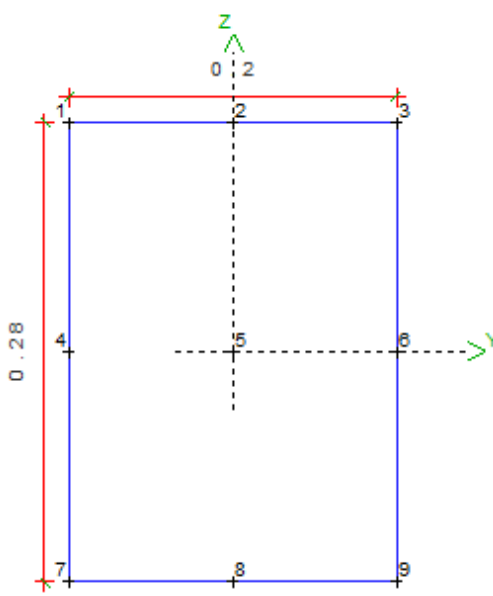
Dati

B <m>: 0.2 H <m>: 0.28

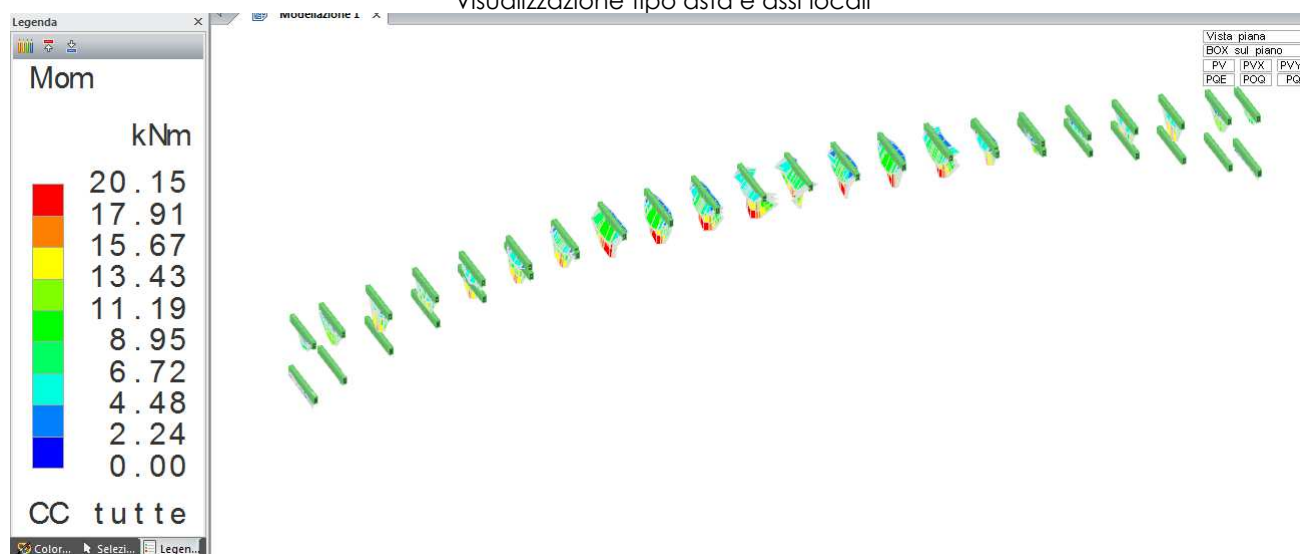
Commento: traversi

☒ Sezione reale ☒ Filo fisso e assi

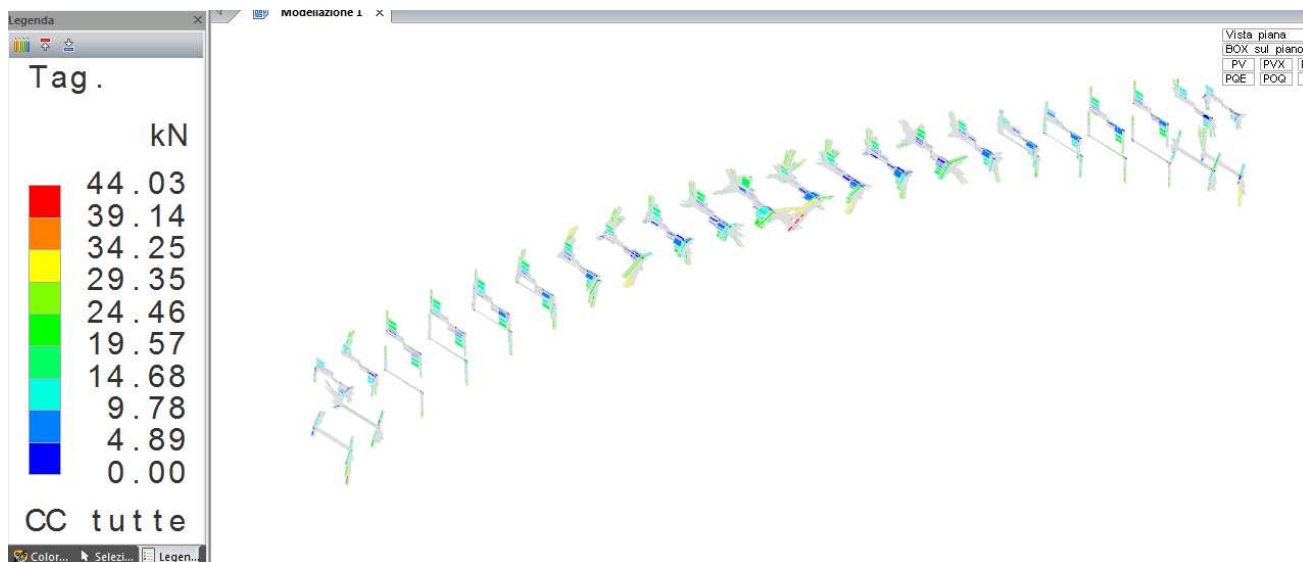
OK Applica Annulla



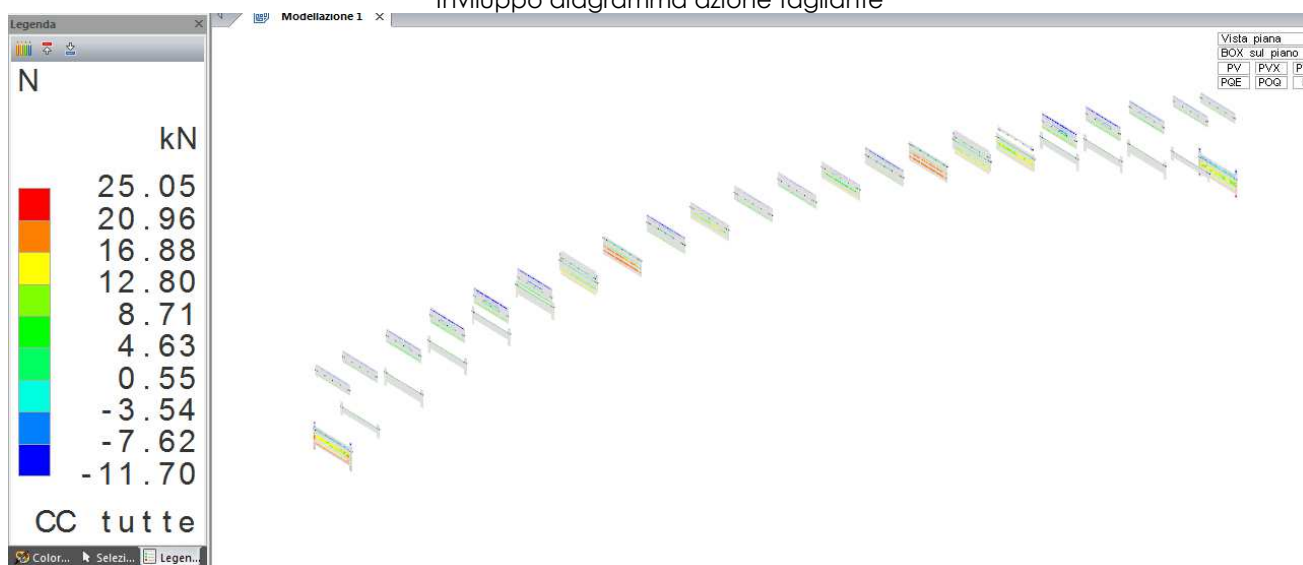
Visualizzazione tipo asta e assi locali



Involuppo diagramma del momento flettente



Inviluppo diagramma azione tagliante

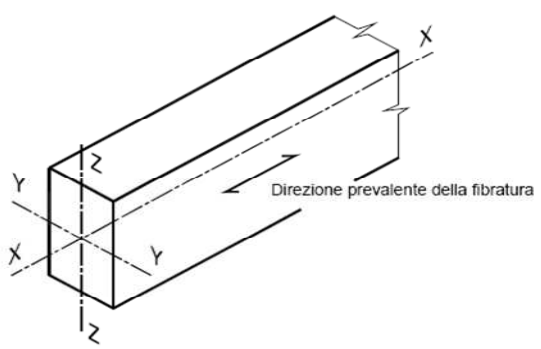


Inviluppo diagramma azione assiale

Di seguito si riportano le verifiche delle sezioni condotte con le azioni massime sollecitanti.

12.2.1 Sezione con azione assiale massima

Asta	CC	X	N	Ty	Mz	Tz	My	Mx	
(N1 N2)		<m>	<kN>	<kN>	<kNm>	<kN>	<kNm>	<kNm>	
170 (3074 3070)		43	0.15	-11.70	-6.58	-0.99	24.53	3.68	0.00

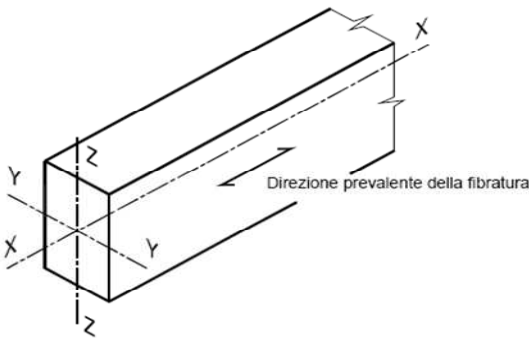
Verifica sezione in legno							
Classe di durata del carico		Media durata					
		1 settimana - 6 mesi [sovr. Var - neve ad alta quota]					
Classe di servizio		3	UR > 85%		k _{mod}	0.65	
Tipologia		Legno lamellare incollato				γ _m	1.45
Sezione Rettangolare	H [cm]	28.0	A [cm ²]	J _y [cm ⁴]	J _z [cm ⁴]	W _y [cm ³]	W _z [cm ³]
	B [cm]	20.0	560	36587	18667	2613	1867
Valori caratteristici del materiale					GL24h		
Proprietà di Resistenza [N/mm ²]				Proprietà di modulo elastico [N/mm ²]			
Flessione*		f _{m,k}	24.00	parallelo medio		E _{0,m}	11600
Trazione parallela*		f _{t,0,k}	16.50	parallelo caratteristico		E _{0,05}	9400
Trazione perpendicolare		f _{t,90,k}	0.40	perpendicolare medio		E _{90,m}	390
Compressione parallela		f _{c,0,k}	24.00	tangenziale medio		G _m	720
Compressione perpendicolare		f _{c,90,k}	2.70	Massa volumica [kg/m ³]			
Taglio		f _{v,k}	2.70	caratteristica		ρ _k	380
Considero k _h ?	NO	k _{h,fless,y}	1.00	k _{h,fless,z}	1.00	k _{h,traz}	1.00
Il coefficiente k _h incrementa i valori caratteristici di flessione e trazione parallela							
Stati limite ultimi							
Sollecitazioni [kN,kNm]							
N _d		11.70	kN				
T _{z,d}		24.53	kN				
T _{y,d}		-6.58	kN				
M _{y,d}		3.68	kNm				
M _{z,d}		0.99	kNm				
M _{t,d}		0.00	kNm				

Verifiche di resistenza					
Trazione parallela alla fibratura			Verifica non necessaria		
Compressione parallela alla fibratura			La sezione è verificata		
$\sigma_{c,0,d}$	0.21	N/mm ²	<	$f_{c,0,d}$	10.76 N/mm ²
Flessione			La sezione è verificata		
$\sigma_{m,y,d}$	1.41	N/mm ²		$\sigma_{m,z,d}$	0.53 N/mm ²
$f_{m,y,d}$	10.76	N/mm ²		$f_{m,z,d}$	10.76 N/mm ²
k_m	0.70				
$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$			0.17	<	1
$k_m \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$			0.14	<	1
Tensoflessione			Verifica non necessaria		
Pressoflessione			La sezione è verificata		
$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$			0.17	<	1
$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + k_m \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$			0.14	<	1
Taglio			La sezione è verificata		
τ_d	0.68	N/mm ²	<	$f_{v,d}$	1.21 N/mm ²
Torsione			Verifica non necessaria		
k_{sh}	1.21				
$\tau_{tor,d}$	0.00	N/mm ²	<	$k_{sh} f_{v,d}$	1.46 N/mm ²
Taglio e Torsione			Verifica non necessaria		
$\tau_{tor,d} / k_{sh} f_{v,d} + (\tau_d / f_{v,d})^2$			0.32	<	1

Verifiche di stabilità					
Elementi inflessi - asse y			La sezione è verificata		
l_{eff}	295.00	cm			
$\sigma_{m,y,crit}$	356.28	N/mm ²	tensione critica di svergolamento		
λ_{rel}	0.26		snellezza relativa di svergolamento		
k_{crit}	1.00		coefficiente di sbandamento laterale		
$\sigma_{m,y,d} / (k_{crit} f_{m,y,d}) + k_m \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$			0.17	<	1
$k_m \sigma_{m,y,d} / (k_{crit} f_{m,y,d}) + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$			0.14	<	1
Elementi inflessi - asse z			Verifica non necessaria		
Elementi tensoinflessi - asse y			Verifica non necessaria		
Elementi tensoinflessi - asse z			Verifica non necessaria		
Elementi compressi			La sezione è verificata		
l_0	295.00	cm	lunghezza di libera inflessione		
i_y	8.08	cm	raggio di inerzia y		
i_z	5.77	cm	raggio di inerzia z		
$\lambda_{rel,c,y}$	0.59		snellezza relativa y		
$\lambda_{rel,c,z}$	0.82		snellezza relativa z		
k	0.86				
$k_{crit,c}$	0.89		coefficiente di sbandamento laterale		
$\sigma_{c,0,d} / (k_{crit,c} f_{c,0,d})$			0.02	<	1
Elementi pressoinflessi - asse y			La sezione è verificata		
$\sigma_{c,0,d} / k_{crit,c} f_{c,0,d} + \sigma_{m,y,d} / k_{crit} f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$			0.19	<	1
$\sigma_{c,0,d} / k_{crit,c} f_{c,0,d} + k_m \sigma_{m,y,d} / k_{crit} f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$			0.16	<	1
Elementi pressoinflessi - asse z			Verifica non necessaria		

12.2.2 Sezione con azione flettente massima

Asta	CC	X	N	Ty	Mz	Tz	My	Mx	
(N1 N2)		<m>	<kN>	<kN>	<kNm>	<kN>	<kNm>	<kNm>	
143 (25083 25081)		34	0	8.52	-1.89	0.86	-5.64	20.11	-0.37

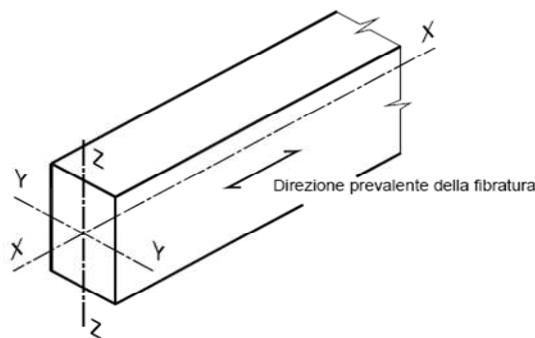
Verifica sezione in legno								
Classe di durata del carico		Media durata						
		1 settimana - 6 mesi [sovr. Var - neve ad alta quota]						
Classe di servizio		3	UR > 85%			k _{mod}	0.65	
Tipologia		Legno lamellare incollato				γ _m	1.45	
Sezione Rettangolare	H [cm]	28.0	A [cm ²]	J _y [cm ⁴]	J _z [cm ⁴]	W _y [cm ³]	W _z [cm ³]	
	B [cm]	20.0	560	36587	18667	2613	1867	
Valori caratteristici del materiale						GL24h		
Proprietà di Resistenza [N/mm ²]				Proprietà di modulo elastico [N/mm ²]				
Flessione*		f _{m,k}	24.00	parallelo medio		E _{0,m}	11600	
Trazione parallela*		f _{t,0,k}	16.50	parallelo caratteristico		E _{0,05}	9400	
Trazione perpendicolare		f _{t,90,k}	0.40	perpendicolare medio		E _{90,m}	390	
Compressione parallela		f _{c,0,k}	24.00	tangenziale medio		G _m	720	
Compressione perpendicolare		f _{c,90,k}	2.70	Massa volumica [kg/m ³]				
Taglio		f _{v,k}	2.70	caratteristica		ρ _k	380	
Considero k _h ?		NO	k _{h,fless,y}	1.00	k _{h,fless,z}	1.00	k _{h,traz}	1.00
Il coefficiente k _h incrementa i valori caratteristici di flessione e trazione parallela								
Stati limite ultimi								
Sollecitazioni [kN,kNm]								
N _d		-8.52	kN					
T _{z,d}		-5.64	kN					
T _{y,d}		-1.89	kN					
M _{y,d}		20.11	kNm					
M _{z,d}		0.86	kNm					
M _{t,d}		-0.37	kNm					

Verifiche di resistenza					
Trazione parallela alla fibratura			La sezione è verificata		
Trazione perpendicolare alla fibratura			Da sviluppare		
Compressione parallela alla fibratura			Verifica non necessaria		
$\sigma_{c,0,d}$	0.00	N/mm ²	<	$f_{c,0,d}$	10.76 N/mm ²
Compressione perpendicolare alla fibratura			Da sviluppare		
Compressione inclinata rispetto alla fibratura			Da sviluppare		
Flessione			La sezione è verificata		
$\sigma_{m,y,d}$	7.70	N/mm ²		$\sigma_{m,z,d}$	0.46 N/mm ²
$f_{m,y,d}$	10.76	N/mm ²		$f_{m,z,d}$	10.76 N/mm ²
k_m	0.70				
$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$			0.75	<	1
$k_m \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$			0.54	<	1
Tensoflessione			La sezione è verificata		
Pressoflessione			Verifica non necessaria		
$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$			0.75	<	1
$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + k_m \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$			0.54	<	1
Taglio			La sezione è verificata		
τ_d	0.16	N/mm ²	<	$f_{v,d}$	1.21 N/mm ²
Torsione			La sezione è verificata		
k_{sh}	1.21				
$\tau_{tor,d}$	-0.14	N/mm ²	<	$k_{sh} f_{v,d}$	1.46 N/mm ²
Taglio e Torsione			La sezione è verificata		
$\tau_{tor,d} / k_{sh} f_{v,d} + (\tau_d / f_{v,d})^2$			-0.08	<	1

Verifiche di stabilità					
Elementi inflessi - asse y			La sezione è verificata		
l_{eff}	295.00	cm			
$\sigma_{m,y,crit}$	356.28	N/mm ²	tensione critica di svergolamento		
λ_{rel}	0.26		snellezza relativa di svergolamento		
k_{crit}	1.00		coefficiente di sbandamento laterale		
$\sigma_{m,y,d} / (k_{crit} f_{m,y,d}) + k_m \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$			0.75	<	1
$k_m \sigma_{m,y,d} / (k_{crit} f_{m,y,d}) + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$			0.54	<	1
Elementi inflessi - asse z			Verifica non necessaria		
Elementi tensoinflessi - asse y			La sezione è verificata		
$\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d} / (k_{crit} f_{m,y,d}) + k_m \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$			0.77	<	1
$\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + k_m \sigma_{m,y,d} / (k_{crit} f_{m,y,d}) + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$			0.56	<	1
Elementi tensoinflessi - asse z			Verifica non necessaria		
Elementi compressi			Verifica non necessaria		
l_0	295.00	cm	lunghezza di libera inflessione		
i_y	8.08	cm	raggio di inerzia y		
i_z	5.77	cm	raggio di inerzia z		
$\lambda_{rel,c,y}$	0.59		snellezza relativa y		
$\lambda_{rel,c,z}$	0.82		snellezza relativa z		
k	0.86				
$k_{crit,c}$	0.89		coefficiente di sbandamento laterale		
$\sigma_{c,0,d} / (k_{crit,c} f_{c,0,d})$			0.00	<	1
Elementi pressoinflessi - asse y			Verifica non necessaria		
Elementi pressoinflessi - asse z			Verifica non necessaria		

12.2.3 Sezione con azione tagliante massima T_z

Asta	CC	X	N	Ty	Mz	Tz	My	Mx
(N1 N2)		<m>	<kN>	<kN>	<kNm>	<kN>	<kNm>	<kNm>
116 (3018 3071)		1	0.15	-0.79	-5.62	0.00	-36.79	0.00

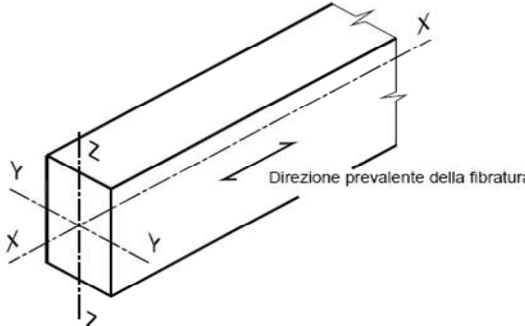
Verifica sezione in legno								
Classe di durata del carico		Media durata						
		1 settimana - 6 mesi [sovr. Var - neve ad alta quota]						
Classe di servizio		3	UR > 85%			k _{mod}	0.65	
Tipologia		Legno lamellare incollato			γ _m	1.45		
Sezione Rettangolare	H [cm]	28.0	A [cm ²]	J _y [cm ⁴]	J _z [cm ⁴]	W _y [cm ³]	W _z [cm ³]	
	B [cm]	20.0	560	36587	18667	2613	1867	
Valori caratteristici del materiale						GL24h		
Proprietà di Resistenza [N/mm ²]				Proprietà di modulo elastico [N/mm ²]				
Flessione*		f _{m,k}	24.00	parallelo medio		E _{0,m}	11600	
Trazione parallela*		f _{t,0,k}	16.50	parallelo caratteristico		E _{0,05}	9400	
Trazione perpendicolare		f _{t,90,k}	0.40	perpendicolare medio		E _{90,m}	390	
Compressione parallela		f _{c,0,k}	24.00	tangenziale medio		G _m	720	
Compressione perpendicolare		f _{c,90,k}	2.70	Massa volumica [kg/m ³]				
Taglio		f _{v,k}	2.70	caratteristica		ρ _k	380	
Considero k _h ?		NO	k _{h,fless,y}	1.00	k _{h,fless,z}	1.00	k _{h,traz}	1.00
Il coefficiente k _h incrementa i valori caratteristici di flessione e trazione parallela								
Stati limite ultimi								
Sollecitazioni [kN,kNm]								
N _d		0.79	kN					
T _{z,d}		-36.79	kN					
T _{y,d}		-5.62	kN					
M _{y,d}		0.00	kNm					
M _{z,d}		0.00	kNm					
M _{t,d}		0.00	kNm					

Verifiche di resistenza					
Trazione parallela alla fibratura			Verifica non necessaria		
Trazione perpendicolare alla fibratura			Da sviluppare		
Compressione parallela alla fibratura			La sezione è verificata		
$\sigma_{c,0,d}$	0.01	N/mm ²	<	$f_{c,0,d}$	10.76 N/mm ²
Compressione perpendicolare alla fibratura			Da sviluppare		
Compressione inclinata rispetto alla fibratura			Da sviluppare		
Flessione			Verifica non necessaria		
$\sigma_{m,y,d}$	0.00	N/mm ²		$\sigma_{m,z,d}$	0.00 N/mm ²
$f_{m,y,d}$	10.76	N/mm ²		$f_{m,z,d}$	10.76 N/mm ²
k_m	0.70				
$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$			0.00	<	1
$k_m \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$			0.00	<	1
Tensoflessione			Verifica non necessaria		
Pressoflessione			Verifica non necessaria		
$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$			0.00	<	1
$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + k_m \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$			0.00	<	1
Taglio			La sezione è verificata		
τ_d	1.00	N/mm ²	<	$f_{v,d}$	1.21 N/mm ²
Torsione			Verifica non necessaria		
k_{sh}	1.21				
$\tau_{tor,d}$	0.00	N/mm ²	<	$k_{sh} f_{v,d}$	1.46 N/mm ²
Taglio e Torsione			Verifica non necessaria		
$\tau_{tor,d} / k_{sh} f_{v,d} + (\tau_d / f_{v,d})^2$			0.68	<	1

Verifiche di stabilità			
Elementi inflessi - asse y		Verifica non necessaria	
Elementi inflessi - asse z		Verifica non necessaria	
Elementi tensoinflessi - asse y		Verifica non necessaria	
Elementi tensoinflessi - asse z		Verifica non necessaria	
Elementi compressi		La sezione è verificata	
l_0	295.00	cm	lunghezza di libera inflessione
i_y	8.08	cm	raggio di inerzia y
i_z	5.77	cm	raggio di inerzia z
$\lambda_{rel,c,y}$	0.59		snellezza relativa y
$\lambda_{rel,c,z}$	0.82		snellezza relativa z
k	0.86		
$k_{crit,c}$	0.89		coefficiente di sbandamento laterale
$\sigma_{c,0,d} / (k_{crit,c} f_{c,0,d})$		0.00	< 1
Elementi pressoinflessi - asse y		Verifica non necessaria	
Elementi pressoinflessi - asse z		Verifica non necessaria	

12.2.4 Sezione con azioni tagliante massima T_y

Asta	CC	X	N	T_y	M_z	T_z	M_y	M_x
(N1 N2)		<m>	<kN>	<kN>	<kNm>	<kN>	<kNm>	<kNm>
120 (4019 4070)	40	0.15	17.213	-52.093	0	-41.735	0	0

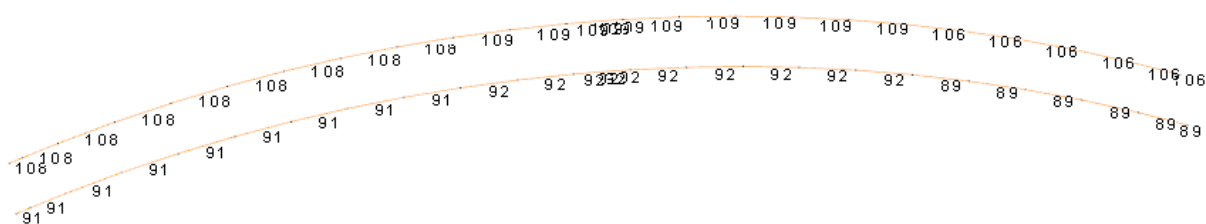
Verifica sezione in legno								
Classe di durata del carico		Media durata						
		1 settimana - 6 mesi [sovr. Var - neve ad alta quota]						
Classe di servizio		3	UR > 85%			k _{mod}	0.65	
Tipologia		Legno lamellare incollato				γ _m	1.45	
Sezione Rettangolare	H [cm]	28.0	A [cm ²]	J _y [cm ⁴]	J _z [cm ⁴]	W _y [cm ³]	W _z [cm ³]	
	B [cm]	20.0						560
Valori caratteristici del materiale					GL24h			
Proprietà di Resistenza [N/mm ²]				Proprietà di modulo elastico [N/mm ²]				
Flessione*		f _{m,k}	24.00	parallelo medio		E _{0,m}	11600	
Trazione parallela*		f _{t,0,k}	16.50	parallelo caratteristico		E _{0,05}	9400	
Trazione perpendicolare		f _{t,90,k}	0.40	perpendicolare medio		E _{90,m}	390	
Compressione parallela		f _{c,0,k}	24.00	tangenziale medio		G _m	720	
Compressione perpendicolare		f _{c,90,k}	2.70	Massa volumica [kg/m ³]				
Taglio		f _{v,k}	2.70	caratteristica		ρ _k	380	
Considero k _h ?		NO	k _{h,fless,y}	1.00	k _{h,fless,z}	1.00	k _{h,traz}	1.00
Il coefficiente k _h incrementa i valori caratteristici di flessione e trazione parallela								
Stati limite ultimi								
Sollecitazioni [kN,kNm]								
N _d		-3.35	kN					
T _{z,d}		-25.88	kN					
T _{y,d}		-35.62	kN					
M _{y,d}		0.00	kNm					
M _{z,d}		0.00	kNm					
M _{t,d}		0.00	kNm					

Verifiche di resistenza					
Trazione parallela alla fibratura			La sezione è verificata		
Compressione parallela alla fibratura			Verifica non necessaria		
$\sigma_{c,0,d}$	0.00	N/mm ²	<	$f_{c,0,d}$	10.76 N/mm ²
Flessione			Verifica non necessaria		
$\sigma_{m,y,d}$	0.00	N/mm ²		$\sigma_{m,z,d}$	0.00 N/mm ²
$f_{m,y,d}$	10.76	N/mm ²		$f_{m,z,d}$	10.76 N/mm ²
k_m	0.70				
$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$			0.00	<	1
$k_m \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$			0.00	<	1
Tensoflessione			Verifica non necessaria		
Pressoflessione			Verifica non necessaria		
$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$			0.00	<	1
$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + k_m \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$			0.00	<	1
Taglio			La sezione è verificata		
τ_d	1.18	N/mm ²	<	$f_{v,d}$	1.21 N/mm ²
Torsione			Verifica non necessaria		
k_{sh}	1.21				
$\tau_{tor,d}$	0.00	N/mm ²	<	$k_{sh} f_{v,d}$	1.46 N/mm ²
Taglio e Torsione			Verifica non necessaria		
$\tau_{tor,d} / k_{sh} f_{v,d} + (\tau_d / f_{v,d})^2$			0.95	<	1

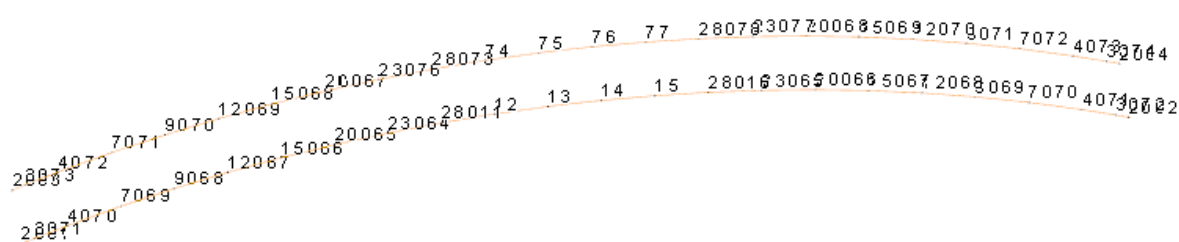
Verifiche di stabilità			
Elementi inflessi - asse y		Verifica non necessaria	
Elementi inflessi - asse z		Verifica non necessaria	
Elementi tensoinflessi - asse y		Verifica non necessaria	
Elementi tensoinflessi - asse z		Verifica non necessaria	
Elementi compressi		Verifica non necessaria	
l_0	295.00	cm	lunghezza di libera inflessione
i_y	8.08	cm	raggio di inerzia y
i_z	5.77	cm	raggio di inerzia z
$\lambda_{rel,c,y}$	0.59		snellezza relativa y
$\lambda_{rel,c,z}$	0.82		snellezza relativa z
k	0.86		
$k_{crit,c}$	0.89		coefficiente di sbandamento laterale
$\sigma_{c,0,d} / (k_{crit,c} f_{c,0,d})$		0.00	< 1
Elementi pressoinflessi - asse y		Verifica non necessaria	
Elementi pressoinflessi - asse z		Verifica non necessaria	

12.3 ARCO

Di seguito si riportano gli involuپی delle azioni interne sui traversi dell'arco.



Numerazione aste



Numerazione nodi

Archivi Parametri statici Accoppia Duplica

1 Arco

Membratura: Trave

Verifica prevista: Legno

Materiale: 3 Legname GL24

Criterio di progetto asta: 1 C16/S7 - Massiccio Coni...

Criterio di progetto collegamento:

Sezione: Rettangolare

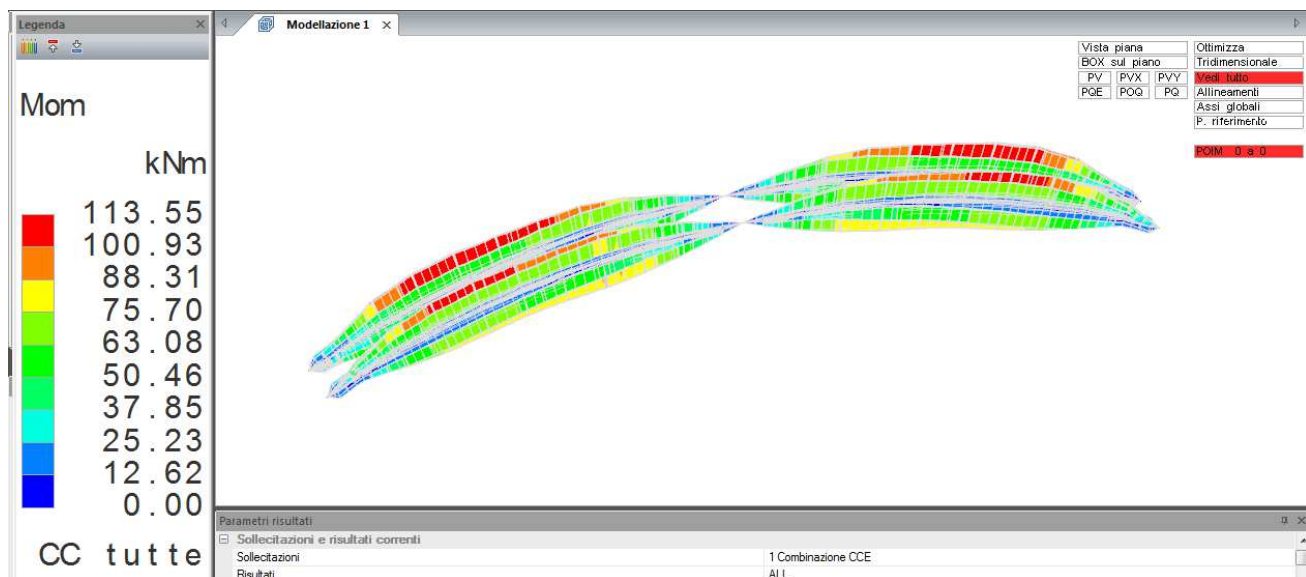
Dati

B <m>: 0.2 H <m>: 1.12

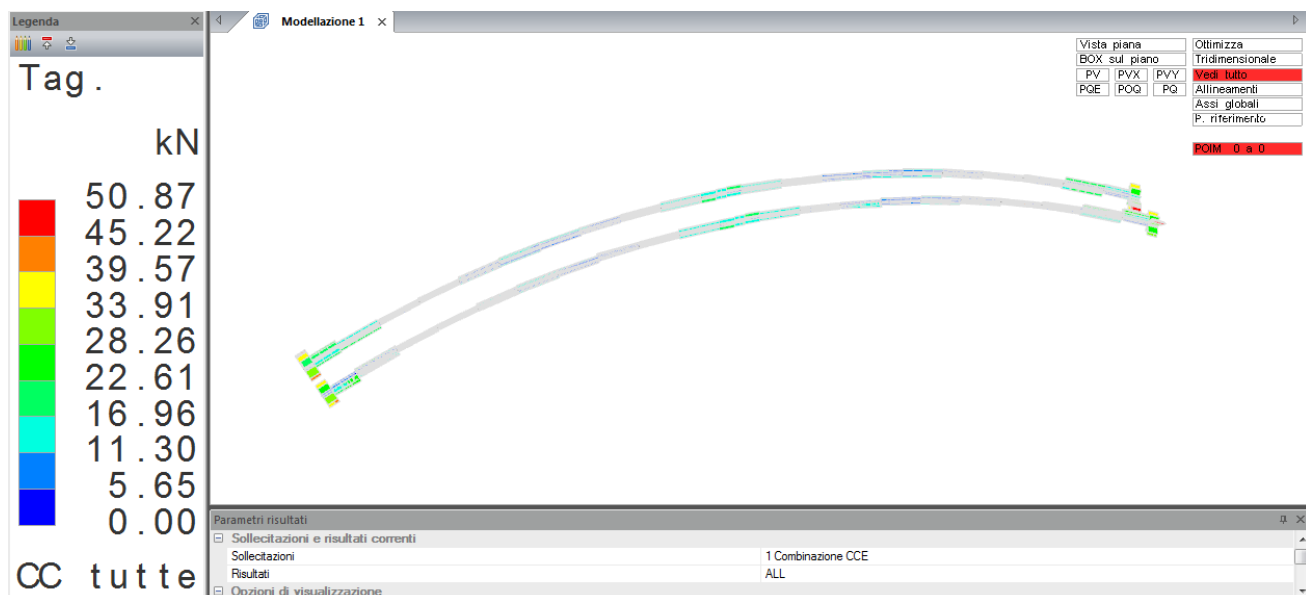
Commento: Arco

☒ Sezione reale ☒ Filo fisso e assi

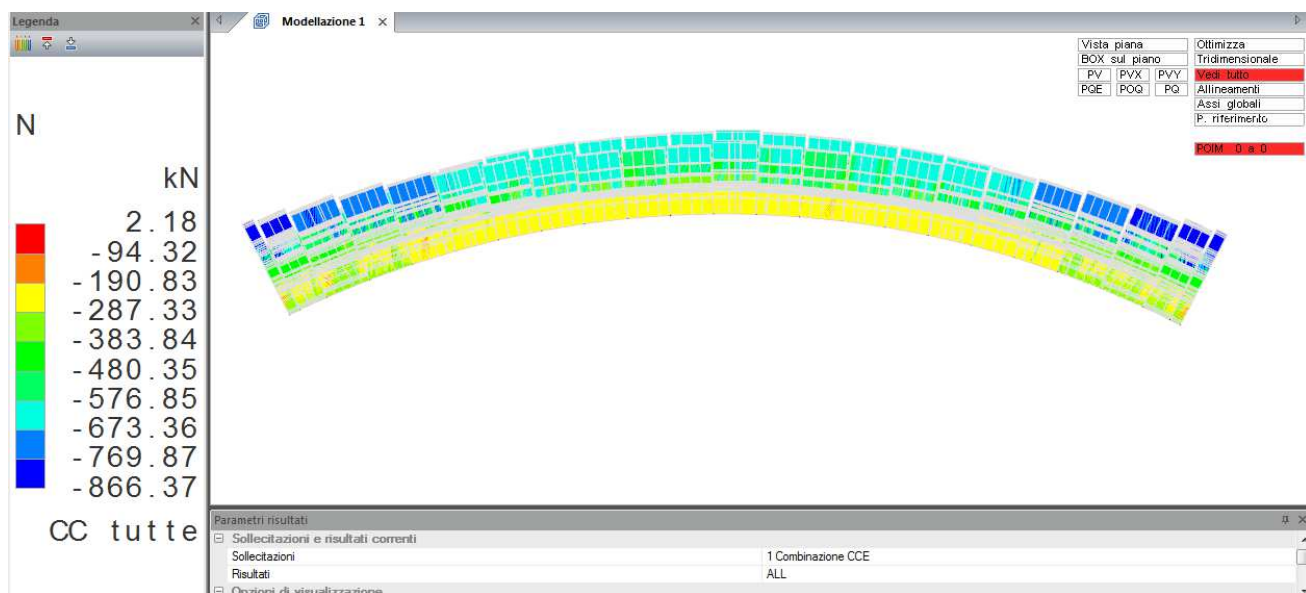
Visualizzazione tipo asta e assi locali



Involuppo diagramma del momento flettente



Involuppo diagramma azione tagliante

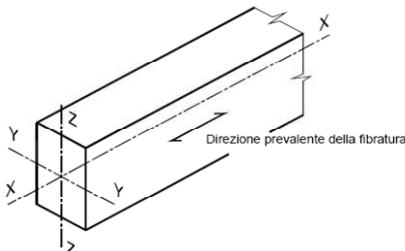


Involuppo diagramma azione assiale

Di seguito si riportano le verifiche delle sezioni condotte con le azioni massime sollecitanti.

12.3.1 Sezione con azione assiale massima

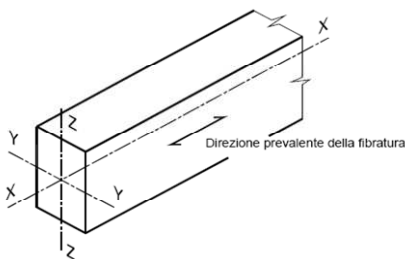
Asta	CC	X	N	Ty	Mz	Tz	My	Mx
93 (3067 2002)		12	0.66	-920.411	-31.039	0	34.392	0

Verifica sezione in legno								
Classe di durata del carico		Media durata						
		1 settimana - 6 mesi [sovr. Var - neve ad alta quota]						
Classe di servizio		3	UR > 85%		k _{mod}	0.65		
Tipologia		Legno lamellare incollato			γ _m	1.45		
Sezione Rettangolare	H [cm]	112.0	A [cm ²]	J _y [cm ⁴]	J _z [cm ⁴]	W _y [cm ³]	W _z [cm ³]	
	B [cm]	20.0	2240	2341547	74667	41813	7467	
Valori caratteristici del materiale						GL24h		
Proprietà di Resistenza [N/mm ²]				Proprietà di modulo elastico [N/mm ²]				
Flessione*		f _{m,k}	24.00	parallelo medio		E _{0,m}	11600	
Trazione parallela*		f _{t,0,k}	16.50	parallelo caratteristico		E _{0,05}	9400	
Trazione perpendicolare		f _{t,90,k}	0.40	perpendicolare medio		E _{90,m}	390	
Compressione parallela		f _{c,0,k}	24.00	tangenziale medio		G _m	720	
Compressione perpendicolare		f _{c,90,k}	2.70	Massa volumica [kg/m ³]				
Taglio		f _{v,k}	2.70					
Considero k _h ?		NO	k _{h,fless,y}	1.00	k _{h,fless,z}	1.00	k _{h,traz}	1.00
Il coefficiente k _h incrementa i valori caratteristici di flessione e trazione parallela								
Stati limite ultimi								
Solicitazioni [kN,kNm]								
N _d		920.41	kN					
T _{z,d}		34.39	kN					
T _{y,d}		-31.04	kN					
M _{y,d}		0.00	kNm					
M _{z,d}		0.00	kNm					
M _{t,d}		0.00	kNm					
Verifiche di resistenza								
Trazione parallela alla fibratura				Verifica non necessaria				
Compressione parallela alla fibratura				La sezione è verificata				
σ _{c,0,d}	4.11	N/mm ²	<	f _{c,0,d}	10.76	N/mm ²		
Flessione				Verifica non necessaria				
σ _{m,y,d}	0.00	N/mm ²		σ _{m,z,d}	0.00	N/mm ²		
f _{m,y,d}	10.76	N/mm ²		f _{m,z,d}	10.76	N/mm ²		
k _m	0.70							
σ _{m,y,d} / f _{m,y,d} + k _m σ _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.00	<	1		
k _m σ _{m,y,d} / f _{m,y,d} + σ _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.00	<	1		
Tensoflessione				Verifica non necessaria				
Pressoflessione				Verifica non necessaria				
(σ _{c,0,d} / f _{c,0,d}) ² + σ _{m,y,d} / f _{m,y,d} + k _m σ _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.15	<	1		
(σ _{c,0,d} / f _{c,0,d}) ² + k _m σ _{m,y,d} / f _{m,y,d} + σ _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.15	<	1		
Taglio				La sezione è verificata				
τ _d	0.31	N/mm ²	<	f _{v,d}	1.21	N/mm ²		
Torsione				Verifica non necessaria				
k _{sh}	1.84							
τ _{tor,d}	0.00	N/mm ²	<	k _{sh} f _{v,d}	2.23	N/mm ²		
Taglio e Torsione				Verifica non necessaria				
τ _{tor,d} / k _{sh} f _{v,d} + (τ _d / f _{v,d}) ²				0.07	<	1		

Verifiche di stabilità			
Elementi inflessi - asse y		Verifica non necessaria	
Elementi inflessi - asse z		Verifica non necessaria	
Elementi tensoinflessi - asse y		Verifica non necessaria	
Elementi tensoinflessi - asse z		Verifica non necessaria	
Elementi compressi		La sezione è verificata	
l_0	260.00	cm	lunghezza di libera inflessione
i_y	32.33	cm	raggio di inerzia y
i_z	5.77	cm	raggio di inerzia z
$\lambda_{rel,c,y}$	0.13		snellezza relativa y
$\lambda_{rel,c,z}$	0.72		snellezza relativa z
k	0.78		
$k_{crit,c}$	0.92		coefficiente di sbandamento laterale
$\sigma_{c,0,d} / (k_{crit,c} f_{c,0,d})$		0.41	< 1
Elementi pressoinflessi - asse y		Verifica non necessaria	
Elementi pressoinflessi - asse z		Verifica non necessaria	

12.3.2 Sezione con azione flettente massima

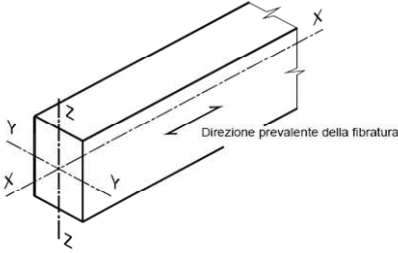
Asta	CC	X	N	Ty	Mz	Tz	My	Mx	
93 (12063 9064)		12	2.52	-707.23	-2.775	-8.449	-3.901	-111.08	-0.579

Verifica sezione in legno							
Classe di durata del carico		Breve durata					
		meno di 1 settimana [neve a bassa quota]					
Classe di servizio		3	UR > 85%		k _{mod}	0.7	
Tipologia		Legno lamellare incollato				γ _m	1.45
Sezione Rettangolare	H [cm]	112.0	A [cm ²]	J _y [cm ⁴]	J _z [cm ⁴]	W _y [cm ³]	W _z [cm ³]
	B [cm]	20.0	2240	2341547	74667	41813	7467
Valori caratteristici del materiale					GL24h		
Proprietà di Resistenza [N/mm ²]				Proprietà di modulo elastico [N/mm ²]			
Flessione* f _{m,k} 24.00				parallelo medio E _{0,m} 11600			
Trazione parallela* f _{t,0,k} 16.50				parallelo caratteristico E _{0,05} 9400			
Trazione perpendicolare f _{t,90,k} 0.40				perpendicolare medio E _{90,m} 390			
Compressione parallela f _{c,0,k} 24.00				tangenziale medio G _m 720			
Compressione perpendicolare f _{c,90,k} 2.70				Massa volumica [kg/m ³]			
Taglio f _{v,k} 2.70				caratteristica ρ _k 380			
Considero k _h ? NO		k _{h,fless,y} 1.00	k _{h,fless,z} 1.00		k _{h,traz} 1.00		
Il coefficiente k _h incrementa i valori caratteristici di flessione e trazione parallela							
Stati limite ultimi							
Sollecitazioni [kN,kNm]							
N _d 707.23 kN							
T _{z,d} -3.90 kN							
T _{y,d} -2.78 kN							
M _{y,d} 111.08 kNm							
M _{z,d} 8.45 kNm							
M _{t,d} -0.58 kNm							
Verifiche di resistenza							
Trazione parallela alla fibratura				Verifica non necessaria			
Compressione parallela alla fibratura				La sezione è verificata			
σ _{c,0,d}	3.16	N/mm ²	<	f _{c,0,d}	11.59	N/mm ²	
Flessione				La sezione è verificata			
σ _{m,y,d}	2.66	N/mm ²		σ _{m,z,d}	1.13	N/mm ²	
f _{m,y,d}	11.59	N/mm ²		f _{m,z,d}	11.59	N/mm ²	
k _m	0.70						
σ _{m,y,d} / f _{m,y,d} + k _m σ _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.30	<	1	
k _m σ _{m,y,d} / f _{m,y,d} + σ _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.26	<	1	
Tensoflessione				Verifica non necessaria			
Pressoflessione				La sezione è verificata			
(σ _{c,0,d} / f _{c,0,d}) ² + σ _{m,y,d} / f _{m,y,d} + k _m σ _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.37	<	1	
(σ _{c,0,d} / f _{c,0,d}) ² + k _m σ _{m,y,d} / f _{m,y,d} + σ _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.33	<	1	
Taglio				La sezione è verificata			
τ _d	0.03	N/mm ²	<	f _{v,d}	1.30	N/mm ²	
Torsione				La sezione è verificata			
k _{sh}	1.84						
τ _{tor,d}	-0.04	N/mm ²	<	k _{sh} f _{v,d}	2.40	N/mm ²	
Taglio e Torsione				La sezione è verificata			
τ _{tor,d} / k _{sh} f _{v,d} + (τ _d / f _{v,d}) ²				-0.02	<	1	

Verifiche di stabilità			
Elementi inflessi - asse y		La sezione è verificata	
Elementi inflessi - asse z		Verifica non necessaria	
Elementi tensoinflessi - asse y		Verifica non necessaria	
Elementi tensoinflessi - asse z		Verifica non necessaria	
Elementi compressi		La sezione è verificata	
l_0	260.00	cm	lunghezza di libera inflessione
i_y	32.33	cm	raggio di inerzia y
i_z	5.77	cm	raggio di inerzia z
$\lambda_{rel,c,y}$	0.13		snellezza relativa y
$\lambda_{rel,c,z}$	0.72		snellezza relativa z
k	0.78		
$k_{crit,c}$	0.92		coefficiente di sbandamento laterale
$\sigma_{c,0,d} / (k_{crit,c} f_{c,0,d})$		0.29	< 1
Elementi pressoinflessi - asse y		La sezione è verificata	
Elementi pressoinflessi - asse z		Verifica non necessaria	

12.3.3 Sezione con azione tagliante massima

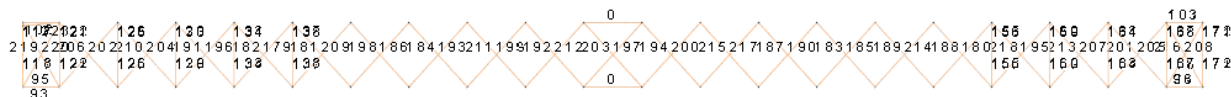
Asta	CC	X	N	Ty	Mz	Tz	My	Mx	
94 (2001 3066)		12	0.65	-913.456	27.391	18.382	-40.413	-26.18	0

Verifica sezione in legno								
Classe di durata del carico		Breve durata						
		meno di 1 settimana [neve a bassa quota]						
Classe di servizio		3	UR > 85%		k _{mod}	0.7		
Tipologia		Legno lamellare incollato				γ _m	1.45	
Sezione	H [cm]	112.0	A [cm ²]	J _y [cm ⁴]	J _z [cm ⁴]	W _y [cm ³]	W _z [cm ³]	
Rettangolare	B [cm]	20.0	2240	2341547	74667	41813	7467	
Valori caratteristici del materiale						GL24h		
Proprietà di Resistenza [N/mm ²]				Proprietà di modulo elastico [N/mm ²]				
Flessione*		f _{m,k}	24.00	parallelo medio		E _{0,m}	11600	
Trazione parallela*		f _{t,0,k}	16.50	parallelo caratteristico		E _{0,05}	9400	
Trazione perpendicolare		f _{t,90,k}	0.40	perpendicolare medio		E _{90,m}	390	
Compressione parallela		f _{c,0,k}	24.00	tangenziale medio		G _m	720	
Compressione perpendicolare		f _{c,90,k}	2.70	Massa volumica [kg/m ³]				
Taglio		f _{v,k}	2.70	caratteristica		ρ _k	380	
Considero k _h ?		NO	k _{h,fless,y}	1.00	k _{h,fless,z}	1.00	k _{h,traz}	1.00
Il coefficiente k _h incrementa i valori caratteristici di flessione e trazione parallela								
Stati limite ultimi								
Solicitazioni [kN,kNm]								
N _d		913.46	kN					
T _{z,d}		-40.41	kN					
T _{y,d}		27.39	kN					
M _{y,d}		26.18	kNm					
M _{z,d}		18.38	kNm					
M _{t,d}		0.00	kNm					
Verifiche di resistenza								
Trazione parallela alla fibratura				Verifica non necessaria				
Compressione parallela alla fibratura				La sezione è verificata				
σ _{c,0,d}	4.08	N/mm ²	<	f _{c,0,d}	11.59	N/mm ²		
Flessione				La sezione è verificata				
σ _{m,y,d}	0.63	N/mm ²		σ _{m,z,d}	2.46	N/mm ²		
f _{m,y,d}	11.59	N/mm ²		f _{m,z,d}	11.59	N/mm ²		
k _m	0.70							
σ _{m,y,d} / f _{m,y,d} + k _m σ _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.20	<	1		
k _m σ _{m,y,d} / f _{m,y,d} + σ _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.25	<	1		
Tensoflessione				Verifica non necessaria				
Pressoflessione				La sezione è verificata				
(σ _{c,0,d} / f _{c,0,d}) ² + σ _{m,y,d} / f _{m,y,d} + k _m σ _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.33	<	1		
(σ _{c,0,d} / f _{c,0,d}) ² + k _m σ _{m,y,d} / f _{m,y,d} + σ _{m,z,d} / f _{m,z,d}				0.37	<	1		
Taglio				La sezione è verificata				
τ _d	0.33	N/mm ²	<	f _{v,d}	1.30	N/mm ²		
Torsione				Verifica non necessaria				
k _{sh}	1.84							
τ _{tor,d}	0.00	N/mm ²	<	k _{sh} f _{v,d}	2.40	N/mm ²		
Taglio e Torsione				Verifica non necessaria				
τ _{tor,d} / k _{sh} f _{v,d} + (τ _d / f _{v,d}) ²				0.06	<	1		

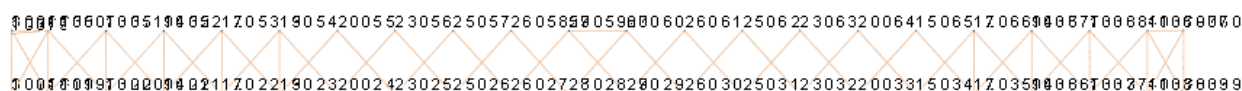
Verifiche di stabilità			
Elementi inflessi - asse y		La sezione è verificata	
Elementi inflessi - asse z		Verifica non necessaria	
Elementi tensoinflessi - asse y		Verifica non necessaria	
Elementi tensoinflessi - asse z		Verifica non necessaria	
Elementi compressi		La sezione è verificata	
l_0	260.00	cm	lunghezza di libera inflessione
i_y	32.33	cm	raggio di inerzia y
i_z	5.77	cm	raggio di inerzia z
$\lambda_{rel,c,y}$	0.13		snellezza relativa y
$\lambda_{rel,c,z}$	0.72		snellezza relativa z
k	0.78		
$k_{crit,c}$	0.92		coefficiente di sbandamento laterale
$\sigma_{c,0,d} / (k_{crit,c} f_{c,0,d})$		0.38	< 1
Elementi pressoinflessi - asse y		La sezione è verificata	
Elementi pressoinflessi - asse z		Verifica non necessaria	

12.4 CONTROVENTI

Di seguito si riportano gli involuপি delle azioni interne sui controventi dell'arco. Nella modellazione dei controventi, al fine di considerare la non resistenza a compressione degli stessi, li si sono simulati con caratteristiche geometriche pari alla metà delle caratteristiche reali. In fase di verifica si considerano le sole azioni assiali di trazione raddoppiate (quando il controvento compresso si in stabilizza il carico agente su di esso diviene trazione sul corrispondente controvento teso) e sezione reale $r=1,5$ cm



Numerazione aste



Numerazione nodi

Definisci sezione asta

Archivi Parametri statici Accoppia Duplica

☐ 5 controventi

Membratura: Trave

Verifica prevista: Acciaio

Materiale: 2 Acciaio

Criterio di progetto asta: 1

Criterio di progetto collegamento: 1 Piastre di fondazione

Sezione: ☐ Circolare

Dati

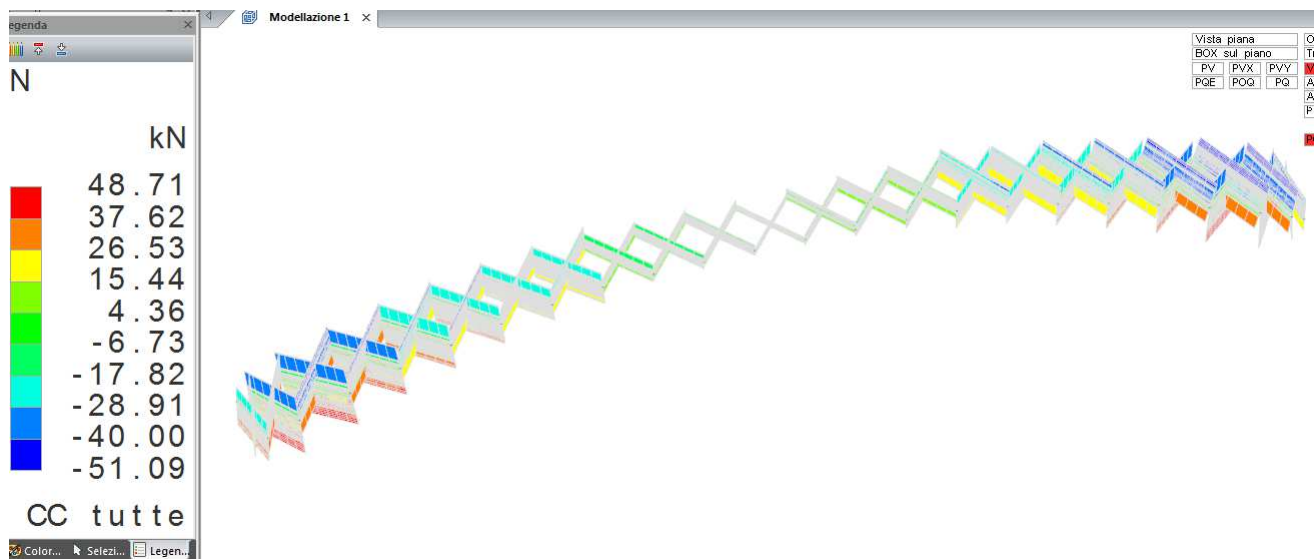
R <m>: 0.0075

Commento: controventi

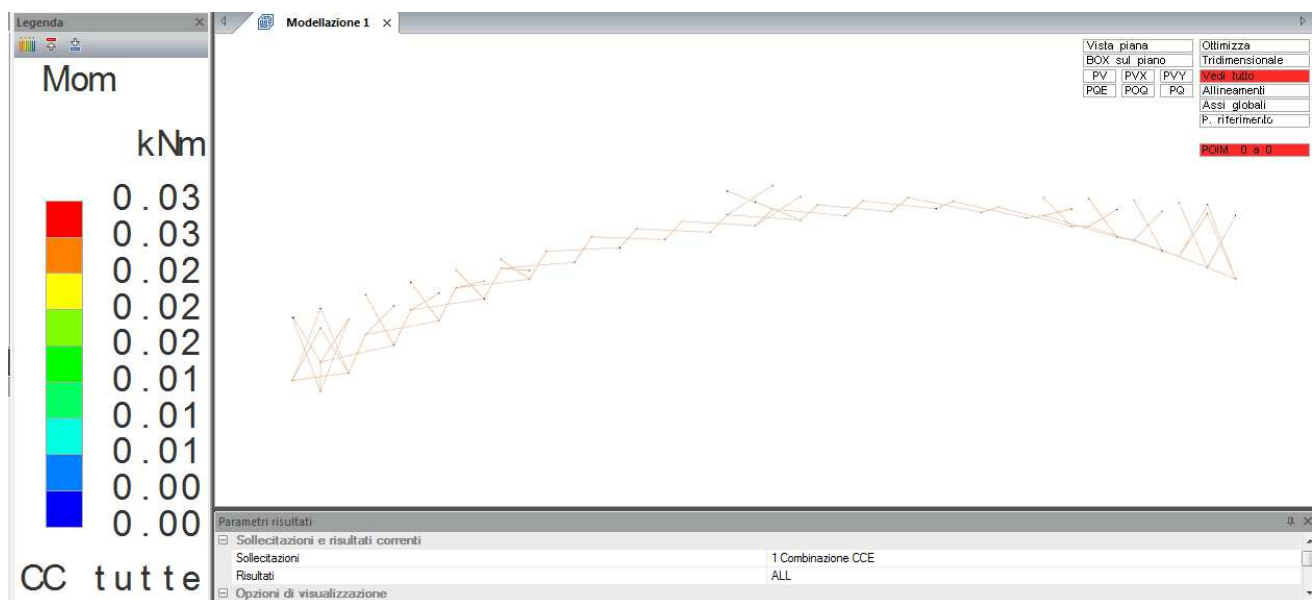
☒ Sezione reale ☒ Filo fisso e assi

OK Applica Annulla

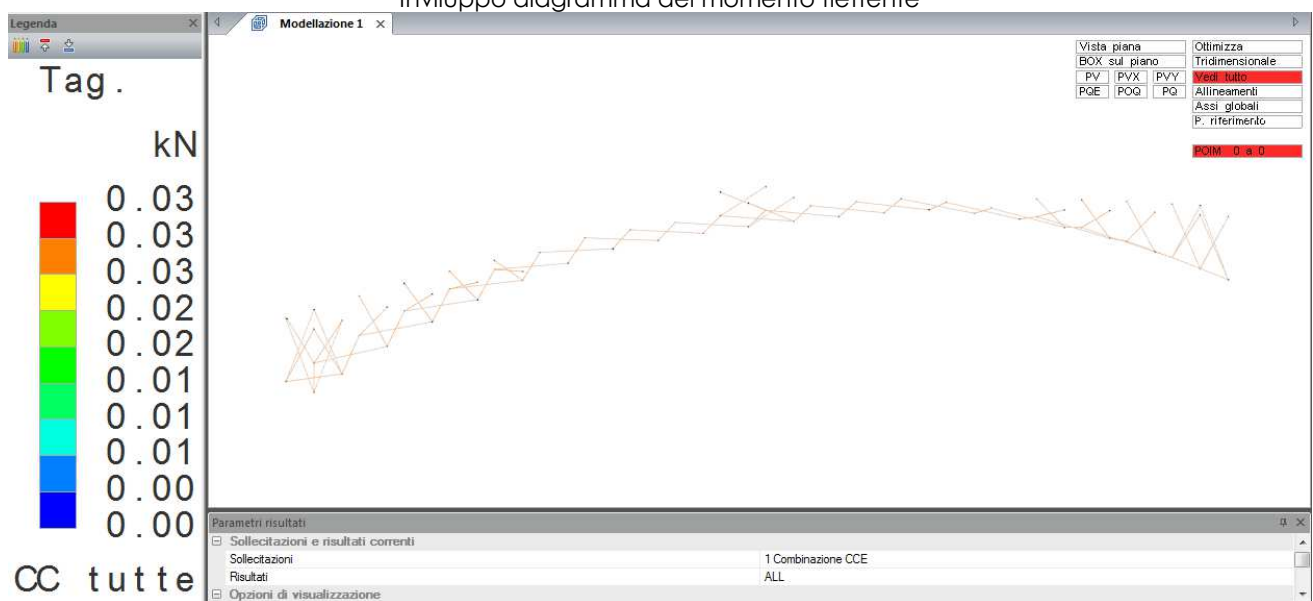
Visualizzazione tipo asta e assi locali



Involuppo diagramma azione assiale



Involuppo diagramma del momento flettente



Involuppo diagramma azione tagliante

$$A = \pi r^2 = 706,5 \text{ mm}^2$$

$$f_{yd} = 261,9 \text{ N / m}^2$$

Da cui si ottiene la resistenza massima a trazione

$$N_{Rd} = A \cdot f_{yd} = 185032 \text{ N} = 185 \text{ kN} > N_{Sd} = 102 \text{ kN}$$

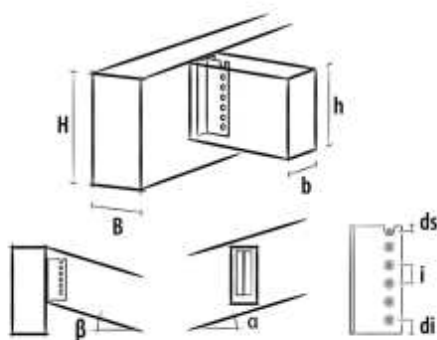
12.5 VERIFICHE COLLEGAMENTI

Nei paragrafi seguenti si riportano le verifiche delle connessioni degli elementi strutturali.

12.5.1 Connessione Traversi – Travi viadotto di approccio

La connessione è progettata utilizzando una piastra a scomparsa tipo ALU-MIDI soggetta ad un carico tagliante pari a 18 kN . Si utilizza una staffa alta 240 mm

CONNESSIONE CON STAFFA A SCOMPARSA ALU



Staffa tipo ALU MIDI 240 (cod. ALUMIDI240)

Fissaggio ali con 46 LBS -Vite da legno - 5x70 (cod. PF603570)

Fissaggio anima con 6 Spinotti lisci 12x160 (S235JR) (cod. STA12160)



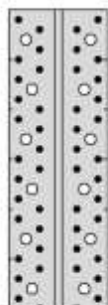
Marcatura CE secondo ETA 09/0361

DATI DI CALCOLO

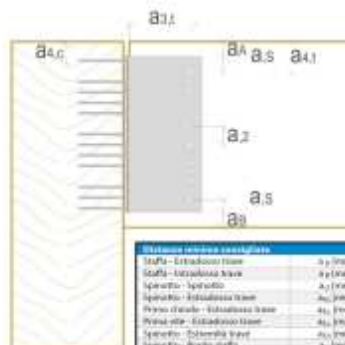
Azione di taglio di progetto	$F_{v,d}$	=	19.00 kN
Classe di servizio	cl	=	2
Durata carico dominante	tq	=	media
coefficiente kmod	kmod	=	0.90
coefficiente sicurezza connessione	γ_M	=	1.30
Qualità trave principale		=	Lamellare GL24h (omogeneo)
Massa volumica legno principale	ρ_k	=	380 Kg/m³
Base trave principale	B	=	200 mm
Altezza trave principale	H	=	720 mm
Angolo posa trave principale	α	=	0.00°
Qualità trave secondaria		=	Lamellare GL24h (omogeneo)
Massa volumica legno secondaria	ρ_k	=	380 Kg/m³
Base trave secondaria	b	=	200 mm
Altezza trave secondaria	h	=	280 mm
Angolo posa trave secondaria	α	=	0.00°

ISTRUZIONI GRAFICHE DI MONTAGGIO

Schema chiodatura: totale



Posizionamento consigliato staffa:



Descrizione elemento	Spessore	Spessore	Spessore	Spessore
Staffa - Entrata in trave	240 mm	240 mm	240 mm	240 mm
Staffa - Entrata in trave	240 mm	240 mm	240 mm	240 mm
Spinotto - Spinotto	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm
Spinotto - Entrata in trave	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm
Pinna di trave - Entrata in trave	240 mm	240 mm	240 mm	240 mm
Pinna di trave - Entrata in trave	240 mm	240 mm	240 mm	240 mm
Spinotto - Entrata in trave	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm
Spinotto - Entrata in trave	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm
Spinotto - Entrata in trave	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm

RISULTATI CALCOLO

DATI DI INGRESSO:

Azione di taglio di progetto (Fv,d)	T	=	19 KN
Classe di servizio	cl	=	2
Classe di durata carico dominante	tq	=	media
Coefficiente kmod	kmod	=	0.8
Coefficiente sicurezza connessione	γM	=	1.3
Qualità trave principale		=	Lamellare GL24h (omogeneo)
Massa volumica legno principale	ρk	=	380 Kg/m³
Base trave principale	B	=	200 mm
Altezza trave principale	H	=	720 mm
Angolo posa trave principale	α	=	0.00 °
Qualità trave secondaria		=	Lamellare GL24h (omogeneo)
Massa volumica legno secondaria	ρk	=	380 Kg/m³
Base trave secondaria	b	=	200 mm
Altezza trave secondaria	h	=	280 mm
Angolo posa trave secondaria	β	=	0.00 °
Tipo staffa		=	ALU MIDi 240
Angolo posa trave secondaria	β	=	0.00 °
Tipo connettori all		=	Vite
Tipo connettori anima		=	Spinotto liscio

Viti:

Tipo vite		=	LBS -Vite da legno - 5x70
Diametro filetto	d	=	5.0 mm
Lunghezza vite	lh	=	70 mm
Lunghezza filetto	lf	=	66 mm
Diametro gambo	dg	=	4.9 mm
Diametro nocciolo	dn	=	3.0 mm
Diametro testa vite	dh	=	7.8 mm
Numero totale viti	nc	=	46

Spinotti:

Diametro spinotto	dp	=	12 mm
Lunghezza spinotto	lp	=	160 mm
Numero totale spinotti	np	=	6
Resistenza ultima caratteristica	fuk	=	360 N/mm²
Momento di snervamento	MyRk	=	69071 N/mm
Spessore fresatura testa	spf	=	8 mm
Distanza efficace spinotti-testa	a3eff	=	78.0 mm
Distanza minima dalla testa-spinotto superiore	a3s	=	84 mm
Distanza minima dalla testa-spinotto inferiore	a3i	=	73 mm
Coeff. riduzione secondo EN1995:1995	k3	=	0.96
Distanza efficace spinotti-bordo superiore	a4sup	=	40.0 mm
Distanza minima dal bordo-spinotto superiore	a4s	=	45 mm
Distanza efficace spinotti-bordo inferiore	a4inf	=	40.0 mm
Distanza minima dal bordo-spinotto inferiore	a4i	=	36 mm
Coeff. riduzione secondo EN1995:1995	k4	=	0.94

RISULTATI CON METODO SPERIMENTALE ROTHBLAAS:

Numero di LBS -Vite da legno a trazione su all	ncN	=	8
Numero di LBS -Vite da legno a taglio su all	ncT	=	30
Resistenza caratteristica totale a trazione	Rkh,tot	=	31.99 KN
Superficie compressa corrispondente	Al	=	7898 mm²
Braccio di coppia connettori-superficie	bf	=	167 mm
Posizione X centro rotazione	ec	=	67.0 mm
Resistenza caratteristica risultante a taglio STAFFA	RkALU	=	79.56 KN
Resistenza di design risultante a taglio STAFFA	RdALU	=	48.96 KN
Distanza X centro rotazione-Spinotti acciaio	es	=	19.0 mm
Momento parasilla su Spinotti acciaio	Mp	=	1511618 Nmm
Forza da Taglio su Spinotti acciaio	FTp	=	13.26 KN
Forza da Momento su Spinotti acciaio	FMp	=	7.56 KN
Forza di Taglio risultante su Spinotti acciaio	Fp	=	15.27 KN
Resistenza caratteristica a taglio Spinotti acciaio	Rkv,p	=	15.87 KN
Rapporto caratteristico Spinotti acciaio		=	0.96 VERIFICATO
Forza di taglio risultante su LBS -Vite da legno	FTc	=	2.65 KN
Resistenza caratteristica a taglio LBS -Vite da legno	Rkv	=	2.66 KN
Rapporto caratteristico LBS -Vite da legno		=	1.00 VERIFICATO
Forza di trazione risultante su LBS -Vite da legno	FNc	=	4.00 KN
Resistenza caratteristica estrazione LBS -Vite da legno	Rkh	=	4.00 KN
Rapporto caratteristico LBS -Vite da legno		=	1.00 VERIFICATO

Verifica globale staffa ALU = 0.39 VERIFICATO

Resistenza caratteristica risultante a taglio STAFFA

RkALU = 79.56 KN

Resistenza di design risultante a taglio STAFFA

RdALU = 48.96 KN

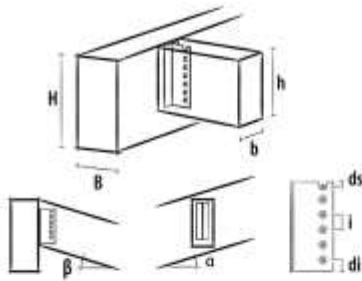
Verifica globale staffa ALU

= 0.39 VERIFICATO

12.5.2 Connessione Traversi – Travi principali

La connessione è progettata utilizzando una piastra a scomparsa tipo ALU-MIDI soggetta ad un carico tagliante pari a 65 kN .Si assume che la staffa sia parzialmente inserito nel montante pertanto si utilizza una staffa alta 360 mm

CONNESSIONE CON STAFFA A SCOMPARSA ALU



Staffa tipo ALU M (cod. ALUMIDI360L)

Fissaggio al con 70 LBS - Vite da legno - 5x70 (cod. PF603570)

Fissaggio anima con 9 Spinotti lisci 12x200 (S235JR) (cod. STA12200)



Marcatura CE secondo ETA 09/0361

DATI DI CALCOLO

Azione di taglio di progetto	$F_{v,d}$	=	65.00 KN
Classe di servizio	c_i	=	2
Durata carico dominante	t_q	=	media
coefficiente k_{mod}	k_{mod}	=	0.80
coefficiente sicurezza connessione	γ_M	=	1.50
Qualità trave principale		=	Lamellare GL24h (omogeneo)
Massa volumica legno principale	ρ_k	=	380 Kg/m³
Base trave principale	B	=	200 mm
Altezza trave principale	H	=	1120 mm
Angolo posa trave principale	α	=	0.00°
Qualità trave secondaria		=	Lamellare GL24h (omogeneo)
Massa volumica legno secondaria	ρ_k	=	380 Kg/m³
Base trave secondaria	b	=	200 mm
Altezza trave secondaria	h	=	400 mm
Angolo posa trave secondaria	α	=	0.00°

ISTRUZIONI GRAFICHE DI MONTAGGIO

Schema chiocciatura: totale



Posizionamento consigliato staffa:

[illegible]

RISULTATI CALCOLO

DATI DI INGRESSO:

Azione di taglio	T	=	65 KN
Classe di servizio	cl	=	2
Durata carico dominante	lq	=	media
Coefficiente kmod	kmod	=	0.8
Coefficiente sicurezza connessione	γM	=	1.5
Qualità trave principale		=	Lamellare GL24h (omogeneo)
Massa volumica legno principale	pk	=	380 Kg/m ³
Base trave principale	B	=	200 mm
Altezza trave principale	H	=	1120 mm
Angolo posa trave principale	α	=	0.00 °
Qualità trave secondaria		=	Lamellare GL24h (omogeneo)
Massa volumica legno secondaria	pk	=	380 Kg/m ³
Base trave secondaria	b	=	200 mm
Altezza trave secondaria	h	=	400 mm
Angolo posa trave secondaria	β	=	0.00 °
Tipo staffa		=	ALU MIDI 360
Tipo connettori all		=	LBS
Tipo connettori anima		=	spinotto

Viti:

Tipo vite		=	LBS -Vite da legno - 5x70
Diametro filetto	d	=	5.0 mm
Lunghezza vite	lh	=	70 mm
Lunghezza filetto	lf	=	66 mm
Diametro gambo	dg	=	4.9 mm
Diametro nocciolo	dn	=	3.0 mm
Diametro testa vite	dh	=	7.8 mm
Numero totale viti	nc	=	70

Spinotti:

Resistenza ultima caratteristica	tuk	=	360 N/mm ²
Diametro spinotto	dp	=	12.0 mm
Lunghezza spinotto	lp	=	200 mm
Numero totale spinotti	np	=	9
Spessore fresatura testa	sp1	=	8 mm
Distanza efficace spinotti-testa	a3eff	=	78.0 mm
Distanza minima da testa-spinotto superiore	a3s	=	84 mm
Distanza minima da testa-spinotto inferiore	a3i	=	84 mm
Coeff. riduzione secondo EN1995:1995	k3	=	0.96
Distanza efficace spinotti-bordo superiore	a4sup	=	40.0 mm
Distanza minima dal bordo-spinotto superiore	a4s	=	48 mm
Distanza efficace spinotti-bordo inferiore	a4inf	=	40.0 mm
Distanza minima dal bordo-spinotto inferiore	a4i	=	36 mm
Coeff. riduzione secondo EN1995:1995	k4	=	0.91
Distanza minima dal bordo-spinotto superiore	a4s	=	48 mm
Distanza minima dal bordo-spinotto inferiore	a4i	=	36 mm
Distanza minima da testa-spinotto superiore	a3s	=	84 mm
Distanza minima da testa-spinotto inferiore	a3i	=	84 mm

RISULTATI CALCOLO CON METODO ETA:

Momento su all	Jp	=	2763344 mm ⁴
Distanza LBS -Vite da legno più lontano	dmax	=	342 mm
Resistenza caratteristica LBS -Vite da legno a trazione	Rvk,c	=	4.00 KN
Resistenza caratteristica LBS -Vite da legno a taglio	Rvk,c	=	2.66 KN
Resistenza caratteristica a taglio STAFFA lato LBS -Vite da legno	RkALUf	=	157.51 KN
Resistenza caratteristica Spinotti acciaio a taglio	Rvk,p	=	15.60 KN
Resistenza caratteristica a taglio STAFFA lato Spinotti acciaio	RkALUa	=	140.37 KN
Resistenza caratteristica finale a taglio STAFFA	RkALU	=	140.37 KN
Resistenza di design finale a taglio STAFFA	RdALU	=	74.86 KN
Verifica globale staffa ALU		=	0.87 VERIFICATO

Resistenza caratteristica finale a taglio STAFFA

Resistenza di design finale a taglio STAFFA

Verifica globale staffa ALU

RkALU	=	140.37 KN
RdALU	=	74.86 KN
	=	0.87 VERIFICATO

12.5.3 Connessione Controventi – Travi principali

La connessione è progettata utilizzando una piastra con bulloni passanti e rondelle. Per il dimensionamento del sistema si è utilizza la massima azione presente nei controventi pari a 132 kN.

La capacità portante assiale e la capacità ad estrazione di un bullone devono essere assunte pari al valore minore fra:

- la resistenza a trazione del bullone;

-la resistenza a schiacciamento del legno al di sotto della rondella o, per connessioni acciaio-legno, della piastra di acciaio.

La resistenza a schiacciamento del legno al di sotto della rondella deve essere calcolata assumendo una resistenza caratteristica a compressione sull'area di contatto pari a $3 f_{c,90,k}$.

Per la connessione si utilizzano bulloni M20 con rondelle da 80 mm

Per il legno lamellare GL 24 H la resistenza a compressione caratteristica è $f_{c,90,k} = 2,70 \text{ N/mm}^2$

Da cui per classe di servizio 3 e carichi di breve durata si ha un $k_{mod} = 0,65$ si ottiene:

$$f_{c,90,d} = 2,70 \times 0,65 / 1,45 = 1,21 \text{ N/mm}^2$$

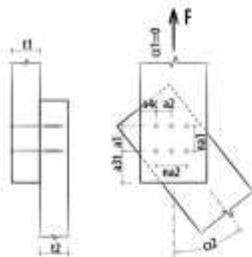
$$102000 / (3 \times 1,21 \times 40^2 \times 3,14) = 5,58$$

si dispongono quindi 6 bulloni M20

12.5.4 Connessione Montanti – Travi principali

I montanti sono sovrapposti alla trave ad arco per 70 cm. Lungo la sovrapposizione tra montanti e arco si dispone una connessione realizzata con viti filettate diametro 10mm lunghe 300 mm e rondelle diametro 32 mm. La connessione è soggetta ad una azione di taglio pari a 33 kN (azione assiale sul montante), una trazione pari a 16,43 kN (taglio sul montante) e un momento flettente pari a 2,17 kN.

CONNESSIONE A TAGLIO CON VITI (Connessione legno-legno / taglio singolo)



- Vite tipo HBS -Vite testa svasata 10x300 mm - (cod. HBS10300)
(utilizzata rondella di diametro 32.0 mm)
- Numero viti: 3 x 5 = 15 pz.



Marcatura CE secondo ETA 11/0030

DATI DI CALCOLO

Connessione legno-legno / taglio singolo

Classe di servizio	cl	=	2
Durata carico dominante	tq	=	breve
Coefficiente kmod	kmod	=	0.90
Coefficiente sicurezza connessione	γM	=	1.50
Diametro nominale (filetto) vite	d1	=	10.0 mm
Diametro gambo	ds	=	7.0 mm
Diametro nocciolo	d2	=	6.4 mm
Diametro testa	dk	=	18.3 mm
Lunghezza vite	Lv	=	300 mm
Lunghezza filetto	Lf	=	100 mm
Spessore legno elemento 1	t1	=	160 mm
Angolo elemento 1	α1	=	0.00°
Tipo legno elemento 1		=	Lamellare GL24h (omogeneo)
Spessore legno elemento 2	t2	=	140 mm
Angolo elemento 2	α2	=	90.00°
Tipo legno elemento 2		=	Lamellare GL24h (omogeneo)
Numero elementi paralleli alle fibre	nf	=	5
Distanza elementi paralleli alle fibre	a1	=	120 mm
Numero elementi perpendicolari alle fibre	nc	=	3
Distanza elementi perpendicolari alle fibre	a2	=	50 mm

Prevista realizzazione preforo ≤ diametro del nocciolo 6.4 mm

Prevista posa sfalsata in direzione delle fibre pari a 1*d = 6.4 mm

Azione di taglio di progetto F_{vd} = 33.00 kN

RISULTATI CALCOLO

DATI DI INGRESSO:

Classe di servizio	cl	=	2
Durata carico dominante	tq	=	breve
Coefficiente kmod	kmod	=	0.90
Coefficiente sicurezza connessione	γ _M	=	1.5
Tipo legno elemento t1		=	GL24h
Massa volumica legno	ρ _k	=	380 Kg/m³
Tipo legno elemento t2		=	GL24h
Massa volumica legno	ρ _k	=	380 Kg/m³
Coefficiente sicurezza acciaio	γ _{M,a}	=	1.25
Spessore elemento 1	t1	=	160 mm
Spessore elemento 2	t2	=	200 mm
Angolo elemento 1	α1	=	0.00 °
Angolo elemento 2	α2	=	90.00 °
Numero file viti	na1	=	5
Distanza file	a1	=	120 mm
Numero colonne viti	na2	=	3
Distanza colonne	a2	=	50 mm

DATI VITE:

HBS -Vite testa svasata 10x300			
Diametro gambo vite	dg	=	7.0 mm
Diametro filetto vite	df	=	10.0 mm
Diametro nocciolo vite	dn	=	6.4 mm
Diametro convenzionale vite EN1995:2009	def=df	=	10.0 mm
Lunghezza filettata vite	lf	=	100 mm
Lunghezza vite	lh	=	300 mm
Angolo di inflessione (vite - fibra)	β	=	90.00 °
Previsto preforo S diametro gambo		=	
Previsto sfalsamento 1.0*d		=	
Diametro testa vite	dh	=	18.3 mm
Utilizzata rondella: diametro rondella	dr	=	32.0 mm

RISULTATI:

Lunghezza penetrazione elemento 1	Lp1	=	160 mm
Lunghezza penetrazione elemento 2	Lp2	=	140 mm
Resistenza caratteristica trazione acciaio	f _{tens,k}	=	31400 N
Lunghezza efficace estrazione filetto (lato punta)		=	100 mm
Resistenza estrazione filetto (lato punta)	F _{ax,rk}	=	12496 N
Resistenza penetrazione testa	F _{head,rk}	=	11483 N
Resistenza caratteristica a rifollamento elemento 1	F _{h,1,k}	=	28.04 N/mm²
Resistenza caratteristica a rifollamento elemento 2	F _{h,2,k}	=	28.04 N/mm²
Momento di snervamento acciaio	M _{yk}	=	35830 Nmm
Numero efficace viti parallele alle fibre elemento 1	n _{ef}	=	5.00
Numero efficace viti parallele alle fibre elemento 2	n _{ef}	=	5.00
Numero efficace viti parallele alle fibre	n _{ef}	=	5.00

DISTANZE MINIME ELEMENTO 1 (legno):

Parallela alle fibre	a1	=	50 mm
Perpendicolare alle fibre	a2	=	30 mm
Da estremità scarica (// fibre)	a3c	=	70 mm
Da estremità sollecitata (// fibre)	a3t	=	120 mm
Da bordo scarico (perp. fibre)	a4c	=	30 mm
Da bordo sollecitato (perp. fibre)	a4t	=	30 mm

DISTANZE MINIME ELEMENTO 2 (legno):

Parallela alle fibre	a1	=	40 mm
Perpendicolare alle fibre	a2	=	40 mm
Da estremità scarica (// fibre)	a3c	=	70 mm
Da estremità sollecitata (// fibre)	a3t	=	70 mm
Da bordo scarico (perp. fibre)	a4c	=	30 mm
Da bordo sollecitato (perp. fibre)	a4t	=	70 mm

VALORI DI RESISTENZA:

Numero sezioni di taglio	n _T	=	1
Contributo a trazione pesato con Johansen	F _{ax,Rk/4}	=	2.19 KN
Resistenza caratteristica a taglio tipo a (elemento t1)	F _{v,Rk}	=	44.87 KN
Resistenza caratteristica a taglio tipo b (elemento t2)	F _{v,Rk}	=	39.26 KN

Resistenza caratteristica a taglio tipo c (elemento t1)	F _{v,Rk}	=	19.68 KN
Resistenza caratteristica a taglio tipo d (elemento t1)	F _{v,Rk}	=	18.13 KN
Resistenza caratteristica a taglio tipo e (elemento t2)	F _{v,Rk}	=	16.20 KN
Resistenza caratteristica a taglio tipo f (elemento t1)	F _{v,Rk}	=	7.35 KN
Resistenza caratteristica a taglio viti per piano di taglio (elemento t1)	F _{v,Rk}	=	7.35 KN
Resistenza caratteristica a taglio viti		=	7.35 KN
Resistenza design a taglio viti per piano di taglio	F _{v,Rd}	=	4.41 KN
Resistenza design a taglio viti		=	4.41 KN
Resistenza design a taglio del singolo viti con numero efficace e contributo a trazione		=	4.41 KN
Resistenza design a taglio dell'intero collegamento		=	66.11 KN
Numero efficace a estrazione		=	11.44
Resistenza caratteristica a estrazione del singolo connettore		=	11.48 KN
Resistenza caratteristica a estrazione dell'intero collegamento		=	131.38 KN
Resistenza design a estrazione dell'intero collegamento		=	78.83 KN
Scorrimento connettore per piano di taglio		=	3.22 KN/mm
Grado di sfruttamento della connessione		=	0.50 VERIFICATO
Resistenza design a taglio dell'intero collegamento	F _{v,Rd,tot}	=	66.11 KN
Resistenza design a estrazione dell'intero collegamento	F _{axdot,ef}	=	78.83 KN
Scorrimento connettore per piano di taglio	K _{ser}	=	3.22 KN/mm
Grado di sfruttamento della connessione		=	0.50 VERIFICATO

Le viti sono anche soggette ad una azione di trazione pari a

$$F_{sd} = 16,43/15 + 0,77 = 1,86 \text{ kN}$$

La resistenza caratteristica a estrazione delle viti è pari a $F_{ax,Rk} = 12,49 \text{ kN}$ da cui si ricava la resistenza di calcolo pari a

$$F_{ax,Rd} = 12,49 \times 0,9/1,5 = 7,49 \text{ kN}$$

Il coefficiente di utilizzo è pari a $1,86/7,49 = 0,24$

Nel caso di collegamenti soggetti a una sollecitazione combinata di carico assiale ($F_{ax,d}$) e carico tagliante ($F_{v,d}$) si deve verificare che:

$$\left(\frac{F_{ax,d}}{F_{ax,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{F_{v,d}}{F_{v,Rd}} \right)^2 \leq 1$$

$$0,24^2 + 0,50^2 = 0,55 < 1$$

12.5.5 Attacco arco

Si verifica il perno e le lame di connessione dell'arco a tre cerniere.

Verifiche SLU

- Azione assiale $F_{d,SLU} = 866.00 \text{ kN}$
- Momento sul perno $M_{d,SLU} = 16.78 \text{ kNm}$
- o Rifollamento piatto centrale $b = 85.00 \text{ mm}$
 - Acciaio: S 355 - UNI EN 10025-2
 - $F_{b,Rd} = 3,448.57 \text{ kN}$
 - $(S/R)_{rif} = 0.25$
- o Rifollamento piatti laterali $a = 25.00 \text{ mm}$
 - Acciaio: S 355 - UNI EN 10025-2
 - $F_{b,Rd} = 1,014.29 \text{ kN}$
 - $(S/R)_{rif} = 0.43$
- o Verifiche resistenza perno $\Phi = 80.00 \text{ mm}$
 - $M_{Rd} = 24.06 \text{ kNm}$
 - $(S/R)_M = 0.70$
 - $F_{v,Rd} = 2,267.98 \text{ kN}$
 - $(S/R)_V = 0.38$
 - $(S/R)_{M,V} = 0.63$

Verifiche SLE

- Azione assiale $F_{d,SLE} = 650.00 \text{ kN}$
- Momento sul perno $M_{d,SLE} = 12.59 \text{ kNm}$
- o Rifollamento piatto centrale
 - $F_{b,Rd} = 1,448.40 \text{ kN}$
 - $(S/R)_{rif} = 0.45$

0 Rifollamento piatti laterali

▪ $F_{b,Rd} = 426.00 \text{ kN}$

▪ $(S/R)_{rif} = 0.76$

0 Verifiche resistenza perno

▪ $M_{Rd} = 13.47 \text{ kN}$

▪ $(S/R)_M = 0.93$

Verifica pressioni di contatto SLE

• Piatto centrale

0 $\sigma_{h,Ed} = 592.09 \text{ MPa}$

0 $f_{h,Ed} = 887.50 \text{ MPa}$

0 $(S/R)_\sigma = 0.67$

• Piatti laterali

0 $\sigma_{h,Ed} = 771.98 \text{ MPa}$

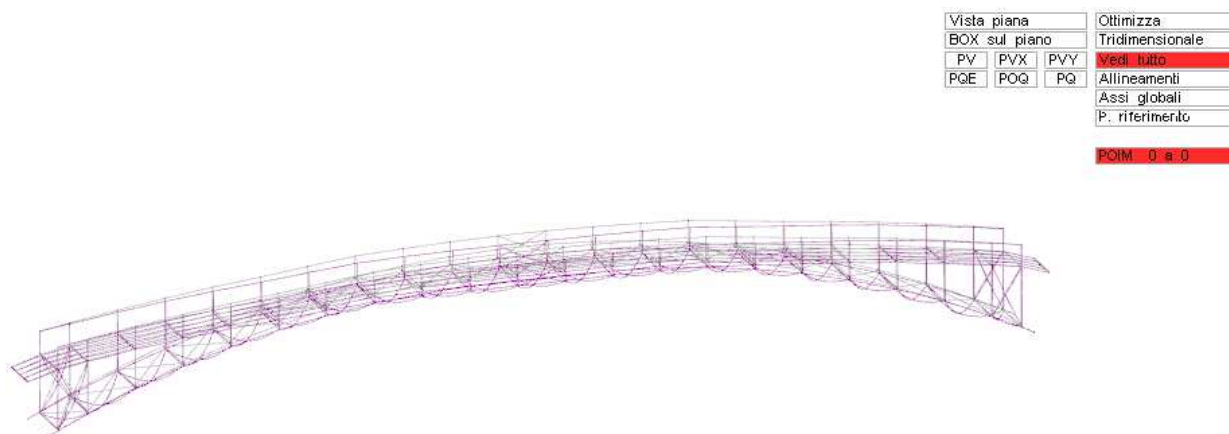
0 $f_{h,Ed} = 887.50 \text{ MPa}$

0 $(S/R)_\sigma = 0.87$

13 DEFORMAZIONI – SPOSTAMENTI

13.1 DEFORMATA IMPALCATO PRINCIPALE

Di seguito si riporta la deformata dell'impalcato dell'arco per la combinazione di carico CC56, per la quale si hanno le maggiori deformazioni verticali.



Parametri risultati							
Sollecitazioni e risultati correnti							
Sollecitazioni				1 Combinazione CCE			
Risultati				56 CC 56 - Amb. 2 (SLE R) F-Y			

Nodo	CC	Sx <m>	Sy <m>	Sz <m>	Rx <rad>	Ry <rad>	Rz <rad>
-1256	56	0.00013	-0.03906	-0.05394	0	0	0

Si riportano gli spostamenti massimi:

Combinazione di carico CC 56

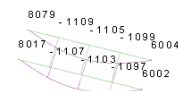
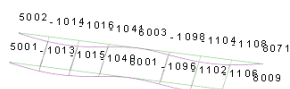
Combinazione SLE Rara

- $z_{max} = -5.39$ cm quale massima freccia nodo -1256 (mezzeria arco)
- $z_{lim} = L/300 = 5000/300 = 16,00$

Si ritengono le deformazioni verticali accettabili.

13.2 DEFORMATA RAMPE DI ACCESSO

Di seguito si riporta la deformata dell'impalcato dell'arco per la combinazione di carico CC54, per la quale si hanno le maggiori deformazioni verticali.



Parametri risultati							
Collezioni	1 Combinazione CCE						
Risultati	56 CC 56 - Amb. 2 (SLE R) F-Y						

Nodo	CC	Sx	Sy	Sz	Rx	Ry	Rz
		<m>	<m>	<m>	<rad>	<rad>	<rad>
-1105	54	-0.0022	-0.00628	-0.02482	0	0.00004	-0.00003

Si riportano gli spostamenti massimi:

Combinazione di carico CC 56

Combinazione SLE Rara

- $z_{max} = -2.48$ cm quale massima freccia nodo -1105 (mezzeria campata in semplice appoggio)
- $z_{lim} = L/300 = 900/300 = 3,00$

Si ritengono le deformazioni verticali accettabili.

14 VALUTAZIONE DELLO HUMAN COMFORT

14.1 PREMESSE

In accordo al punto C 5.1.4.9.1 del DM 14/01/2008 è necessario per il manufatto in oggetto compiere dei controlli di accettabilità della percezione delle vibrazioni secondo le indicazioni riportate nel paragrafo stesso.

14.2 CALCOLO DELLE FREQUENZE NORMALI

Come prima cosa si è eseguita un'analisi FEM della struttura per determinare le sue frequenze proprie e stabilire se queste rientrano o meno negli intervalli critici suggeriti. È consigliabile considerare anche la massa dei pedoni, nel calcolo delle frequenze proprie della struttura, solamente se questa supera il 5% della massa modale dell'impalcato. Nel caso in esame cautelativamente si considera la massa dei pedoni nel calcolo delle frequenze.

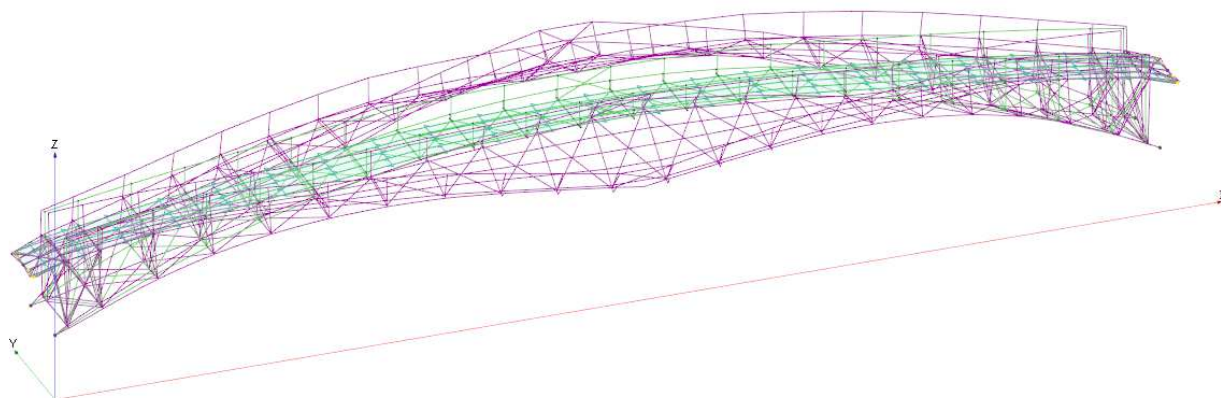
14.2.1 Controllo del range critico delle frequenze

Gli intervalli critici per le frequenze naturali f_i delle passerelle pedonali eccitate dalle vibrazioni indotte dai pedoni sono:

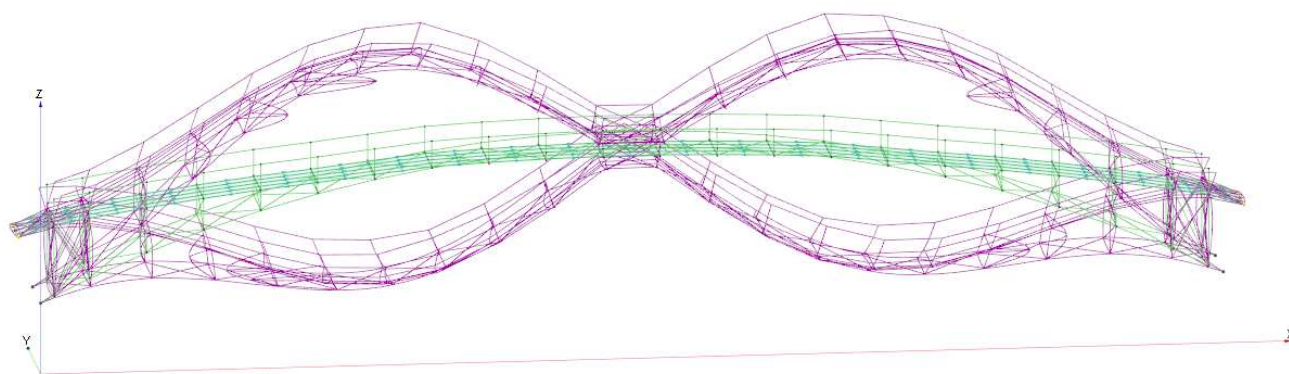
- Per le vibrazioni verticali: $1,00 \text{ Hz} \leq f_i \leq 3 \text{ Hz}$
- Per le vibrazioni orizzontali simultanea: $0,5 \text{ Hz} \leq f_i \leq 1,5 \text{ Hz}$

Risultato	Per. S	Freq Hz	%Diff.	%Mx	%My	%Mz	%Jpz
Modo n. 1	1.061	0.94	32.04	0	70.14	0	0
Modo n. 2	0.803	1.25	19.65	23.19	0	0	0
Modo n. 3	0.671	1.49	19.65	0	0	0	0
Modo n. 4	0.531	1.88	0	0	0	0	0
Modo n. 5	0.531	1.88	0	0.01	0	0	0
Modo n. 6	0.476	2.10	0.77	0	20.8	0.06	0
Modo n. 7	0.472	2.12	0.77	0	0.43	3.16	0
Modo n. 8	0.446	2.24	0	0.01	0	0	0
Modo n. 9	0.446	2.24	0	0	0	0	0
Modo n. 10	0.349	2.87	0	0.01	0	0	0
Modo n. 11	0.349	2.87	0	0	0	0	0
Modo n. 12	0.29	3.45	0	0.01	0	0	0
Modo n. 13	0.29	3.45	0	0	0	0	0
Modo n. 14	0.285	3.51	1.59	0	0	0	0
Modo n. 15	0.256	3.91	0	0	0	0	0
Modo n. 16	0.256	3.91	0	0.01	0	0	0
Modo n. 17	0.239	4.18	7.09	0	0	0	0
Modo n. 18	0.223	4.48	5.27	0	1.81	0	0
Modo n. 19	0.212	4.72	5.27	0	0	70.4	0
Modo n. 20	0.195	5.13	0.66	17.05	0.02	0.01	0
Modo n. 21	0.194	5.15	0.66	0.06	2.32	0	0
Modo n. 22	0.181	5.52	4.01	0.01	0.02	0.01	0
Modo n. 23	0.174	5.75	4.01	0.84	0.16	0.05	0
Modo n. 24	0.167	5.99	4.32	0.17	0.03	0.01	0
Modo n. 25	0.16	6.25	4.35	1.04	1.95	0.04	0
Modo n. 26	0.149	6.71	1.15	5.81	0.03	0	0
Modo n. 27	0.147	6.80	0.53	4.06	0.59	0	0
Modo n. 28	0.147	6.80	0.53	15.86	0.01	7.47	0
Modo n. 29	0.146	6.85	0.72	16.44	0	6.12	0
Modo n. 30	0.142	7.04	1.72	0	0	0	0

Dati sul ponte	
PV	PVX
PGE	POG



Modo 1 (70% massa direzione Y)



Modo 19 (70% massa direzione Z)

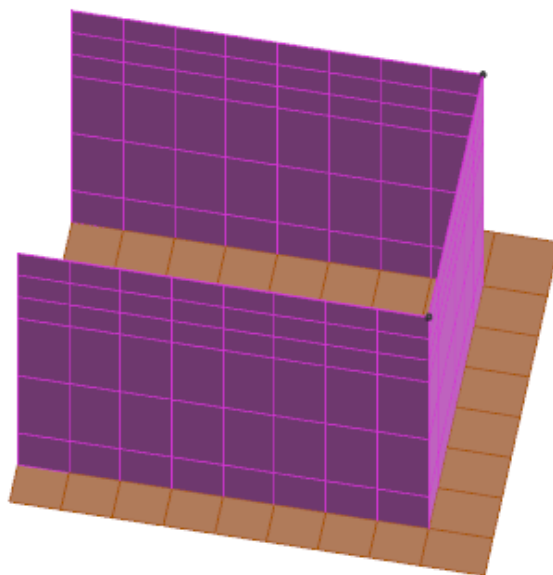
Nella tabella sopra riportata si è evidenziato in grigio l'intervallo critico per le vibrazioni verticali e si nota come in tale intervallo non ci sia una significativa massa partecipante (<4%) pertanto si possono quindi escludere problemi dovuti alla risonanza per vibrazioni verticali indotte dal passaggio dei pedoni.

E' altresì evidente che nell'intervallo di frequenza le vibrazioni orizzontali vi è una significativa percentuale di massa partecipante (70,14%) ma, simultaneamente, non vi è la presenza di massa eccitata in direzione verticale quindi si possono escludere problemi dovuti alla risonanza per vibrazioni.

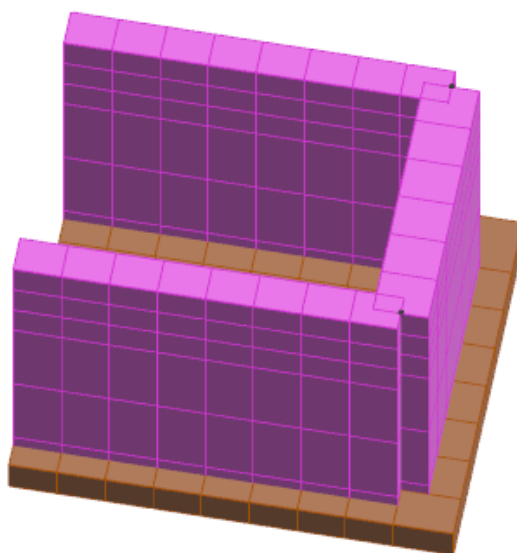
15 VERIFICA ELEMENTI CEMENTO ARMATO SPALLE RAMPE DI APPROCCIO

Nel presente capitolo si conducono le verifiche degli elementi strutturali in cemento armato costituenti la spalla della rampa di approccio. Gli elementi di cui si conduce la verifica e il progetto delle armature della soletta di fondazione dei muri andatori laterali e del muro frontale.

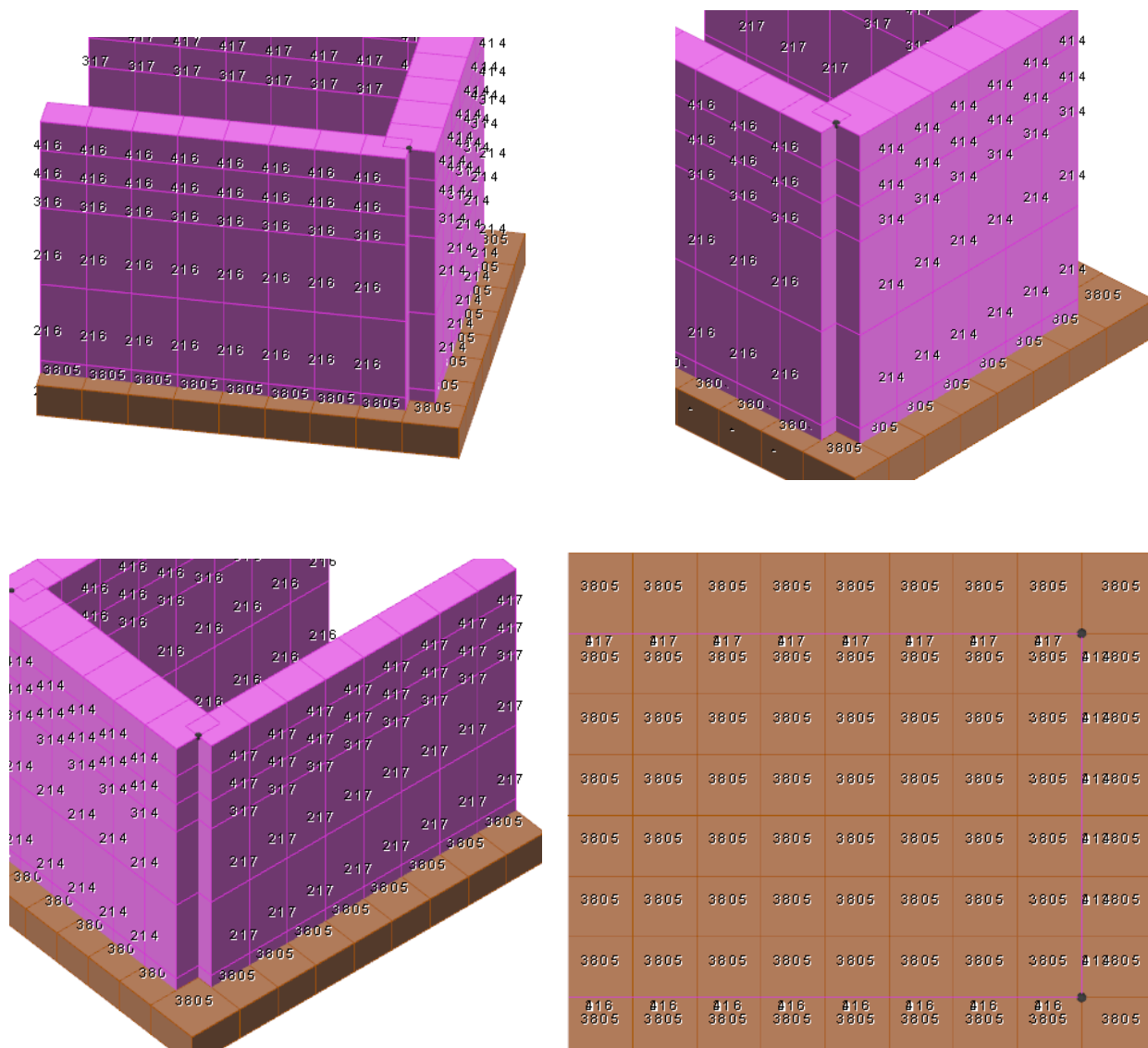
Il sistema nel suo complesso è stato opportunamente simulato nel modello globale di calcolo, partendo dai risultati di queste analisi si valutano le armature risultati con opportuni fogli di calcolo per verificare in modo accurato tutti i risultati.



Vista del modello di calcolo



Vista estrusa del modello di calcolo

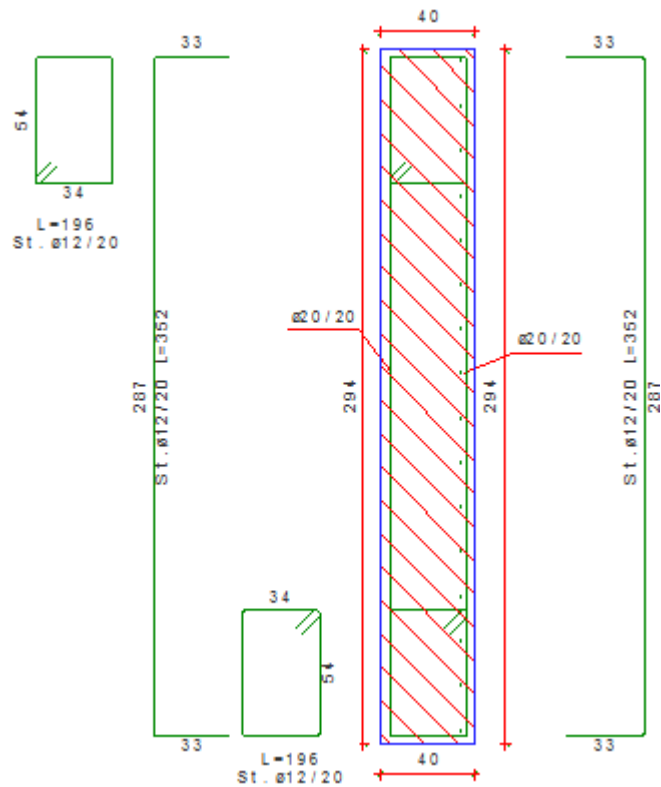


Numerazione elementi

15.1 MURO FRONTALE

Il muro frontale è soggetto alle azioni direttamente trasmesse dall'impalcato e alla spinte della terra nelle varie condizioni (spinta a riposo in condizioni ordinarie e spinta di Mononobe Okabe in condizioni sismiche).

Nella figura seguente si riporta lo schema di armatura progettato, a seguire i tabulati di verifica.



Nucleo 214

Nodi -416 -426 -446 -456 -466 -476 -436

Simbologia

- Liv. = Numero del livello
- Pos. = Posizione (P=Piede, T=Testa)
- CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
- TCC = Tipo di combinazione di carico
- SLU = Stato limite ultimo
- SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)
- SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara
- SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
- SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
- SLD = Stato limite di danno
- SLV = Stato limite di salvaguardia della vita
- SLC = Stato limite di prevenzione del collasso
- SLO = Stato limite di operatività
- SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco
- N = Sforzo normale
- N ver. = Sforzo normale di verifica
- Mz = Momento flettente intorno all'asse Z
- Mz ver. = Momento flettente di verifica intorno all'asse Z
- My = Momento flettente intorno all'asse Y
- Nu = Sforzo normale ultimo
- Myu = Momento ultimo intorno all'asse Y
- Mzu = Momento ultimo intorno all'asse Z
- Sic. = Sicurezza a rottura
- c = Tensione nel calcestruzzo
- f = Tensione nel ferro
- c = Ricoprimento dell'armatura
- s = Distanza minima tra le barre
- K3 = Coefficiente di forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione
- s_{r m} = Distanza media tra le fessure
- = Diametro della barra

A_s = Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace
 $A_{c\text{ eff}}$ = Area di calcestruzzo efficace
 σ_s = Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata
 σ_{sr} = Tensione nell'acciaio corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione nel calcestruzzo
 σ_{sm} = Deformazione unitaria media dell'armatura (*1000)
 W_k = Apertura delle fessure
 T_l = Taglio parete in dir. longitudinale
 V_{sdu} = Taglio agente nella direzione del momento ultimo
 $ctg\alpha$ = Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
 V_{Rsd} = Taglio ultimo lato armatura
 V_{Rcd} = Taglio ultimo lato calcestruzzo
 $V_{Rd,s}$ = Taglio ultimo per scorrimento lungo piani orizzontali
 V_{dd} = Contributo effetto spinotto
 V_{fd} = Contributo resistenza per attrito
 $Sic.T$ = Sicurezza a rottura per taglio
 $Spess.$ = Spessore
 C_f = Copriferro
 Cl_s = Tipo di calcestruzzo
 F_{ck} = Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo
 F_{ctk} = Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo
 F_{cd} = Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo
 F_{ctd} = Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
 $Acc.$ = Tipo di acciaio
 F_{yk} = Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
 F_{yd} = Resistenza di calcolo dell'acciaio

Nucleo 214

Nodi -416 -426 -446 -456 -466 -476 -436

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Spess.	C_f	Cl_s	F_{ck}	F_{ctk}	F_{cd}	F_{ctd}	$Acc.$	F_{yk}	F_{yd}
<m>	<m>		<kN/mq>	<kN/mq>	<kN/mq>	<kN/mq>		<kN/mq>	<kN/mq>
0.40	0.05	C32/40	33200.00	2169.26	18813.30	1446.17	B450C	450000.00	391304.00

Stato limite ultimo - Armatura a flessione

Liv.	Pos.	CC	TCC	N	N ver.	Mz	Mz ver.	My	Nu	Myu	Mzu	Sic.
				<kN>	<kNm>	<kNm>	<kNm>	<kNm>	<kN>	<kNm>	<kNm>	
1	P	1	SLV	-137.13	-137.13	0.00	0.00	-15.26	-137.16	-671.85	-3.55E-005	44.017
1	P	2	SLD	-166.17	-166.17	0.00	0.00	-10.10	-166.20	-791.89	3.59E-005	78.383
2	P	34	SLU	-207.10	-207.10	0.00	0.00	-13.32	-207.11	-682.59	-3.55E-005	51.252
2	P	2	SLD	-114.81	-114.81	0.00	0.00	-10.24	-114.84	-783.84	3.59E-005	76.561
3	T	26	SLU	-131.78	-131.78	0.00	0.00	8.13	-131.81	671.02	2.62E-004	82.552
3	T	2	SLD	-64.72	-64.72	0.00	0.00	5.29	-64.72	775.94	2.96E-004	>100
4	P	26	SLU	-89.39	-89.39	0.00	0.00	8.11	-89.45	664.51	2.60E-004	81.931
4	P	2	SLD	-35.87	-35.87	0.00	0.00	5.28	-35.87	771.38	3.36E-004	>100

Stato limite d'esercizio - Armatura a flessione

Liv.	Pos.	CC	TCC	N	Mz	My	σ_c	σ_f
				<kN>	<kNm>	<kNm>	<kN/mq>	<kN/mq>
1	P	50	SLE R	-214.24	0.00	-7.56	241.07	3305.56
1	P	66	SLE R	-188.81	0.00	-7.70	223.40	3034.71
1	P	90	SLE Q	-171.25	0.00	-7.79	211.10	2846.54

2 P 52 SLE R -157.35 0.00 -9.88 222.71 2934.54
 2 P 66 SLE R -133.61 0.00 -9.60 201.86 2633.41
 2 P 90 SLE Q -117.73 0.00 -9.38 188.04 2432.26
 3 T 50 SLE R -99.51 0.00 6.06 138.80 1833.14
 3 T 66 SLE R -78.78 0.00 5.25 114.71 1504.79
 3 T 90 SLE Q -64.43 0.00 4.71 98.18 1279.17
 4 P 50 SLE R -67.34 0.00 6.04 115.74 1479.30
 4 P 66 SLE R -47.37 0.00 5.26 95.59 1187.31
 4 P 90 SLE Q -33.52 0.00 4.73 84.38 1002.25

Verifiche stato limite di formazione delle fessure

Liv. Pos.	CC	TCC	N	Mz	My	c	s	K3	s _r	m	A _s	A _c	eff	s	s _r	s _m	W _k	
			<kN>	<kNm>	<kNm>	<mm>	<mm>		<mm>		<mm>	<cmq>	<cmq>	<cmq>	<cmq>	<kN/mq>	<kN/mq>	<mm>
1 P	50 SLE R	-214.24	0.00	-7.56														
1 P	66 SLE R	-188.81	0.00	-7.70														

Stato limite ultimo - Armatura a taglio

Liv. Pos.	CC	TCC	T _l	V _{sd}	ctg	VR _{sd}	VR _{cd}	V _{Rd,s}	V _d	V _f	Sic.T
			<kN>	<kN>	<kN>	<kN>	<kN>	<kN>	<kN>	<kN>	<kN>
1 P	9 SLV	-15.71	15.71	2.50	2875.72	3396.79	1378.75	983.46	395.29	87.79	
1 P	10 SLD	-6.18	6.18	2.50	3307.08	5085.12	1505.77	1130.97	374.79	243.82	
2 P	9 SLV	-37.04	37.04	2.50	2875.72	3389.42			77.64		
2 P	10 SLD	-12.52	12.52	2.50	3307.08	5077.10			264.19		
3 T	9 SLV	-38.70	38.70	2.50	2875.72	3382.03	1352.80	983.46	369.35	34.96	
3 T	10 SLD	-12.67	12.67	2.50	3307.08	5069.09	1488.45	1130.97	357.48	117.45	

Nucleo 414

Nodi -868 -869 -870 -871 -872 -873 -882

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Spess.	Cf	Cl _s	F _{ck}	F _{ctk}	F _{cd}	F _{ctd}	Acc.	F _{yk}	F _{yd}
<m>	<m>		<kN/mq>	<kN/mq>	<kN/mq>	<kN/mq>		<kN/mq>	<kN/mq>
0.40	0.05	C32/40	33200.00	2169.26	18813.30	1446.17	B450C	450000.00	391304.00

Stato limite ultimo - Armatura a flessione

Liv. Pos.	CC	TCC	N	N _{ver.}	Mz	Mz _{ver.}	My	Nu	Myu	Mzu	Sic.
			<kN>	<kN>	<kNm>	<kNm>	<kNm>	<kN>	<kNm>	<kNm>	<kNm>
1 P	26 SLU	-73.51	-73.51	0.00	0.00	9.41	-73.58	662.07	3.71E-005	70.349	
1 P	2 SLD	-24.42	-24.42	0.00	0.00	5.82	-24.42	769.57	-1.51E-005	>100	
2 P	26 SLU	-64.69	-64.69	0.00	0.00	7.22	-64.77	660.71	4.40E-004	91.569	
2 P	2 SLD	-16.95	-16.95	0.00	0.00	4.09	-16.95	768.38	5.78E-004	>100	

Stato limite d'esercizio - Armatura a flessione

Liv. Pos.	CC	TCC	N	Mz	My	c	f
			<kN>	<kNm>	<kNm>	<kN/mq>	<kN/mq>
1 P	50 SLE R	-55.18	0.00	7.00	125.27	1520.37	
1 P	65 SLE R	-34.69	0.00	5.91	105.63	1202.76	
1 P	90 SLE Q	-21.11	0.00	5.23	94.70	1490.09	
2 P	50 SLE R	-48.24	0.00	5.36	97.38	1209.46	
2 P	65 SLE R	-26.71	0.00	4.30	76.69	884.95	
2 P	90 SLE Q	-12.73	0.00	3.59	65.17	1159.70	

Verifiche stato limite di formazione delle fessure

Liv. Pos.	CC	TCC	N	Mz	My	c	s	K3	s _r m	•	A _s	A _C eff	•s	•s _r	•s _m	W _k	
			<kN>	<kNm>	<kNm>	<mm>	<mm>	<mm>	<mm>	<mm>	<mm>	<cmq>	<cmq>	<cmq>	<kN/mq>	<kN/mq>	<mm>
1 P	89	SLE Q	-20.74	0.00	5.20	42.00	192.53	0.13	227.45	20.00	50.27	5275.18	1497.16	142308.00	2.91E-003	1.12E-003	
1 P	85	SLE F	-20.69	0.00	5.19	42.00	192.53	0.13	227.45	20.00	50.27	5275.18	1498.28	142461.00	2.91E-003	1.12E-003	
2 P	89	SLE Q	-12.20	0.00	3.59	42.00	192.53	0.13	227.45	20.00	50.27	5275.18	1197.32	155793.00	2.32E-003	8.99E-004	
2 P	85	SLE F	-12.12	0.00	3.58	42.00	192.53	0.13	227.45	20.00	50.27	5275.18	1200.04	156163.00	2.33E-003	9.01E-004	

Stato limite ultimo - Armatura a taglio

Liv. Pos.	CC	TCC	T _l	V _{sdu} ctg	•	VR _{sd}	VR _{cd}	Sic.T
			<kN>	<kN>	<kN>	<kN>		
1 P	9	SLV	-31.33	31.33	2.50	2875.72	3376.03	91.78
1 P	10	SLD	-10.15	10.15	2.50	3307.08	5062.64	325.75
2 P	9	SLV	-21.43	21.43	2.50	2875.72	3374.90	134.16
2 P	10	SLD	-6.91	6.91	2.50	3307.08	5061.44	478.38

Di seguito si riportano per ulteriore controllo e verifica delle azioni sui muri un foglio di calcolo specifico per la verifica dei muri di sostegno. I risultati sono significativi relativamente al muro perdono do significato i risultati relativi alla soletta di fondazione, in quanto non si considerano gli effetti del dei muri laterali.

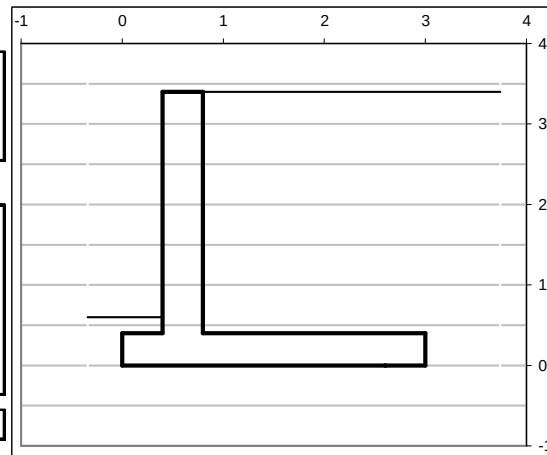
OPERA Muro frontale spalla rampa accesso**DATI DI PROGETTO:****Geometria del Muro**

Elevazione	H3	3.00	(m)
Aggetto Valle	B2	0.00	(m)
Spessore del Muro in Testa	B3	0.40	(m)
Aggetto monte	B4	0.00	(m)

Geometria della Fondazione

Larghezza Fondazione	B	3.00	(m)
Spessore Fondazione	H2	0.40	(m)
Suola Lato Valle	B1	0.40	(m)
Suola Lato Monte	B5	2.20	(m)
Altezza dente	Hd	0.00	(m)
Larghezza dente	Bd	0.40	(m)
Mezzeria Sezione	Xc	1.50	(m)

Peso Specifico del Calcestruzzo	γ_{cls}	25.00	(kN/m ³)
---------------------------------	----------------	-------	----------------------

**Dati Geotecnici**

			Valori caratteristici	Valori di progetto	
Dati Terrapieno	Angolo di attrito del terrapieno	φ'	30.00	30.00	(°)
	Peso Unità di Volume del terrapieno	γ	19.00	26.60	(kN/m ³)
	Angolo di Inclinazione Piano di Campagna	ε	0.00	0.00	(°)
	Angolo di attrito terreno-paramento	δ_{muro}	20.00	20.00	(°)
	Angolo di attrito terreno-superficie ideale	$\delta_{sup id}$	20.00	20.00	(°)
Dati Terreno Fondazione	Coesione Terreno di Fondazione	c_1'	0.00	0.00	(kPa)
	Angolo di attrito del Terreno di Fondazione	φ_1'	27.00	27.00	(°)
	Peso Unità di Volume del Terreno di Fondazione	γ_1	18.00	18.00	(kN/m ³)
	Peso Unità di Volume del Rinterro della Fondazione	γ_d	18.00	18.00	(kN/m ³)
	Profondità Piano di Posa della Fondazione	H2'	0.60		(m)
	Profondità Falda	Zw	0.50		(m)
	Profondità "Significativa" (n.b.: consigliata H = 2*B)	Hs	4.00		(m)
Dati Sismici	Modulo di deformazione	E	150000	150000	(kN/m ²)
	Accelerazione sismica	a_g/g	0.11		(-)
	Coefficiente Categoria di Suolo	S	1.25		(-)
	coefficiente sismico orizzontale	kh	0.1375		(-)
Coefficienti di Spinta	coefficiente sismico verticale	kv	0.0688		(-)
	Coeff. di Sp. Attiva sulla superficie ideale	ka	0.30	0.30	(-)
	Coeff. Di Sp. Attiva Sismica sulla superficie ideale sisma +	kas+	0.39	0.39	(-)
	Coeff. Di Sp. Attiva Sismica sulla superficie ideale sisma -	kas-	0.40	0.40	(-)
	Coeff. Di Sp. Passiva in Fondazione	kp	2.66	2.66	(-)
	Coeff. Di Sp. Passiva Sismica in Fondazione sisma +	kps+	2.44	2.44	(-)
	Coeff. Di Sp. Passiva Sismica in Fondazione sisma -	kps-	2.41	2.41	(-)
	Coeff. di Spinta Attiva sulla parete	ka	0.30	0.30	(-)
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sulla parete	kas+	0.39	0.39	(-)
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sulla parete	kas-	0.40	0.40	(-)

Carichi Agenti

			Valori caratteristici	Valori di progetto	
Condizioni Statiche	Sovraccarico Accidentale in condizioni statiche	q	5.00	7.50	(kN/m ²)
	Forza Orizzontale in Testa in condizioni statiche	f	0.00	0.00	(kN/m)
	Forza Verticale in Testa in condizioni statiche	v	12.00	12.00	(kN/m)
	Momento in Testa in condizioni statiche	m	0.00	0.00	(kNm/m)
Condizioni Sismiche	Sovraccarico Accidentale in condizioni sismiche	qs	1.00	1.50	(kN/m ²)
	Forza Orizzontale in Testa in condizioni sismiche	fs	0.00	0.00	(kN/m)
	Forza Verticale in Testa in condizioni sismiche	vs	4.50	4.50	(kN/m)
	Momento in Testa in condizioni sismiche	ms	0.00	0.00	(kNm/m)

CONDIZIONE SISMICA +**Azioni orizzontali**

Spinta terreno	60.04	(kN/m)
Spinta sovraccarico	1.86	(kN/m)
Spinta passiva	0.00	(kN/m)
Azioni esterne	0.00	(kN/m)
Inerzia muro	8.25	(kN/m)
Inerzia terrapieno	17.24	(kN/m)

Azioni verticali

PP muro	60.00	(kN/m)
PP terreno a monte	125.40	(kN/m)
Spinta terreno	21.85	(kN/m)
Spinta sovraccarico	0.68	(kN/m)
Azioni esterne	4.50	(kN/m)
Inerzia terrapieno	8.62	(kN/m)

Momenti ribaltanti

Spinta terreno	102.07	(kNm/m)
Spinta sovraccarico	3.17	(kNm/m)
Spinta passiva	0.00	(kNm/m)
Azioni esterne	0.00	(kNm/m)
Inerzia muro	8.66	(kNm/m)
Inerzia terrapieno	16.38	(kNm/m)

Momenti stabilizzanti

PP muro	63.00	(kNm/m)
PP terreno a monte	238.26	(kNm/m)
Spinta terreno	65.56	(kNm/m)
Spinta sovraccarico	2.03	(kNm/m)
Azioni esterne	2.70	(kNm/m)

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Risultante forze verticali (N) N = 221.05 (kN/m)

Risultante forze orizzontali (T) T = 87.39 (kN/m)

Coefficiente di attrito alla base (f) f = 0.51 (-)

Fs = (N*f + Sp) / T 1.29 (-)

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms) Ms = 371.55 (kNm/m)

Momento ribaltante (Mr) Mr = 130.28 (kNm/m)

Fr = Ms / Mr 2.85 (-)

VERIFICA DELLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N) N = 221.05 (kN/m)

Risultante forze orizzontali (T) T = 87.39 (kN/m)

Momento rispetto al baric. della fond. (M) M = 90.30 (kNm/m)

eccentricità e = 0.41 (m)

larghezza equivalente B* = 2.18 (m)

Coefficienti di carico limite

Nq	13.20	(-)
Nc	23.94	(-)
Nγ	14.47	(-)

Coefficienti di inclinazione del carico

iq	0.37	(-)
ic	0.31	(-)
iγ	0.22	(-)

qlim (carico limite unitario) = 112.06 (kN/m²)

F qlim*B*/ N 1.11 (-)

CEDIMENTO DELLA FONDAZIONE

δ 0.87 (mm)

CONDIZIONE SISMICA -**Azioni orizzontali**

Spinta terreno	54.49	(kN/m)
Spinta sovraccarico	1.94	(kN/m)
Spinta passiva	0.00	(kN/m)
Azioni esterne	0.00	(kN/m)
Inerzia muro	8.25	(kN/m)
Inerzia terrapieno	17.24	(kN/m)

Azioni verticali

PP muro	60.00	(kN/m)
PP terreno a monte	125.40	(kN/m)
Spinta terreno	19.83	(kN/m)
Spinta sovraccarico	0.71	(kN/m)
Azioni esterne	4.50	(kN/m)
Inerzia terrapieno	-8.62	(kN/m)

Momenti ribaltanti

Spinta terreno	92.63	(kNm/m)
Spinta sovraccarico	3.30	(kNm/m)
Spinta passiva	0.00	(kNm/m)
Azioni esterne	0.00	(kNm/m)
Inerzia muro	8.66	(kNm/m)
Inerzia terrapieno	49.14	(kNm/m)

Momenti stabilizzanti

PP muro	63.00	(kNm/m)
PP terreno a monte	238.26	(kNm/m)
Spinta terreno	59.49	(kNm/m)
Spinta sovraccarico	2.12	(kNm/m)
Azioni esterne	2.70	(kNm/m)

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Risultante forze verticali (N) N = 201.82 (kN/m)

Risultante forze orizzontali (T) T = 81.92 (kN/m)

Coefficiente di attrito alla base (f) f = 0.51 (-)

Fs = (N*f + Sp) / T 1.26 (-)

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms) Ms = 365.57 (kNm/m)

Momento ribaltante (Mr) Mr = 153.73 (kNm/m)

Fr = Ms / Mr 2.38 (-)

VERIFICA DELLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N) N = 201.82 (kN/m)

Risultante forze orizzontali (T) T = 81.92 (kN/m)

Momento rispetto al baric. della fond. (M) M = 90.88 (kNm/m)

eccentricità e = 0.45 (m)

larghezza equivalente B* = 2.10 (m)

Coefficienti di carico limite

Nq	13.20	(-)
Nc	23.94	(-)
Nγ	14.47	(-)

Coefficienti di inclinazione del carico

iq	0.35	(-)
ic	0.30	(-)
iγ	0.21	(-)

qlim (carico limite unitario) = 104.84 (kN/m²)

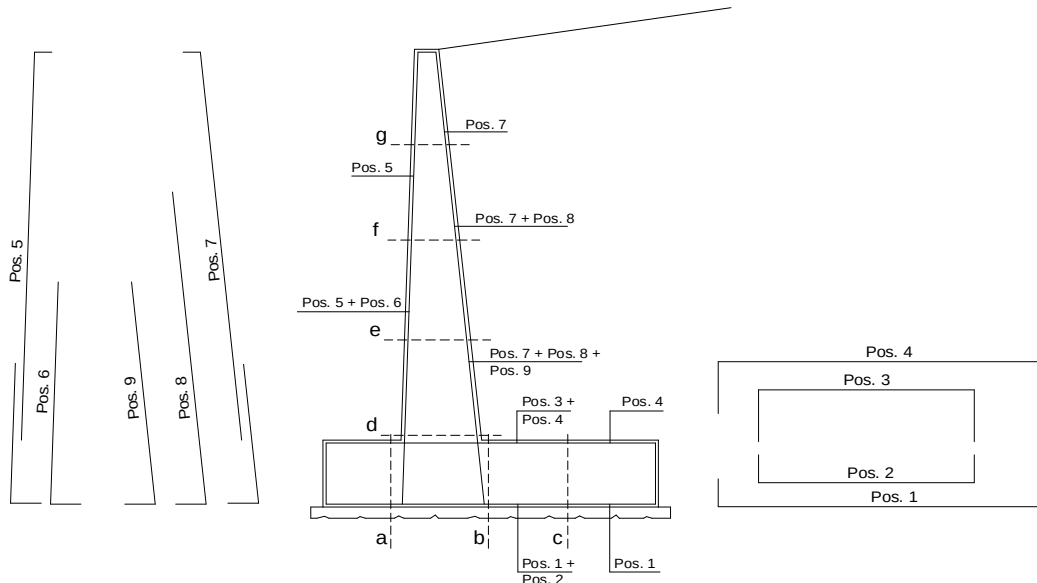
F qlim*B*/ N 1.09 (-)

CEDIMENTO DELLA FONDAZIONE

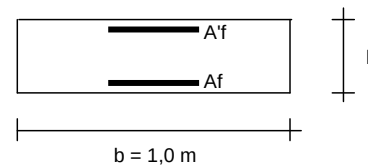
δ 0.82 (mm)

CALCOLI STATICI - Verifica allo Stato Limite Ultimo**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

Calcestruzzo	Rck	30	(MPa)	Acciaio	Fe B 44 k
γ_c	=	1.6		f_{yk}	= 450 (MPa)
$f_{cd} = 0.83 \cdot R_{ck} / \gamma_c$	=	15.56	(MPa)	γ_E	= 1.00
				γ_S	= 1.15
Copriferro				$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S / \gamma_E$	= 391.30 (MPa)
c	=	5.00	(cm)	E_s	= 210000 (MPa)

SCHEMA DELLE ARMATURE**ARMATURE**

pos	n°/ml	ϕ	pos	n°/ml	ϕ
1	5.0	16	5	5.0	20
2	5.0	16	6	5.0	20
3	5.0	16	7	5.0	20
4	5.0	16	8	0.0	0
			9	5.0	20

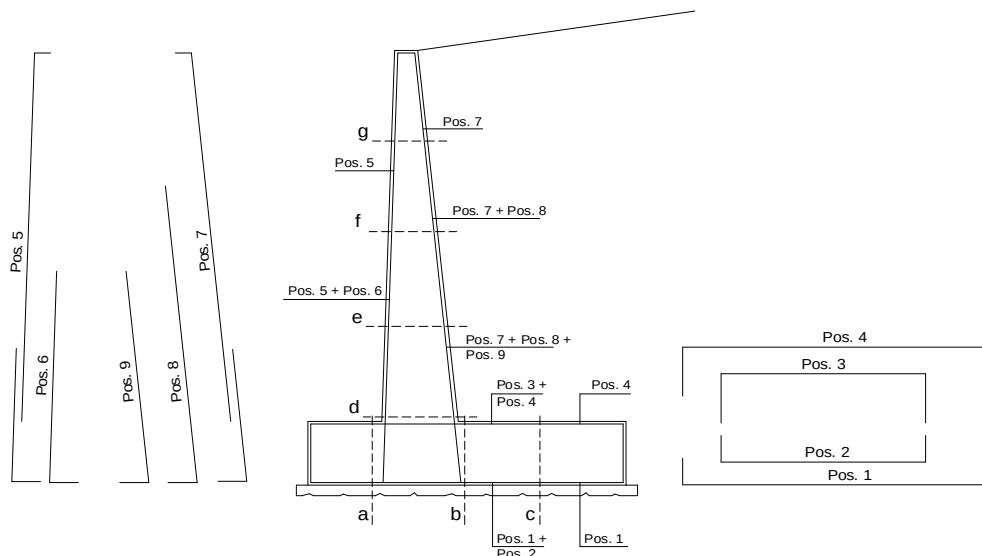
**VERIFICHE**

Sez.	M	N	h	Af	A'f	Mu
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(kNm)
a - a	9.43	0.00	0.40	20.11	20.11	255.18
b - b	-177.97	0.00	0.40	20.11	20.11	255.18
c - c	-65.79	0.00	0.40	10.05	10.05	135.60
d - d	78.77	54.17	0.40	15.71	15.71	211.43
e - e	34.45	38.57	0.40	15.71	15.71	209.04
f - f	10.93	25.08	0.40	15.71	15.71	206.98
g - g	1.64	13.73	0.40	15.71	15.71	205.24

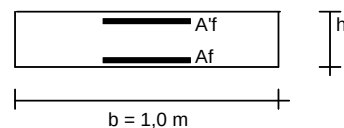
(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

CALCOLI STATICI - VERIFICHE A FESSURAZIONE**DATI DI PROGETTO:****Caratteristiche dei Materiali**

Calcestruzzo	Rck =	30	(MPa)	Acciaio	Fe B 44 k
fctm = $0.27 \cdot Rck^{2/3}$ =	2.61	(MPa)		fyk =	450 (MPa)
coefficiente omogeneizzazione acciaio n =	15			Es =	210000 (MPa)
Copriferro	(distanza asse armatura-bordo)	3.00	(cm)		
Copriferro minimo di normativa	(ricoprimento armatura)	1.00	(cm)		
Valore limite di apertura delle fessure	0.2	mm			

SCHEMA DELLE ARMATURE**ARMATURE**

pos	n°/ml	φ	pos	n°/ml	φ
1	5.0	16	5	5.0	20
2	5.0	16	6	0.0	0
3	5.0	16	7	5.0	20
4	5.0	16	8	0.0	0
			9	5.0	20

**Condizione Statica**

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σc	σf	wk	wamm
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	5.35	0.00	0.4	20.11	20.11	0.21	7.92	0.004	0.200
b - b	-30.06	0.00	0.4	20.11	20.11	1.20	44.48	0.022	0.200
c - c	-15.71	0.00	0.4	10.05	10.05	0.89	45.72	0.036	0.200
d - d	30.17	52.22	0.4	15.71	15.71	1.45	41.97	0.024	0.200
e - e	13.61	40.53	0.4	15.71	15.71	0.67	14.53	0.008	0.200
f - f	4.56	29.94	0.4	15.71	15.71	0.23	1.72	0.001	0.200
g - g	0.77	20.42	0.4	15.71	15.71	0.07	-	-	0.200 z. compressa

Condizione Sismica

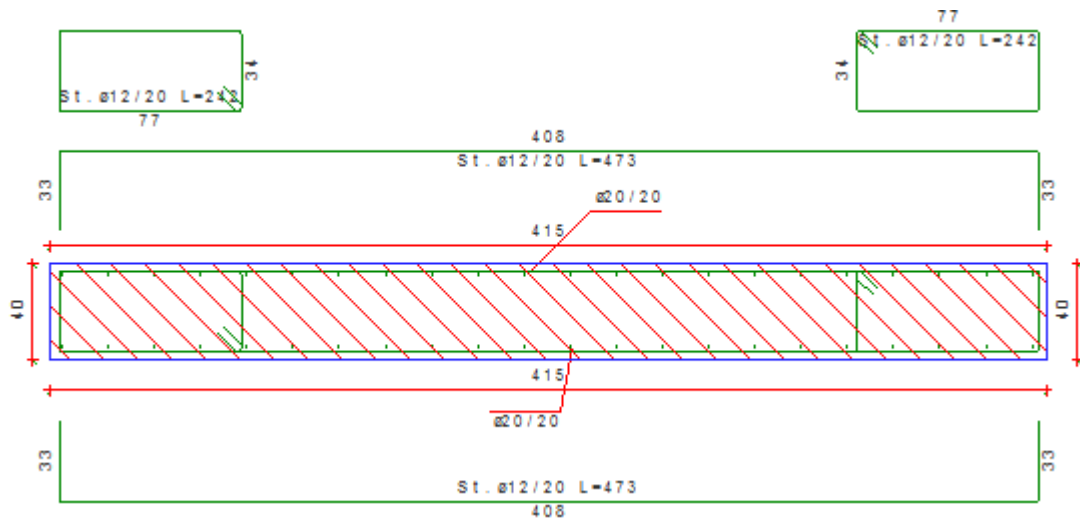
Sez.	M	N	h	Af	A'f	σc	σf	wk	wamm
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	8.26	0.00	0.4	20.11	20.11	0.33	12.22	0.006	0.200
b - b	-93.07	0.00	0.4	20.11	20.11	3.70	137.71	0.069	0.200
c - c	-38.98	0.00	0.4	10.05	10.05	2.21	113.48	0.090	0.200
d - d	57.91	49.11	0.4	15.71	15.71	2.72	94.81	0.055	0.200
e - e	25.53	35.68	0.4	15.71	15.71	1.22	37.85	0.022	0.200
f - f	8.22	23.77	0.4	15.71	15.71	0.40	8.94	0.006	0.200
g - g	1.27	13.37	0.4	15.71	15.71	0.07	0.06	0.000	0.200

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

15.2 Muro laterale

Il muro laterale è soggetto alle azioni prodotte dalla spinta della terra nelle varie condizioni (spinta a riposo in condizioni ordinarie e spinta di Mononobe Okabe in condizioni sismiche).

Nella figura seguente si riporta lo schema di armatura progettato, a seguire i tabulati di verifica.



Nucleo 216

Nodi

-408 -409 -410 -411 -412 -413 -414 -415 -416

Simbologia

Liv. = Numero del livello

Pos. = Posizione (P=Piede, T=Testa)

CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari

TCC = Tipo di combinazione di carico

SLU = Stato limite ultimo

SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)

SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara

SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente

SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente

SLD = Stato limite di danno

SLV = Stato limite di salvaguardia della vita

SLC = Stato limite di prevenzione del collasso

SLO = Stato limite di operatività

SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco

N = Sforzo normale

N ver. = Sforzo normale di verifica

Mz = Momento flettente intorno all'asse Z

Mz ver. = Momento flettente di verifica intorno all'asse Z

My = Momento flettente intorno all'asse Y

Nu = Sforzo normale ultimo

Myu = Momento ultimo intorno all'asse Y

Mzu = Momento ultimo intorno all'asse Z

Sic. = Sicurezza a rottura

• c = Tensione nel calcestruzzo

• f = Tensione nel ferro

c = Ricoprimento dell'armatura

s = Distanza minima tra le barre

K3 = Coefficiente di forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione

s_{r m} = Distanza media tra le fessure

• = Diametro della barra

A_s = Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace

A_{c e f f} = Area di calcestruzzo efficace

• s = Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata

• s_r = Tensione nell'acciaio corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione nel calcestruzzo

• s_m = Deformazione unitaria media dell'armatura (*1000)

W_k = Apertura delle fessure

T_l = Taglio parete in dir. longitudinale

V_{sdu} = Taglio agente nella direzione del momento ultimo

$\text{ctg}\cdot$ = Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
 VRsd = Taglio ultimo lato armatura
 VRcd = Taglio ultimo lato calcestruzzo
 VRd,s = Taglio ultimo per scorrimento lungo piani orizzontali
 Vdd = Contributo effetto spinotto
 Vfd = Contributo resistenza per attrito
 Sic.T = Sicurezza a rottura per taglio
 Spess. = Spessore
 Cf = Copriferro
 Cls = Tipo di calcestruzzo
 Fck = Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo
 Fctk = Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo
 Fcd = Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo
 Fctd = Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
 Acc. = Tipo di acciaio
 Fyk = Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
 Fyd = Resistenza di calcolo dell'acciaio

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Spess.	Cf	Cls	Fck	Fctk	Fcd	Fctd	Acc.	Fyk	Fyd
<m>	<m>		<kN/mq>	<kN/mq>	<kN/mq>	<kN/mq>		<kN/mq>	<kN/mq>
0.40	0.05	C32/40	33200.00	2169.26	18813.30	1446.17	B450C	450000.00	391304.00

Stato limite ultimo - Armatura a flessione

Liv.	Pos.	CC	TCC	N	N ver.	Mz	Mz ver.	My	Nu	Myu	Mzu	Sic.
				<kN>	<kN>	<kNm>	<kNm>	<kNm>	<kN>	<kNm>	<kNm>	
1	P	9	SLV	-81.07	-81.07	0.00	0.00	84.87	-81.28	909.31	-1.12E-004	10.715
1	P	10	SLD	-107.40	-107.40	0.00	0.00	60.14	-107.40	1072.31	5.81E-005	17.830
2	P	9	SLV	-69.47	-69.47	0.00	0.00	30.93	-69.70	907.52	-1.03E-004	29.337
2	P	10	SLD	-91.29	-91.29	0.00	0.00	15.16	-91.30	1069.76	6.82E-005	70.571
3	P	9	SLV	-49.45	-49.45	0.00	0.00	-27.10	-49.70	-904.44	-2.20E-003	33.377
3	P	10	SLD	-63.27	-63.27	0.00	0.00	-22.24	-63.28	-1065.31	-2.18E-003	47.895
4	P	36	SLU	-72.67	-72.67	0.00	0.00	-21.46	-72.89	-908.01	-2.19E-003	42.310
4	P	10	SLD	-42.48	-42.48	0.00	0.00	-15.56	-42.48	-1062.01	-2.19E-003	68.242

Stato limite d'esercizio - Armatura a flessione

Liv.	Pos.	CC	TCC	N	Mz	My	σ_c	σ_f
				<kN>	<kNm>	<kNm>	<kN/mq>	<kN/mq>
1	P	52	SLE R	-126.85	0.00	57.84	750.00	18306.30
1	P	56	SLE R	-126.79	0.00	57.84	749.96	18308.60
1	P	92	SLE Q	-120.31	0.00	47.83	621.10	14157.00
2	P	52	SLE R	-109.95	0.00	12.38	159.79	1979.45
2	P	56	SLE R	-109.88	0.00	12.37	159.74	1978.74
2	P	92	SLE Q	-101.35	0.00	7.47	110.27	1435.62
3	P	55	SLE R	-77.32	0.00	-20.05	259.82	4333.41
3	P	67	SLE R	-71.87	0.00	-19.93	258.62	4590.54
3	P	91	SLE Q	-67.35	0.00	-20.02	259.95	4890.14
4	P	56	SLE R	-55.38	0.00	-15.96	207.23	3801.92
4	P	68	SLE R	-49.39	0.00	-15.28	198.44	3850.45
4	P	92	SLE Q	-44.74	0.00	-14.87	193.21	3947.49

Verifiche stato limite di formazione delle fessure

Liv.	Pos.	CC	TCC	N	Mz	My	c	s	K3	σ_{rm}	σ_s	σ_{sr}	σ_{sm}	Wk
				<kN>	<kNm>	<kNm>	<mm>	<mm>		<mm>	<cmq>	<cmq>	<kN/mq>	<kN/mq>
1	P	92	SLE Q	-120.31	0.00	47.83	42.00	196.29	0.13	230.63	20.00	69.11	7420.73	178960.00
1	P	76	SLE F	-122.33	0.00	51.57	42.00	196.29	0.13	230.63	20.00	69.11	7420.73	182159.00

1 P 76 SLE F -122.33 0.00 51.57 42.00 196.29 0.13 230.63 20.00 69.11 7420.73 15730.00 182159.00 0.03 0.01
 1 P 76 SLE F -122.33 0.00 51.57 42.00 196.29 0.13 230.63 20.00 69.11 7420.73 15730.00 182159.00 0.03 0.01
 3 P 2 SLD -65.44 3.72 0.00
 3 P 8 SLD -70.47 0.00 -20.29

Stato limite ultimo - Armatura a taglio

Liv. Pos. CC TCC T_l V_{sdu} $ctg \cdot$ VR_{sd} VR_{cd} $V_{Rd,s}$ V_{dd} V_{fd} Sic.T
 <kN> <kN> <kN> <kN> <kN> <kN> <kN>

1 P 1 SLV 60.11 60.11 2.50 4080.58 4799.31 1864.86 1352.25 512.61 31.02
 1 P 2 SLD 47.14 47.14 2.50 4692.66 7194.93 2049.39 1555.09 494.30 43.48
 2 P 1 SLV 72.92 72.92 2.50 4080.58 4797.51 55.96
 2 P 2 SLD 53.80 53.80 2.50 4692.66 7192.47 87.23
 3 T 1 SLV 34.88 34.88 2.50 4080.58 4794.18 1850.68 1352.25 498.43 53.06
 3 T 2 SLD 20.88 20.88 2.50 4692.66 7188.28 2039.32 1555.09 484.23 97.67

Nucleo 416

Nodi -860 -861 -862 -863 -864 -865 -866 -867 -868

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Spess. Cf Cls Fck Fctk Fcd Fctd Acc. Fyk Fyd
 <m> <m> <kN/mq> <kN/mq> <kN/mq> <kN/mq> <kN/mq> <kN/mq> <kN/mq>

0.40 0.05 C32/40 33200.00 2169.26 18813.30 1446.17 B450C 450000.00 391304.00

Stato limite ultimo - Armatura a flessione

Liv. Pos. CC TCC N N ver. Mz Mz ver. My Nu Myu Mzu Sic.
 <kN> <kN> <kNm> <kNm> <kNm> <kN> <kNm> <kNm>

1 P 36 SLU -53.46 -53.46 0.00 0.00 -12.93 -53.71 -905.06 -0.00 70.024
 1 P 10 SLD -28.94 -28.94 0.00 0.00 -9.78 -28.94 -1059.86 -0.00 >100
 2 P 1 SLV -9.13 -9.13 23.54 91.75 0.00 -9.12 -0.00 9754.58 >100
 2 P 2 SLD -12.87 -12.87 15.99 45.64 0.00 -12.98 -0.00 11484.60 >100

Stato limite d'esercizio - Armatura a flessione

Liv. Pos. CC TCC N Mz My σ_c σ_f
 <kN> <kNm> <kNm> <kN/mq> <kN/mq>

1 P 56 SLE R -40.55 0.00 -9.62 124.37 1890.80
 1 P 68 SLE R -34.31 0.00 -9.20 119.34 2055.48
 1 P 92 SLE Q -29.63 0.00 -8.97 116.55 2224.87
 2 T 50 SLE R -23.42 32.94 0.00 44.29 650.43
 2 P 92 SLE Q -12.21 0.00 -3.11 40.25 659.33

Verifiche stato limite di formazione delle fessure

Liv. Pos. CC TCC N Mz My c s K3 s_{rm} σ_s A_s A_{ceff} σ_s σ_{sr} σ_{sm} Wk
 <kN> <kNm> <kNm> <mm> <mm> <mm> <mm> <cmq> <cmq> <cmq> <kN/mq> <mm>

1 P 92 SLE Q -29.63 0.00 -8.97 42.00 196.29 0.13 230.63 20.00 69.11 7420.72 2224.87 160947.00 4.32E-003 1.69E-003
 1 P 88 SLE F -29.58 0.00 -8.98 42.00 196.29 0.13 230.63 20.00 69.11 7420.72 2230.64 161130.00 4.33E-003 1.70E-003
 2 P 89 SLE Q -11.93 0.00 -3.07 42.00 196.29 0.13 230.63 20.00 69.11 7420.72 659.87 147358.00 1.28E-003 5.02E-004
 2 P 85 SLE F -11.88 0.00 -3.08 42.00 196.29 0.13 230.63 20.00 69.11 7420.72 666.16 147970.00 1.29E-003 5.07E-004

Stato limite ultimo - Armatura a taglio

Liv. Pos. CC TCC T_l V_{sdu} $ctg \cdot$ VR_{sd} VR_{cd} $V_{Rd,s}$ V_{dd} V_{fd} Sic.T
 <kN> <kN> <kN> <kN> <kN> <kN> <kN>

1 P	1 SLV	14.10	14.10	2.50	4080.58	4789.14	1844.67	1352.25	492.42	130.78
1 P	2 SLD	6.12	6.12	2.50	4692.66	7182.52	2033.25	1555.09	478.16	332.08
2 T	1 SLV	-10.12	10.12	2.50	4080.58	4787.05			403.27	
2 T	2 SLD	-7.01	7.01	2.50	4692.66	7180.22			669.77	

Di seguito si riportano per ulteriore controllo e verifica delle azioni sui muri un foglio di calcolo specifico per la verifica dei muri di sostegno. I risultati sono significativi relativamente al muro perdonato di significato i risultati relativi alla soletta di fondazione, in quanto non si considerano gli effetti del dei muri frontale e dell'altro muro laterale.

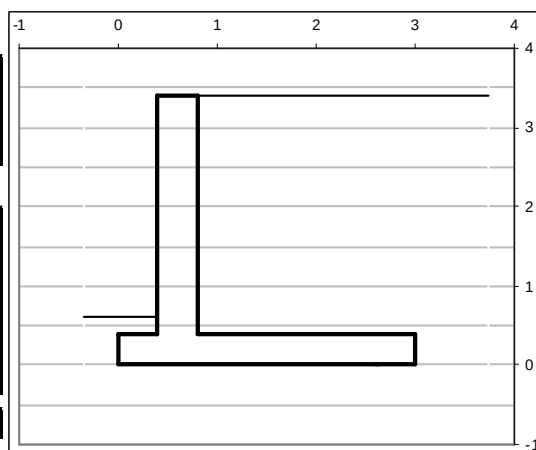
OPERA Muro laterale spalla rampa accesso**DATI DI PROGETTO:****Geometria del Muro**

Elevazione	H3	3.00	(m)
Aggetto Valle	B2	0.00	(m)
Spessore del Muro in Testa	B3	0.40	(m)
Aggetto monte	B4	0.00	(m)

Geometria della Fondazione

Larghezza Fondazione	B	3.00	(m)
Spessore Fondazione	H2	0.40	(m)
Suola Lato Valle	B1	0.40	(m)
Suola Lato Monte	B5	2.20	(m)
Altezza dente	Hd	0.00	(m)
Larghezza dente	Bd	0.40	(m)
Mezzeria Sezione	Xc	1.50	(m)

Peso Specifico del Calcestruzzo	*cls	25.00	(kN/m ³)
---------------------------------	------	-------	----------------------

**Dati Geotecnici**

		Valori caratteristici	Valori di progetto	
Dati Terrapieno	Angolo di attrito del terrapieno	*' 30.00	30.00	(°)
	Peso Unità di Volume del terrapieno	*' 19.00	26.60	(kN/m ³)
	Angolo di Inclinazione Piano di Campagna	* 0.00	0.00	(°)
	Angolo di attrito terreno-paramento	*muro 20.00	20.00	(°)
	Angolo di attrito terreno-superficie ideale	*sup id 20.00	20.00	(°)
Dati Terreno Fondazione	Coesione Terreno di Fondazione	c1' 0.00	0.00	(kPa)
	Angolo di attrito del Terreno di Fondazione	*' 27.00	27.00	(°)
	Peso Unità di Volume del Terreno di Fondazione	* 18.00	18.00	(kN/m ³)
	Peso Unità di Volume del Rinterro della Fondazione	*d 18.00	18.00	(kN/m ³)
	Profondità Piano di Posa della Fondazione	H2' 0.60		(m)
	Profondità Falda	Zw 0.50		(m)
	Profondità "Significativa" (n.b.: consigliata H = 2*B)	Hs 4.00		(m)
Dati Sismici	Modulo di deformazione	E 150000	150000	(kN/m ²)
	Accelerazione sismica	ag/g 0.11		(-)
	Coefficiente Categoria di Suolo	S 1.25		(-)
	coefficiente sismico orizzontale	kh 0.1375		(-)
Coefficienti di Spinta	coefficiente sismico verticale	kv 0.0688		(-)
	Coeff. di Sp. Attiva sulla superficie ideale	ka 0.30	0.30	(-)
	Coeff. Di Sp. Attiva Sismica sulla superficie ideale sisma +	kas+ 0.39	0.39	(-)
	Coeff. Di Sp. Attiva Sismica sulla superficie ideale sisma -	kas- 0.40	0.40	(-)
	Coeff. Di Sp. Passiva in Fondazione	kp 2.66	2.66	(-)
	Coeff. Di Sp. Passiva Sismica in Fondazione sisma +	kps+ 2.44	2.44	(-)
	Coeff. Di Sp. Passiva Sismica in Fondazione sisma -	kps- 2.41	2.41	(-)
	Coeff. di Spinta Attiva sulla parete	ka 0.30	0.30	(-)
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sulla parete	kas+ 0.39	0.39	(-)
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sulla parete	kas- 0.40	0.40	(-)

Carichi Agenti

		Valori caratteristici	Valori di progetto	
Condizioni Statiche	Sovraccarico Accidentale in condizioni statiche	q 5.00	7.50	(kN/m ²)
	Forza Orizzontale in Testa in condizioni statiche	f 0.00	0.00	(kN/m)
	Forza Verticale in Testa in condizioni statiche	v 0.00	0.00	(kN/m)
	Momento in Testa in condizioni statiche	m 0.00	0.00	(kNm/m)
Condizioni Sismiche	Sovraccarico Accidentale in condizioni sismiche	qs 1.00	1.50	(kN/m ²)
	Forza Orizzontale in Testa in condizioni sismiche	fs 0.00	0.00	(kN/m)
	Forza Verticale in Testa in condizioni sismiche	vs 0.00	0.00	(kN/m)
	Momento in Testa in condizioni sismiche	ms 0.00	0.00	(kNm/m)

CONDIZIONE STATICA**Azioni orizzontali**

Spinta terreno	42.95	(kN/m)
Spinta sovraccarico	7.12	(kN/m)
Spinta passiva	0.00	(kN/m)
Azioni esterne	0.00	(kN/m)

Azioni verticali

PP muro	60.00	(kN/m)
PP terreno a monte	125.40	(kN/m)
Spinta terreno	15.63	(kN/m)
Spinta sovraccarico	2.59	(kN/m)
Azioni esterne	0.00	(kN/m)

Momenti ribaltanti

Spinta terreno	48.68	(kNm/m)
Spinta sovraccarico	12.11	(kNm/m)
Spinta passiva	0.00	(kNm/m)
Azioni esterne	0.00	(kNm/m)

Momenti stabilizzanti

PP muro	63.00	(kNm/m)
PP terreno a monte	238.26	(kNm/m)
Spinta terreno	46.90	(kNm/m)
Spinta sovraccarico	7.78	(kNm/m)
Azioni esterne	0.00	(kNm/m)

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Risultante forze verticali (N) N = 203.63 (kN/m)

Risultante forze orizzontali (T) T = 50.08 (kN/m)

Coefficiente di attrito alla base (f) f = 0.51 (-)

Fs = (N*f + Sp) / T 2.07 (-)

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms) Ms = 355.94 (kNm/m)

Momento ribaltante (Mr) Mr = 60.79 (kNm/m)

Fr = Ms / Mr 5.85 (-)

VERIFICA DELLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N) N = 203.63 (kN/m)

Risultante forze orizzontali (T) T = 50.08 (kN/m)

Momento rispetto al baric. della fond. (M) M = 10.29 (kNm/m)

eccentricità e = 0.05 (m)

larghezza equivalente B* = 2.90 (m)

Coefficienti di carico limite

Nq	13.20	(-)
Nc	23.94	(-)
N _γ	14.47	(-)

Coefficienti di inclinazione del carico

iq	0.57	(-)
ic	0.53	(-)
iy	0.43	(-)

qlim (carico limite unitario) = 238.42 (kN/m²)

F qlim*B*/ N 3.39 (-)

CEDIMENTO DELLA FONDAZIONE

δ 0.64 (mm)

CONDIZIONE SISMICA +**Azioni orizzontali**

Spinta terreno	60.04	(kN/m)
Spinta sovraccarico	1.86	(kN/m)
Spinta passiva	0.00	(kN/m)
Azioni esterne	0.00	(kN/m)
Inerzia muro	8.25	(kN/m)
Inerzia terrapieno	17.24	(kN/m)

Azioni verticali

PP muro	60.00	(kN/m)
PP terreno a monte	125.40	(kN/m)
Spinta terreno	21.85	(kN/m)
Spinta sovraccarico	0.68	(kN/m)
Azioni esterne	0.00	(kN/m)
Inerzia terrapieno	8.62	(kN/m)

Momenti ribaltanti

Spinta terreno	102.07	(kNm/m)
Spinta sovraccarico	3.17	(kNm/m)
Spinta passiva	0.00	(kNm/m)
Azioni esterne	0.00	(kNm/m)
Inerzia muro	8.66	(kNm/m)
Inerzia terrapieno	16.38	(kNm/m)

Momenti stabilizzanti

PP muro	63.00	(kNm/m)
PP terreno a monte	238.26	(kNm/m)
Spinta terreno	65.56	(kNm/m)
Spinta sovraccarico	2.03	(kNm/m)
Azioni esterne	0.00	(kNm/m)

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Risultante forze verticali (N)	N	=	216.55	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)	T	=	87.39	(kN/m)
Coefficiente di attrito alla base (f)	f	=	0.51	(-)

$$F_s = (N \cdot f + S_p) / T \quad \mathbf{1.26} \quad (-)$$

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)	Ms	=	368.85	(kNm/m)
Momento ribaltante (Mr)	Mr	=	130.28	(kNm/m)

$$F_r = M_s / M_r \quad \mathbf{2.83} \quad (-)$$

VERIFICA DELLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)	N	=	216.55	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)	T	=	87.39	(kN/m)
Momento rispetto al baric. della fond. (M)	M	=	86.25	(kNm/m)
eccentricità	e	=	0.40	(m)
larghezza equivalente	B*	=	2.20	(m)

Coefficienti di carico limite			Coefficienti di inclinazione del carico		
Nq	13.20	(-)	iq	0.36	(-)
Nc	23.94	(-)	ic	0.30	(-)
Nγ	14.47	(-)	iγ	0.21	(-)

$$q_{lim} \quad (\text{carico limite unitario}) \quad = \quad 108.77 \quad (\text{kN/m}^2)$$

$$F \quad q_{lim} \cdot B^* / N \quad \mathbf{1.11} \quad (-)$$

$$\delta \quad \mathbf{0.85} \quad (\text{mm})$$

CONDIZIONE SISMICA -**Azioni orizzontali**

Spinta terreno	54.49	(kN/m)
Spinta sovraccarico	1.94	(kN/m)
Spinta passiva	0.00	(kN/m)
Azioni esterne	0.00	(kN/m)
Inerzia muro	8.25	(kN/m)
Inerzia terrapieno	17.24	(kN/m)

Azioni verticali

PP muro	60.00	(kN/m)
PP terreno a monte	125.40	(kN/m)
Spinta terreno	19.83	(kN/m)
Spinta sovraccarico	0.71	(kN/m)
Azioni esterne	0.00	(kN/m)
Inerzia terrapieno	-8.62	(kN/m)

Momenti ribaltanti

Spinta terreno	92.63	(kNm/m)
Spinta sovraccarico	3.30	(kNm/m)
Spinta passiva	0.00	(kNm/m)
Azioni esterne	0.00	(kNm/m)
Inerzia muro	8.66	(kNm/m)
Inerzia terrapieno	49.14	(kNm/m)

Momenti stabilizzanti

PP muro	63.00	(kNm/m)
PP terreno a monte	238.26	(kNm/m)
Spinta terreno	59.49	(kNm/m)
Spinta sovraccarico	2.12	(kNm/m)
Azioni esterne	0.00	(kNm/m)

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Risultante forze verticali (N) N = 197.32 (kN/m)

Risultante forze orizzontali (T) T = 81.92 (kN/m)

Coefficiente di attrito alla base (f) f = 0.51 (-)

Fs = (N*f + Sp) / T 1.23 (-)

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms) Ms = 362.87 (kNm/m)

Momento ribaltante (Mr) Mr = 153.73 (kNm/m)

Fr = Ms / Mr 2.36 (-)

VERIFICA DELLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N) N = 197.32 (kN/m)

Risultante forze orizzontali (T) T = 81.92 (kN/m)

Momento rispetto al baric. della fond. (M) M = 86.83 (kNm/m)

eccentricità e = 0.44 (m)

larghezza equivalente B* = 2.12 (m)

Coefficienti di carico limite

Nq	13.20	(-)
Nc	23.94	(-)
N _γ	14.47	(-)

Coefficienti di inclinazione del carico

iq	0.34	(-)
ic	0.29	(-)
i _γ	0.20	(-)

qlim (carico limite unitario) = 101.27 (kN/m²)

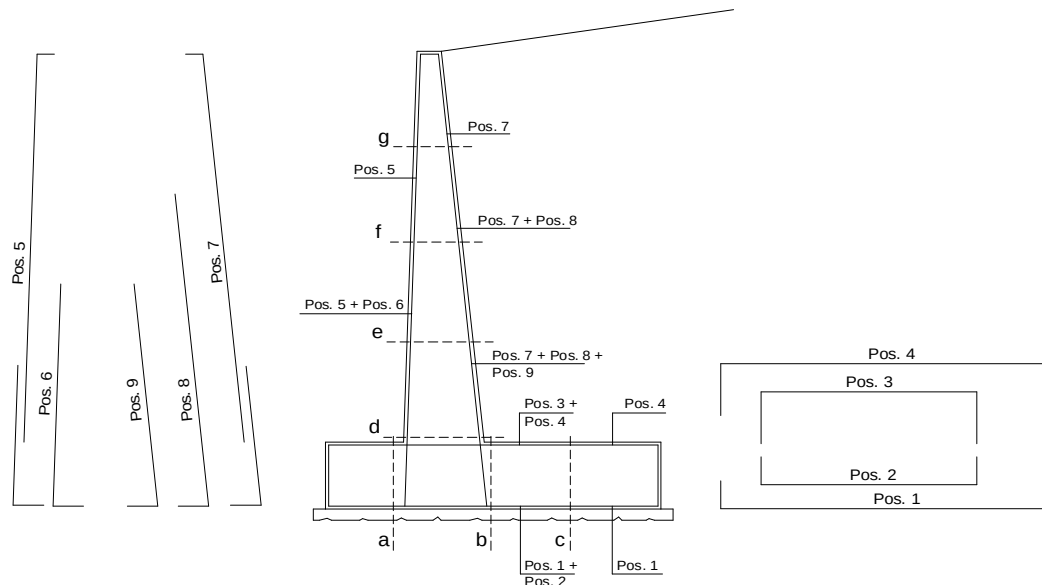
F qlim*B*/ N 1.09 (-)

CEDIMENTO DELLA FONDAZIONE

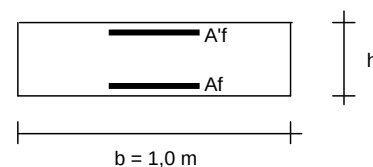
δ 0.79 (mm)

CALCOLI STATICI - Verifica allo Stato Limite Ultimo**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

Calcestruzzo	Rck	30	(MPa)	Acciaio	Fe B 44 k
γ_c	=	1.6		f_{yk}	= 450 (MPa)
$f_{cd} = 0.83 \cdot R_{ck} / \gamma_c$	=	15.56	(MPa)	γ_E	= 1.00
				γ_s	= 1.15
Copri ferro				$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s / \gamma_E$	= 391.30 (MPa)
c =	5.00	(cm)		E_s	= 210000 (MPa)

SCHEMA DELLE ARMATURE**ARMATURE**

pos	n°/ml	φ	pos	n°/ml	φ
1	5.0	16	5	5.0	20
2	5.0	16	6	5.0	20
3	5.0	16	7	5.0	20
4	5.0	16	8	0.0	0
			9	5.0	20

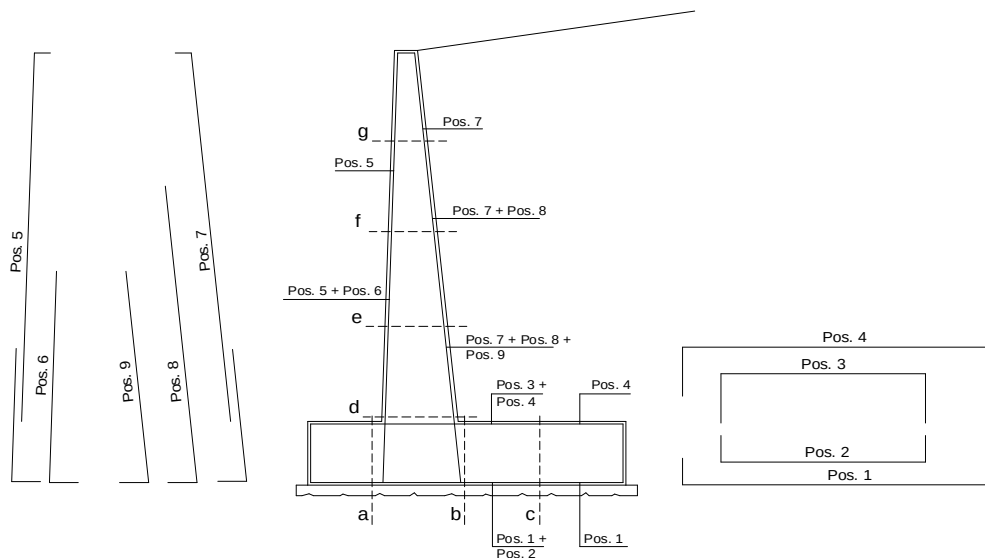
**VERIFICHE**

Sez.	M	N	h	Af	A'f	Mu
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(kNm)
a - a	9.11	0.00	0.40	20.11	20.11	255.18
b - b	-178.26	0.00	0.40	20.11	20.11	255.18
c - c	-65.46	0.00	0.40	10.05	10.05	135.60
d - d	78.77	49.67	0.40	15.71	15.71	210.74
e - e	34.45	34.07	0.40	15.71	15.71	208.36
f - f	10.93	20.58	0.40	15.71	15.71	206.29
g - g	1.64	9.23	0.40	15.71	15.71	204.55

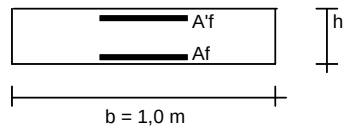
(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

CALCOLI STATICI - VERIFICHE A FESSURAZIONE**DATI DI PROGETTO:****Caratteristiche dei Materiali**

Calcestruzzo	$R_{ck} =$	30	(MPa)	Acciaio	Fe B 44 k
$f_{ctm} = 0.27 \cdot R_{ck}^{2/3} =$	2.61	(MPa)		$f_{yk} =$	450 (MPa)
coefficiente omogeneizzazione acciaio	$n =$	15		$E_s =$	210000 (MPa)
Copriferro	(distanza asse armatura-bordo)	3.00	(cm)		
Copriferro minimo di normativa	(ricoprimento armatura)	1.00	(cm)		
Valore limite di apertura delle fessure		0.2	mm		

SCHEMA DELLE ARMATURE**ARMATURE**

pos	n°/ml	ϕ	pos	n°/ml	ϕ
1	5.0	16	5	5.0	20
2	5.0	16	6	0.0	0
3	5.0	16	7	5.0	20
4	5.0	16	8	0.0	0
			9	5.0	20

**Condizione Statica**

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ_c	σ_f	wk	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	4.50	0.00	0.4	20.11	20.11	0.18	6.67	0.003	0.200
b - b	-30.84	0.00	0.4	20.11	20.11	1.23	45.62	0.023	0.200
c - c	-14.84	0.00	0.4	10.05	10.05	0.84	43.19	0.034	0.200
d - d	30.17	40.22	0.4	15.71	15.71	1.44	45.27	0.026	0.200
e - e	13.61	28.53	0.4	15.71	15.71	0.66	17.60	0.010	0.200
f - f	4.56	17.94	0.4	15.71	15.71	0.23	3.84	0.002	0.200
g - g	0.77	8.42	0.4	15.71	15.71	0.04	0.02	0.000	0.200

Condizione Sismica

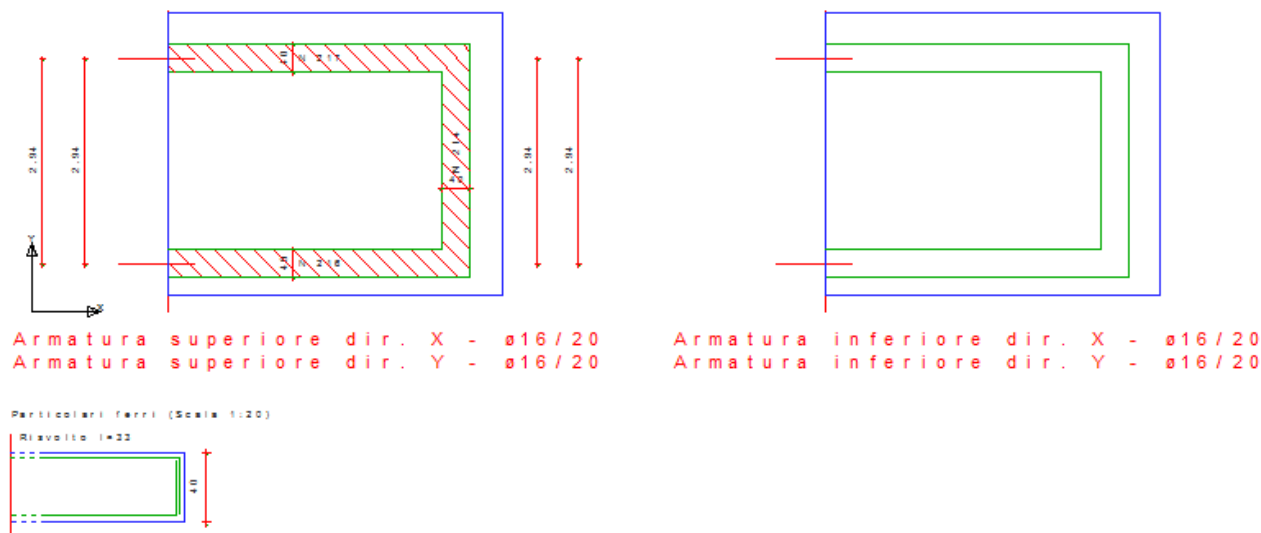
Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ_c	σ_f	wk	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	7.94	0.00	0.4	20.11	20.11	0.32	11.75	0.006	0.200
b - b	-93.36	0.00	0.4	20.11	20.11	3.71	138.14	0.070	0.200
c - c	-38.66	0.00	0.4	10.05	10.05	2.19	112.53	0.089	0.200
d - d	57.91	44.61	0.4	15.71	15.71	2.71	96.10	0.056	0.200
e - e	25.53	31.18	0.4	15.71	15.71	1.21	39.11	0.022	0.200
f - f	8.22	19.27	0.4	15.71	15.71	0.40	10.09	0.006	0.200
g - g	1.27	8.87	0.4	15.71	15.71	0.06	0.42	0.000	0.200

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

15.3 Soletta di fondazione

Sulla soletta di fondazione sono impostati i muri laterali e il muro frontale nel modello di calcolo è stato anche considerato il riempimento del terreno. Nella figura seguente si riporta lo schema di armatura progettato, a seguire i tabulati di verifica.

Armatura platea a quota 0.45



Armatura platea a quota 0.45

Simbologia

- Nodo = Numero del nodo
- X = Coordinata X del nodo
- Y = Coordinata Y del nodo
- DV = Direzione di verifica
 - XX = Verifica per momento M_{xx}
 - YY = Verifica per momento M_{yy}
- CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
- TCC = Tipo di combinazione di carico
 - SLU = Stato limite ultimo
 - SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)
 - SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara
 - SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
 - SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
 - SLD = Stato limite di danno
 - SLV = Stato limite di salvaguardia della vita
 - SLC = Stato limite di prevenzione del collasso
 - SLO = Stato limite di operatività
 - SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco
- c = Ricoprimento dell'armatura
- s = Distanza minima tra le barre
- K3 = Coefficiente di forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione
- s_{rm} = Distanza media tra le fessure
 - ϕ = Diametro della barra
- A_s = Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace
- $A_{c\ eff}$ = Area di calcestruzzo efficace
 - σ_s = Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata
 - σ_{sr} = Tensione nell'acciaio corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione nel calcestruzzo
 - ϵ_{sm} = Deformazione unitaria media dell'armatura (*1000)
- Wk = Apertura delle fessure
- AfE S = Area di ferro effettiva totale presente nel punto di verifica, superiore

AfE I = Area di ferro effettiva totale presente nel punto di verifica, inferiore

Mom = Momento flettente

Mu = Momento ultimo

Sic. = Sicurezza a rottura

• c = Tensione nel calcestruzzo

• f = Tensione nel ferro

Spess. = Spessore

Cf sup = Copriferro superiore

Cf inf = Copriferro inferiore

Cls = Tipo di calcestruzzo

Fck = Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo

Fctk = Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo

Fcd = Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo

Fctd = Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo

Acc. = Tipo di acciaio

Fyk = Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio

Fyd = Resistenza di calcolo dell'acciaio

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Spess.	Cf sup	Cf inf	Cls	Fck	Fctk	Fcd	Fctd	Acc.	Fyk	Fyd
<m>	<m>	<m>		<kN/mq>	<kN/mq>	<kN/mq>	<kN/mq>		<kN/mq>	<kN/mq>
0.40	0.03	0.03	C28/35	29050.00	1984.49	16461.70	1322.99	B450C	450000.00	391304.00

Stato limite ultimo - Ferri longitudinali - Verifiche armatura

Nodo	X	Y	DV	CC	TCC	AfE S	AfE I	Mom	Mu	Sic.
	<m>	<m>			<cmq>	<cmq>		<kNm>	<kNm>	
-443	-26.85	1.47	XX	25	SLU	10.05	10.05	-8.01	-140.06	17.493
-443	-26.85	1.47	XX	2	SLD	10.05	10.05	-5.53	-162.45	29.361
-446	-25.29	1.47	XX	25	SLU	10.05	10.05	24.15	140.06	5.799
-446	-25.29	1.47	XX	2	SLD	10.05	10.05	16.48	162.45	9.860
-418	-29.44	0.49	YY	9	SLV	10.05	10.05	-30.40	-140.06	4.607
-418	-29.44	0.49	YY	10	SLD	10.05	10.05	-23.00	-162.45	7.062
-473	-26.85	2.94	YY	9	SLV	10.05	10.05	7.78	140.06	17.991
-473	-26.85	2.94	YY	10	SLD	10.05	10.05	4.71	162.45	34.457

Stato limite d'esercizio - Ferri longitudinali - Verifiche armatura

Nodo	X	Y	DV	CC	TCC	AfE S	AfE I	Mom	• c	• f
	<m>	<m>			<cmq>	<cmq>		<kNm>	<kN/mq>	<kN/mq>
-443	-26.85	1.47	XX	49	SLE R	10.05	10.05	-6.05	343.73	17624.80
-443	-26.85	1.47	XX	89	SLE Q	10.05	10.05	-5.10	289.59	14848.70
-446	-25.29	1.47	XX	49	SLE R	10.05	10.05	18.25	1035.86	53114.40
-446	-25.29	1.47	XX	89	SLE Q	10.05	10.05	15.18	861.87	44192.80
-418	-29.44	0.49	YY	56	SLE R	10.05	10.05	-21.84	1240.05	63584.60
-418	-29.44	0.49	YY	92	SLE Q	10.05	10.05	-19.38	1100.03	56404.90
-473	-26.85	2.94	YY	52	SLE R	10.05	10.05	3.58	203.17	10417.70
-473	-26.85	2.94	YY	92	SLE Q	10.05	10.05	3.18	180.54	9257.47

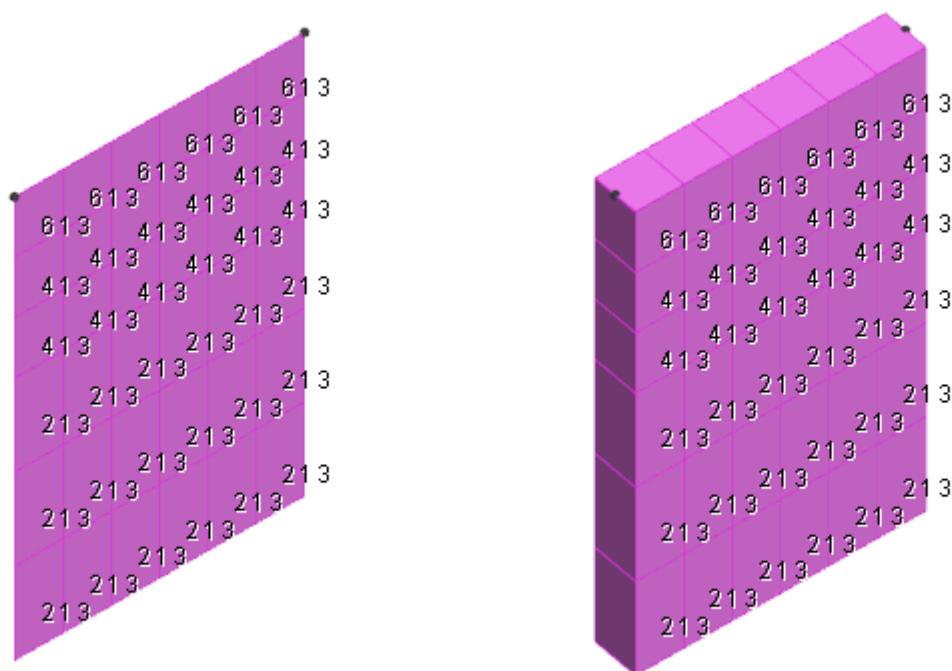
Verifiche stato limite di formazione delle fessure

Nodo	X	Y	DV	CC	TCC	c	s	K3	s _{rm}	•	A _s	A _{ceff}	• s	• s _r	• s _m	W _k
	<m>	<m>			<mm>	<mm>			<mm>		<cmq>	<cmq>	<kN/mq>	<kN/mq>	<kN/mq>	<mm>
-443	-26.85	1.47	XX	89	SLE Q	22.00	200.00	0.16	210.64	16.00	10.05	1231.79	14848.70	307257.00	0.03	0.01
-443	-26.85	1.47	XX	73	SLE F	22.00	200.00	0.16	210.64	16.00	10.05	1231.79	15928.80	307257.00	0.03	0.01
-446	-25.29	1.47	XX	89	SLE Q	22.00	200.00	0.16	210.64	16.00	10.05	1231.79	44192.80	307257.00	0.09	0.03
-446	-25.29	1.47	XX	73	SLE F	22.00	200.00	0.16	210.64	16.00	10.05	1231.79	47672.50	307257.00	0.09	0.03
-418	-29.44	0.49	YY	92	SLE Q	22.00	200.00	0.16	210.64	16.00	10.05	1231.79	56404.90	307257.00	0.11	0.04
-418	-29.44	0.49	YY	76	SLE F	22.00	200.00	0.16	210.64	16.00	10.05	1231.79	59071.30	307257.00	0.11	0.04
-473	-26.85	2.94	YY	92	SLE Q	22.00	200.00	0.16	210.64	16.00	10.05	1231.79	9257.47	307257.00	0.02	0.01
-473	-26.85	2.94	YY	76	SLE F	22.00	200.00	0.16	210.64	16.00	10.05	1231.79	9727.74	307257.00	0.02	0.01

16 VERIFICA ELEMENTI CEMENTO ARMATO PILA

Nel presente capitolo si conducono le verifiche degli elementi strutturali in cemento armato costituenti la pila della rampa di approccio lato Brescia.

Il sistema nel suo complesso è stato opportunamente simulato nel modello globale di calcolo.

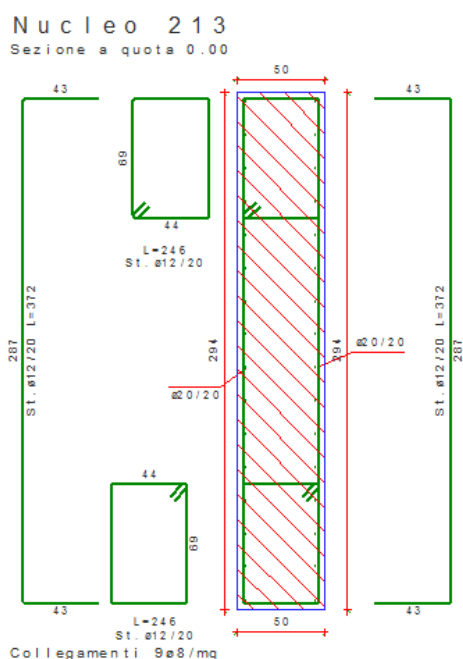


Numerazione elementi e Vista estrusa

16.1 Pila

La pila è soggetta alle azioni direttamente trasmesse dall'impalcato

Nella figura seguente si riporta lo schema di armatura progettato, a seguire i tabulati di verifica.



Nucleo 213

Nodi -69 -144 -184 -215 -183 -254 -293

Simbologia

Liv. = Numero del livello
 Pos. = Posizione (P=Piede, T=Testa)
 CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
 TCC = Tipo di combinazione di carico
 SLU = Stato limite ultimo
 SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)
 SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara
 SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
 SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
 SLD = Stato limite di danno
 SLV = Stato limite di salvaguardia della vita
 SLC = Stato limite di prevenzione del collasso
 SLO = Stato limite di operatività
 SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco
 N = Sforzo normale
 N ver. = Sforzo normale di verifica
 Mz = Momento flettente intorno all'asse Z
 Mz ver. = Momento flettente di verifica intorno all'asse Z
 My = Momento flettente intorno all'asse Y
 Nu = Sforzo normale ultimo
 Myu = Momento ultimo intorno all'asse Y
 Mzu = Momento ultimo intorno all'asse Z
 Sic. = Sicurezza a rottura
 • c = Tensione nel calcestruzzo
 • f = Tensione nel ferro
 T_l = Taglio parete in dir. longitudinale
 V_{sd} = Taglio agente nella direzione del momento ultimo
 ctg• = Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
 V_{Rsd} = Taglio ultimo lato armatura
 V_{Rcd} = Taglio ultimo lato calcestruzzo
 V_{Rd,s} = Taglio ultimo per scorrimento lungo piani orizzontali
 V_{dd} = Contributo effetto spinotto
 V_{fd} = Contributo resistenza per attrito
 Sic.T = Sicurezza a rottura per taglio
 Spess. = Spessore
 Cf = Copriferro
 Cls = Tipo di calcestruzzo
 Fck = Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo
 Fctk = Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo
 Fcd = Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo
 Fctd = Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
 Acc. = Tipo di acciaio
 Fyk = Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
 Fyd = Resistenza di calcolo dell'acciaio

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Spess.	Cf	Cls	Fck	Fctk	Fcd	Fctd	Acc.	Fyk	Fyd
<m>	<m>		<kN/mq>	<kN/mq>	<kN/mq>	<kN/mq>		<kN/mq>	<kN/mq>
0.50	0.05	C32/40	33200.00	2169.26	18813.30	1446.17	B450C	450000.00	391304.00

Stato limite ultimo - Armatura a flessione

Liv.	Pos.	CC	TCC	N	N ver.	Mz	Mz ver.	My	Nu	Myu	Mzu	Sic.
				<kN>	<kN>	<kNm>	<kNm>	<kNm>	<kN>	<kNm>	<kNm>	
1	P	1	SLV	-228.97	-228.97	0.00	0.00	-203.20	-229.34	-892.01	-3.61E-005	4.390
1	P	2	SLD	-235.03	-235.03	0.00	0.00	-57.87	-235.03	-1035.90	-4.22E-005	17.901

2 P	1 SLV	-209.97	-209.97	0.00	0.00	-85.12	-210.47	-888.13	-3.62E-005	10.434
2 P	2 SLD	-216.00	-216.00	0.00	0.00	-24.88	-216.00	-1031.92	-4.22E-005	41.469
3 T	1 SLV	-169.96	-169.96	0.00	0.00	129.08	-170.76	879.97	2.00E-004	6.817
3 T	2 SLD	-175.45	-175.45	0.00	0.00	35.47	-175.45	1023.43	1.88E-004	28.852
4 P	1 SLV	-138.60	-138.60	0.00	0.00	129.08	-138.66	873.37	7.49E-005	6.766
4 P	2 SLD	-143.64	-143.64	0.00	0.00	35.47	-143.79	1016.80	2.34E-005	28.666

Stato limite d'esercizio - Armatura a flessione

Liv. Pos. CC TCC N Mz My $\cdot_c$ $\cdot_f$
 <kN> <kNm> <kNm> <kN/mq> <kN/mq>

1 P	50 SLE R	-369.52	0.00	-26.21	407.32	5550.25
1 P	70 SLE R	-272.62	0.00	-21.42	314.76	4264.08
1 P	90 SLE Q	-205.15	0.00	-14.19	223.69	3052.37
2 P	50 SLE R	-359.90	0.00	-12.32	306.33	4332.04
2 P	70 SLE R	-256.11	0.00	-11.27	235.11	3286.14
2 P	90 SLE Q	-183.85	0.00	-6.78	159.83	2252.70
3 T	54 SLE R	-318.95	0.00	17.65	317.58	4386.82
3 T	66 SLE R	-216.72	0.00	13.44	225.67	3098.15
3 T	90 SLE Q	-143.42	0.00	6.90	135.73	1888.53
4 P	54 SLE R	-285.44	0.00	17.65	296.90	4076.61
4 P	66 SLE R	-184.33	0.00	13.44	205.69	2798.39
4 P	90 SLE Q	-111.83	0.00	6.90	116.24	1596.26

Stato limite ultimo - Armatura a taglio

Liv. Pos. CC TCC T_l Vsdu ctg $\cdot$ VRsd VRcd V_{Rd,s} V_{d,d} V_{f,d} Sic.T
 <kN> <kN> <kN> <kN> <kN> <kN> <kN> <kN>

1 P	9 SLV	-376.50	376.50	2.50	2875.72	4250.85	1390.78	983.46	407.32	3.69
1 P	10 SLD	-113.84	113.84	2.50	3307.08	6359.19	1481.91	1130.97	350.94	13.02
2 P	9 SLV	-52.41	52.41	2.50	2875.72	4247.99		54.87		
2 P	10 SLD	-15.80	15.80	2.50	3307.08	6356.29		209.27		
3 T	9 SLV	-52.34	52.34	2.50	2875.72	4241.89	1379.95	983.46	396.50	26.37
3 T	10 SLD	-15.68	15.68	2.50	3307.08	6350.11	1473.71	1130.97	342.73	94.00

Nucleo 613

Nodi -1006 -1007 -1008 -1009 -1010 -1011 -1012

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Spess. Cf Cls Fck Fctk Fcd Fctd Acc. Fyk Fyd
 <m> <m> <kN/mq> <kN/mq> <kN/mq> <kN/mq> <kN/mq> <kN/mq> <kN/mq>

0.50 0.05 C32/40 33200.00 2169.26 18813.30 1446.17 B450C 450000.00 391304.00

Stato limite ultimo - Armatura a flessione

Liv. Pos. CC TCC N N ver. Mz Mz ver. My Nu Myu Mzu Sic.
 <kN> <kN> <kNm> <kNm> <kNm> <kN> <kNm> <kNm>

1 T	1 SLV	-83.07	-83.07	0.00	0.00	289.31	-83.16	861.95	3.58E-005	2.979
1 T	2 SLD	-87.07	-87.07	0.00	0.00	81.79	-87.07	1004.93	-1.76E-005	12.286

Stato limite d'esercizio - Armatura a flessione

Liv. Pos. CC TCC N Mz My $\cdot_c$ $\cdot_f$
 <kN> <kNm> <kNm> <kN/mq> <kN/mq>

1 T	54 SLE R	-215.10	0.00	41.70	486.48	5977.03
1 T	66 SLE R	-123.89	0.00	30.17	356.51	4615.36
1 T	90 SLE Q	-58.12	0.00	18.65	223.31	4092.19

Verifiche stato limite di formazione delle fessure

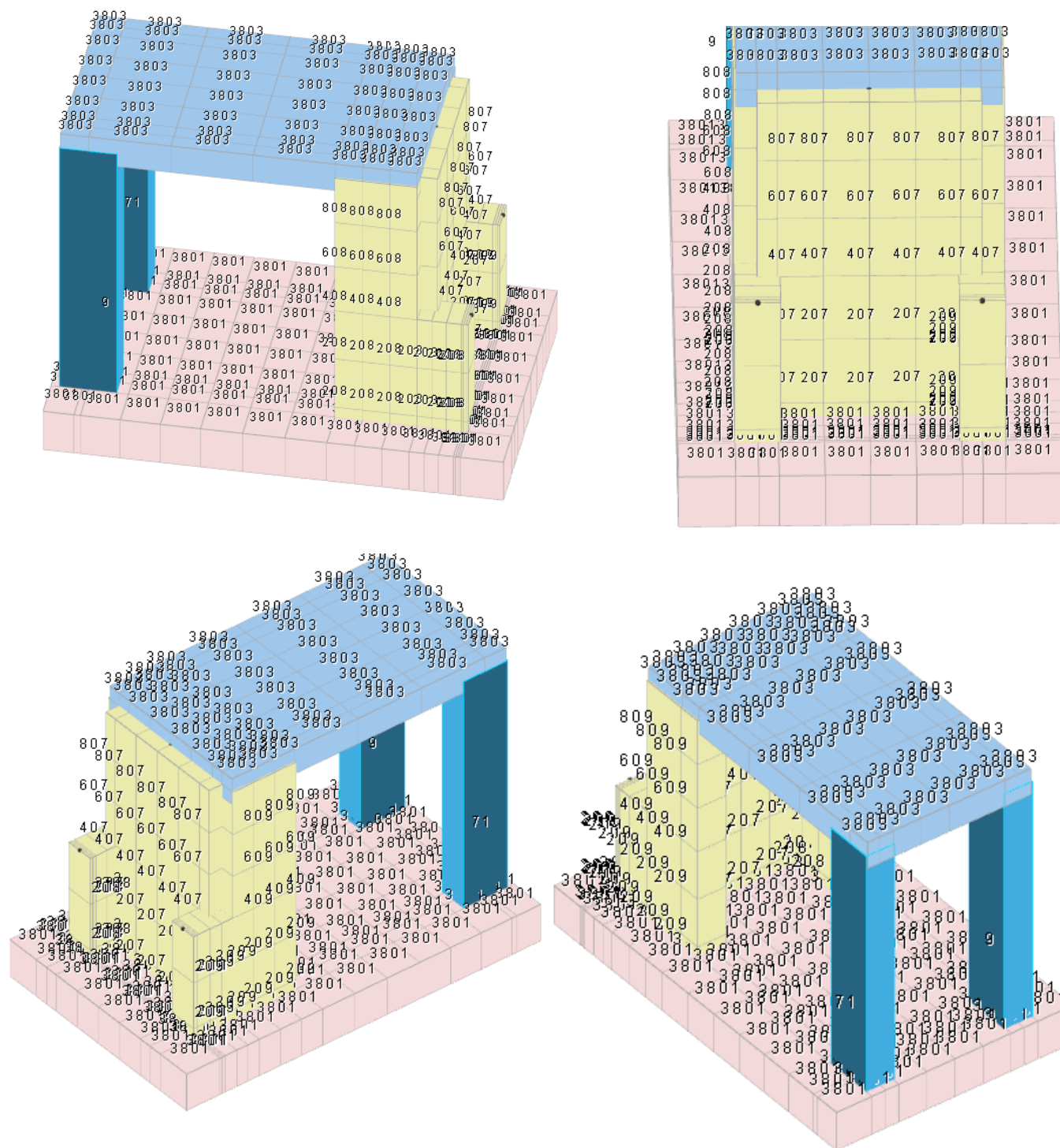
Liv. Pos.	CC	TCC	N	Mz	My	c	s	K3	s_{rm}	σ	A_s	A_{ceff}	σ_s	σ_{sr}	σ_{sm}	W_k	
			<kN>	<kNm>	<kNm>	<mm>						<cmq>	<cmq>	<cmq>	<kN/mq>	<kN/mq>	<mm>
1 T	90	SLE Q	-58.12	0.00	18.65	42.00	192.53	0.13	227.45	20.00	50.27	5275.18	4092.19	165906.00	7.95E-003	3.07E-003	
1 T	86	SLE F	-58.70	0.00	19.96	42.00	192.53	0.13	227.45	20.00	50.27	5275.18	4642.74	172028.00	9.02E-003	3.49E-003	

Stato limite ultimo - Armatura a taglio

Liv. Pos.	CC	TCC	T_l	V_{sdu}	ctg.	VR_{sd}	VR_{cd}	Sic.T
			<kN>	<kN>	<kN>	<kN>		
1 P	9	SLV	46.23	46.23	2.50	2875.72	4231.35	62.20
1 P	10	SLD	13.45	13.45	2.50	3307.08	6339.49	245.83

17 VERIFICA ELEMENTI CEMENTO ARMATO SPALLE ARCO

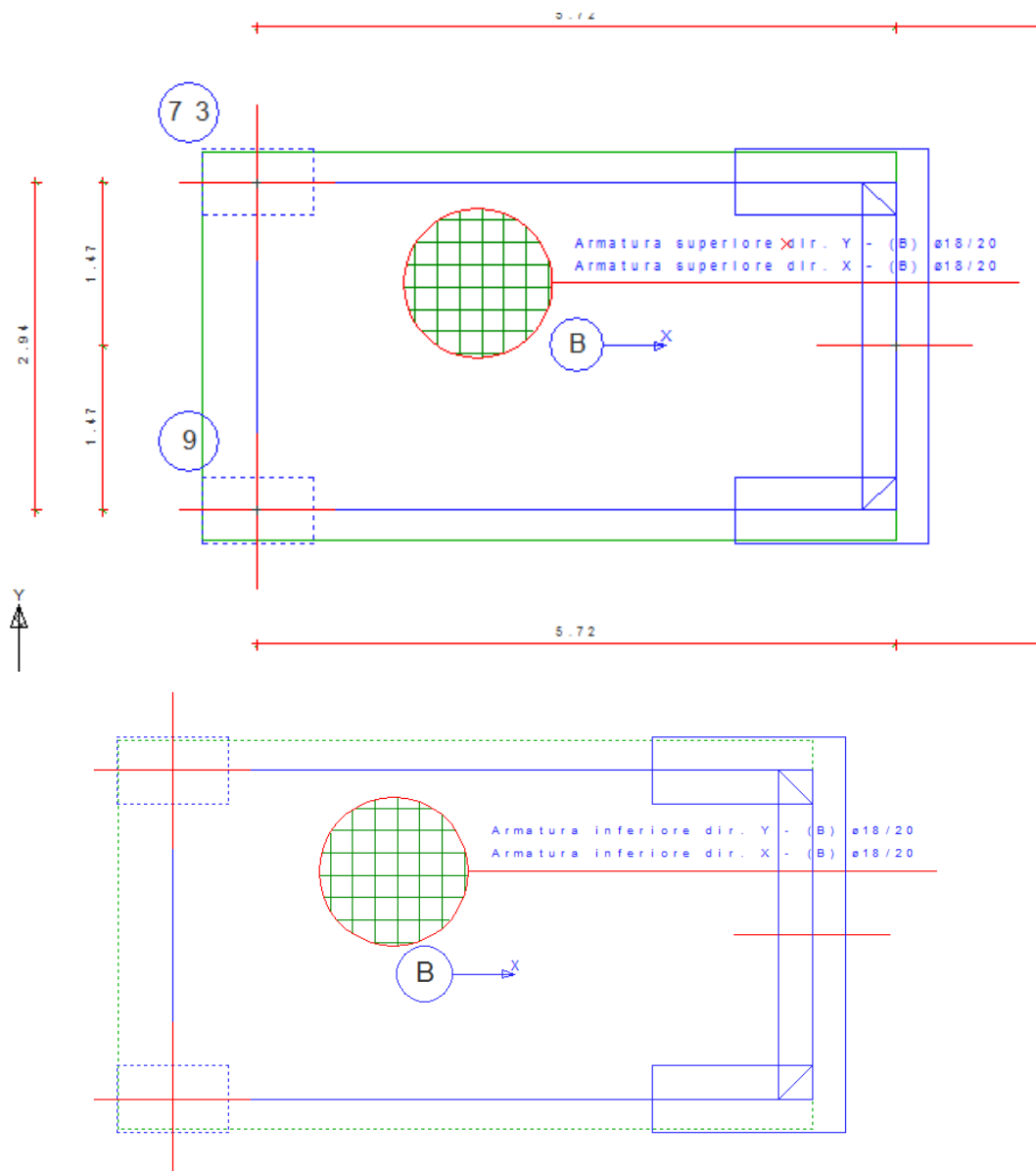
Nel presente capitolo si conducono le verifiche degli elementi strutturali in cemento armato costituenti la spalla della rampa di approccio. Gli elementi di cui si conduce la verifica e il progetto delle armature sono la soletta di fondazione, l'impalcato, i pilastri, il muro frontale e i muri da cui spicca l'arco. Il sistema nel suo complesso è stato opportunamente simulato nel modello globale di calcolo.



Viste estruse con numerazione degli elementi

17.1 Soletta superiore

La soletta è caricata direttamente dal carico accidentale e oltre che dagli effetti globali derivanti dall'arco. Nella figura seguente si riporta lo schema di armatura progettato, a seguire i tabulati di verifica.



Armatura soletta a quota 5.84

Simbologia

- Nodo = Numero del nodo
- X = Coordinata X del nodo
- Y = Coordinata Y del nodo
- DV = Direzione di verifica
- XX = Verifica per momento M_{xx}
- YY = Verifica per momento M_{yy}
- CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
- TCC = Tipo di combinazione di carico
- SLU = Stato limite ultimo
- SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)
- SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara
- SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
- SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente

SLD	= Stato limite di danno
SLV	= Stato limite di salvaguardia della vita
SLC	= Stato limite di prevenzione del collasso
SLO	= Stato limite di operatività
SLU I	= Stato limite di resistenza al fuoco
c	= Ricoprimento dell'armatura
s	= Distanza minima tra le barre
K3	= Coefficiente di forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione
s_{rm}	= Distanza media tra le fessure
σ	= Diametro della barra
A_s	= Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace
$A_{c\ eff}$	= Area di calcestruzzo efficace
σ_s	= Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata
σ_{sr}	= Tensione nell'acciaio corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione nel calcestruzzo
σ_{sm}	= Deformazione unitaria media dell'armatura (*1000)
Wk	= Apertura delle fessure
AfE S	= Area di ferro effettiva totale presente nel punto di verifica, superiore
AfE I	= Area di ferro effettiva totale presente nel punto di verifica, inferiore
Mom	= Momento flettente
Mu	= Momento ultimo
Sic.	= Sicurezza a rottura
σ_c	= Tensione nel calcestruzzo
σ_f	= Tensione nel ferro
Pil	= Numero del pilastro
P_{sd}	= Sollecitazione di punzonamento
Pv	= Perimetro di verifica per punzonamento
Ab	= Area di base della superficie di punzonamento
τ	= Tensione sul terreno
Af punz.	= Area di ferro resistente a punzonamento
P_{rd}	= Resistenza al punzonamento
Spess.	= Spessore
Cf sup	= Copriferro superiore
Cf inf	= Copriferro inferiore
Cl	= Tipo di calcestruzzo
Fck	= Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo
Fctk	= Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo
Fcd	= Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo
Fctd	= Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
Acc.	= Tipo di acciaio
Fyk	= Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
Fyd	= Resistenza di calcolo dell'acciaio

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Spess.	Cf sup	Cf inf	Cl	Fck	Fctk	Fcd	Fctd	Acc.	Fyk	Fyd
<cm>	<cm>	<cm>		<daN/cm ² >	<daN/cm ² >	<daN/cm ² >	<daN/cm ² >		<daN/cm ² >	<daN/cm ² >
55.00	3.00	3.00	C28/35	290.50	19.84	164.62	13.23	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Ferri longitudinali - Verifiche armatura

Nodo	X	Y	DV	CC	TCC	AfE S	AfE I	Mom	Mu	Sic.
	<m>	<m>				<cmq>	<cmq>	<daNm>	<daNm>	
-1110	-7.10	-0.27	XX	42	SLU	12.72	12.72	18278.30	24999.80	1.368
-1111	-6.61	-0.27	XX	42	SLU	12.72	12.72	-20483.20	-24999.80	1.221
-1111	-6.61	-0.27	XX	2	SLD	12.72	12.72	-6535.36	-28903.70	4.423
-1110	-7.10	-0.27	XX	2	SLD	12.72	12.72	5447.14	28903.70	5.306
-1125	56.87	-0.27	XX	41	SLU	12.72	12.72	18225.00	24999.80	1.372
-1124	56.38	-0.27	XX	41	SLU	12.72	12.72	-20423.50	-24999.80	1.224
-1247	56.87	3.21	XX	2	SLD	12.72	12.72	5407.56	28903.70	5.345
-1246	56.38	3.21	XX	2	SLD	12.72	12.72	-6494.71	-28903.70	4.450
-1126	-7.10	-0.00	YY	42	SLU	12.72	12.72	8262.53	24999.80	3.026

-1126 -7.10 -0.00 YY 10 SLD 12.72 12.72 2931.85 28903.70 9.859
 8071 -6.61 2.94 YY 9 SLV 12.72 12.72 -9306.90 -24999.80 2.686
 8071 -6.61 2.94 YY 10 SLD 12.72 12.72 -3880.89 -28903.70 7.448
 -1139 56.87 0.00 YY 41 SLU 12.72 12.72 8230.52 24999.80 3.037
 8017 56.38 0.00 YY 9 SLV 12.72 12.72 -9026.58 -24999.80 2.770
 -1231 56.87 2.94 YY 10 SLD 12.72 12.72 2873.55 28903.70 10.059
 8017 56.38 0.00 YY 10 SLD 12.72 12.72 -3786.17 -28903.70 7.634

Stato limite d'esercizio - Ferri longitudinali - Verifiche armatura

Nodo	X	Y	DV	CC	TCC	AfE S	AfE I	Mom	• c	• f
<m>	<m>				<cmq>	<cmq>		<daNm>	<daN/cmq>	<daN/cmq>
-1111	-6.61	-0.27	XX	70	SLE R	12.72	12.72	-14416.80	42.66	2340.01
-1110	-7.10	-0.27	XX	70	SLE R	12.72	12.72	12826.40	37.95	2081.87
-1233	-6.61	3.21	XX	90	SLE Q	12.72	12.72	-4351.78	12.88	706.35
-1232	-7.10	3.21	XX	90	SLE Q	12.72	12.72	3594.09	10.64	583.36
-1125	56.87	-0.27	XX	69	SLE R	12.72	12.72	12787.10	37.84	2075.50
-1124	56.38	-0.27	XX	69	SLE R	12.72	12.72	-14373.80	42.53	2333.03
-1125	56.87	-0.27	XX	89	SLE Q	12.72	12.72	3578.22	10.59	580.79
-1124	56.38	-0.27	XX	89	SLE Q	12.72	12.72	-4337.63	12.84	704.05
-1126	-7.10	-0.00	YY	70	SLE R	12.72	12.72	5773.65	17.08	937.13
-1218	-7.10	2.94	YY	90	SLE Q	12.72	12.72	1463.30	4.33	237.51
8071	-6.61	2.94	YY	51	SLE R	12.72	12.72	-3275.46	9.69	531.65
8009	-6.61	-0.00	YY	92	SLE Q	12.72	12.72	-1452.07	4.30	235.69
-1139	56.87	0.00	YY	69	SLE R	12.72	12.72	5751.24	17.02	933.49
8079	56.38	2.94	YY	51	SLE R	12.72	12.72	-3266.45	9.67	530.18
8079	56.38	2.94	YY	91	SLE Q	12.72	12.72	-1454.85	4.31	236.14
-1139	56.87	0.00	YY	89	SLE Q	12.72	12.72	1457.92	4.31	236.64

Verifiche stato limite di formazione delle fessure

Nodo	X	Y	DV	CC	TCC	c	s	K3	s _r m	•	A _s	A _{ceff}	• s	• s _r	• s _m	W _k
<m>	<m>				<mm>	<mm>			<mm>		<cmq>	<cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>		<mm>
-1233	-6.61	3.21	XX	90	SLE Q	21.00	200.00	0.18	223.81	18.00	12.72	1397.80	706.35	3243.97	0.14	0.05
-1111	-6.61	-0.27	XX	82	SLE F	21.00	200.00	0.18	223.81	18.00	12.72	1397.80	1340.61	3243.97	0.26	0.10
-1110	-7.10	-0.27	XX	82	SLE F	21.00	200.00	0.18	223.81	18.00	12.72	1397.80	1181.39	3243.97	0.23	0.09
-1232	-7.10	3.21	XX	90	SLE Q	21.00	200.00	0.18	223.81	18.00	12.72	1397.80	583.36	3243.97	0.11	0.04
-1125	56.87	-0.27	XX	89	SLE Q	21.00	200.00	0.18	223.81	18.00	12.72	1397.80	580.79	3243.97	0.11	0.04
-1125	56.87	-0.27	XX	81	SLE F	21.00	200.00	0.18	223.81	18.00	12.72	1397.80	1178.94	3243.97	0.23	0.09
-1124	56.38	-0.27	XX	81	SLE F	21.00	200.00	0.18	223.81	18.00	12.72	1397.80	1338.49	3243.97	0.26	0.10
-1124	56.38	-0.27	XX	89	SLE Q	21.00	200.00	0.18	223.81	18.00	12.72	1397.80	704.05	3243.97	0.14	0.05
-1218	-7.10	2.94	YY	90	SLE Q	21.00	200.00	0.18	223.81	18.00	12.72	1397.80	237.51	3243.97	0.05	0.02
-1218	-7.10	2.94	YY	82	SLE F	21.00	200.00	0.18	223.81	18.00	12.72	1397.80	511.50	3243.97	0.10	0.04
8009	-6.61	-0.00	YY	84	SLE F	21.00	200.00	0.18	223.81	18.00	12.72	1397.80	330.00	3243.97	0.06	0.02
8009	-6.61	-0.00	YY	92	SLE Q	21.00	200.00	0.18	223.81	18.00	12.72	1397.80	235.69	3243.97	0.05	0.02
8079	56.38	2.94	YY	91	SLE Q	21.00	200.00	0.18	223.81	18.00	12.72	1397.80	236.14	3243.97	0.05	0.02
8079	56.38	2.94	YY	83	SLE F	21.00	200.00	0.18	223.81	18.00	12.72	1397.80	330.48	3243.97	0.06	0.02
-1139	56.87	0.00	YY	81	SLE F	21.00	200.00	0.18	223.81	18.00	12.72	1397.80	510.72	3243.97	0.10	0.04
-1139	56.87	0.00	YY	89	SLE Q	21.00	200.00	0.18	223.81	18.00	12.72	1397.80	236.64	3243.97	0.05	0.02

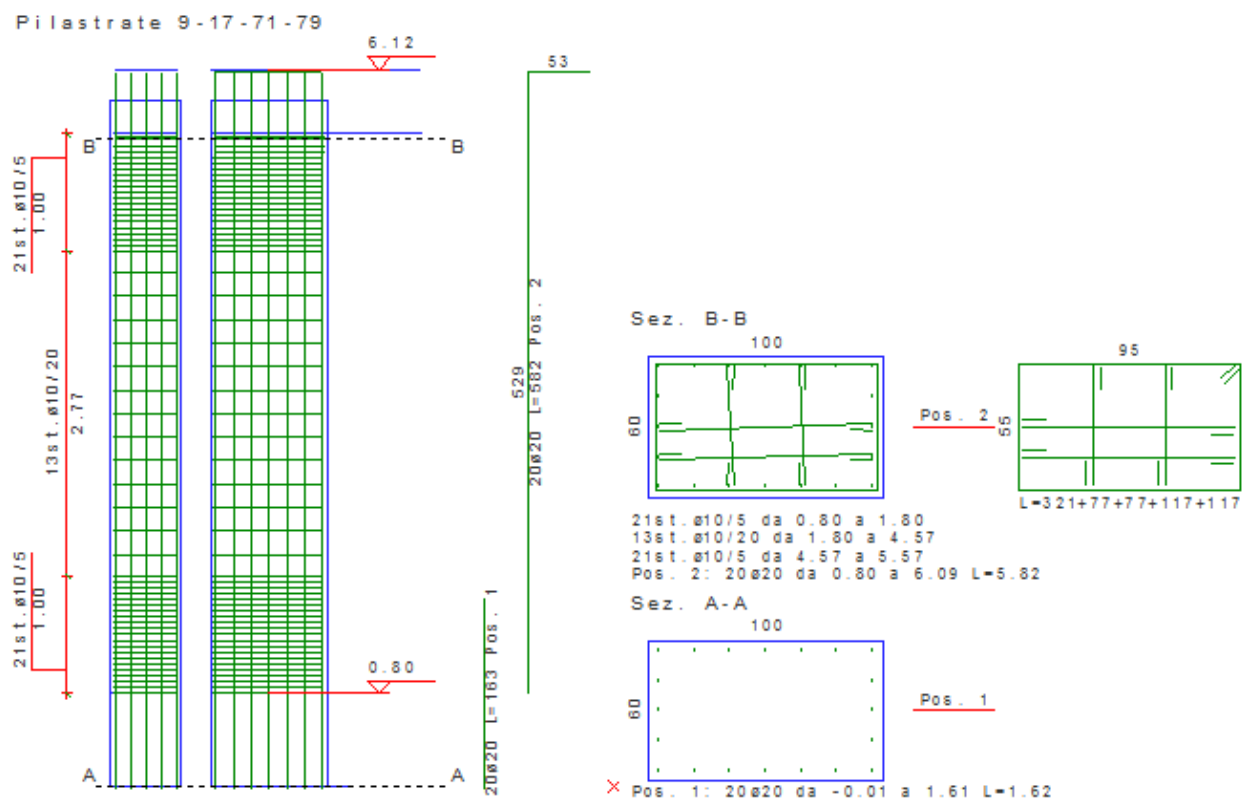
Stato limite ultimo - Armatura a punzonamento - Verifiche armatura

Pil	X	Y	CC	TCC	P _s d	P _v	Ab	• †	Af punz.	P _r d	
	<m>		<m>		<daN>	<m>	<mq>		<daN/cmq>	<cmq>	<daN>
9	-6.61		-0.00	10 SLD	11383.20	3.12	3.27		0.00	63116.30	
9	-6.61		-0.00	28 SLU	24975.60	3.12	3.27		0.00	63116.30	
17	56.38		0.00	10 SLD	11741.60	3.12	3.27		0.00	63116.30	
17	56.38		0.00	28 SLU	26447.70	3.12	3.27		0.00	63116.30	
71	-6.61		2.94	10 SLD	11391.50	3.12	3.27		0.00	63116.30	
71	-6.61		2.94	27 SLU	24844.70	3.12	3.27		0.00	63116.30	
79	56.38		2.94	10 SLD	11710.80	3.12	3.27		0.00	63116.30	

79 56.38 2.94 27 SLU 26291.10 3.12 3.27 0.00 63116.30

17.2 Pilastri

I pilastri sostengono le travi principali delle rampe di accesso e la soletta in cemento armato della spalla dell'arco. Di seguito si riporta la vista delle armature disposte e le verifiche.



Pilastrata
n. 9 (a)

17 (b)

71 (c)

79 (d)

Simbologia

- Xg = Coordinata progressiva (dal primo nodo) in cui viene effettuato il progetto/verifica
- CC = Combinazione delle condizioni di carico elementari
- e = eccentricità aggiuntiva in caso di compressione o pressoflessione
- = amplificazione per gerarchia delle resistenze
- TG = taglio da gerarchia delle resistenze
- TCC = Tipo di combinazione di carico

SLU = Stato limite ultimo
 SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)
 SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara
 SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
 SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
 SLD = Stato limite di danno
 SLV = Stato limite di salvaguardia della vita
 SLC = Stato limite di prevenzione del collasso
 SLO = Stato limite di operatività
 SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco
 In = Identificativo della pilastriata facente parte dell'involuppo
 El = Elemento (asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica (progressivo sul numero di aste)
 Sez. = Numero della sezione
 X = Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale
 N = Sforzo normale
 Mz = Momento flettente intorno all'asse Z
 My = Momento flettente intorno all'asse Y
 My ver. = Momento flettente di verifica intorno all'asse Y
 c = Ricoprimento dell'armatura
 s = Distanza minima tra le barre
 K3 = Coefficiente di forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione
 $s_{r\ m}$ = Distanza media tra le fessure
 • = Diametro della barra
 A_s = Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace
 $A_{c\ e\ f\ f}$ = Area di calcestruzzo efficace
 • s = Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata
 • s r = Tensione nell'acciaio corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione nel calcestruzzo
 • s m = Deformazione unitaria media dell'armatura (*1000)
 W_k = Apertura delle fessure
 Mz ver. = Momento flettente di verifica intorno all'asse Z
 Nu = Sforzo normale ultimo
 Myu = Momento ultimo intorno all'asse Y
 Mzu = Momento ultimo intorno all'asse Z
 • = Angolo asse neutro a rottura
 • γ = Deformazione nell'acciaio (*1000)
 Sic. = Sicurezza a rottura
 AfT = Area di ferro tesa
 AfC = Area di ferro compressa
 • c = Tensione nel calcestruzzo
 • f = Tensione nel ferro
 X0 = Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) dell'inizio del tratto
 X1 = Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) della fine del tratto
 Staff. = Staffatura adottata
 Br_y = Numero bracci in direzione Y locale
 Br_z = Numero bracci in direzione Z locale
 bw_y = Larghezza membratura resistente al taglio in dir. Y
 $V_{sdu,y}$ = Taglio agente in dir. Y
 $ctg^{\bullet}_y$ = Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo in dir. Y
 $VR_{sd,y}$ = Taglio ultimo lato armatura in dir. Y
 $VR_{cd,y}$ = Taglio ultimo lato calcestruzzo in dir. Y
 bw_z = Larghezza membratura resistente al taglio in dir. Z
 $V_{sdu,z}$ = Taglio agente in dir. Z
 $ctg^{\bullet}_z$ = Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo in dir. Z
 $VR_{sd,z}$ = Taglio ultimo lato armatura in dir. Z
 $VR_{cd,z}$ = Taglio ultimo lato calcestruzzo in dir. Z
 Nodo = Numero del nodo
 Conf. = Nodo confinato
 S = Sì
 N = No
 F. = Identificativo faccia del nodo
 Y+ = Faccia sul lato positivo Y locale pilastro

$Z+$ = Faccia sul lato positivo Z locale pilastro
 $Y-$ = Faccia sul lato negativo Y locale pilastro
 $Z-$ = Faccia sul lato negativo Z locale pilastro
Mod. = Modalità di verifica faccia
I = Interna
E = Esterna
Br. = Numero bracci
 $As1$ = Area di ferro superiore delle travi incidenti sulla faccia
 $As2$ = Area di ferro inferiore delle travi incidenti sulla faccia
 Bj = Larghezza effettiva utile del nodo
 Hjc = Distanza tra armature pilastro
 Hjw = Distanza tra armature trave
 Ash = Area totale della sezione della staffa
 $Rgsn$ = Rapporto geometrico di staffatura nodo (7.4.29)
Tipo = Tipologia
2C = Doppia C lato labbri
2Cdx = Doppia C lato costola
2I = Doppia I
2L = Doppia L lato labbri
2Ldx = Doppia L lato costole
C = C
Cdx = C destra
Cir. = Circolare
Cir.c = Circolare cava
I = I
L = L
Ldx = L destra
Om. = Omega
Pg = Pi greco
Pr = Poligono regolare
Prc = Poligono regolare cavo
Pc = Per coordinate
Ia = Inerzie assegnate
R = Rettangolare
Rc = Rettangolare cava
T = T
U = U
Ur = U rovescia
V = V
Vr = V rovescia
Z = Z
Zdx = Z destra
Ts = T stondata
Ls = L stondata
Cs = C stondata
Is = I stondata
Dis. = Disegnata
B = Base
H = Altezza
Cf = Copriferro
Cls = Tipo di calcestruzzo
Fck = Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo
Fctk = Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo
Fcd = Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo
Fctd = Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
Acc. = Tipo di acciaio
Fyk = Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
Fyd = Resistenza di calcolo dell'acciaio

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B	H	Cf	Cls	Fck	Fctk	Fcd	Fctd	Acc.	Fyk	Fyd
		<cm>	<cm>	<cm>		<daN/cm ² >	<daN/cm ² >	<daN/cm ² >	<daN/cm ² >		<daN/cm ² >	<daN/cm ² >
7 R		60.00	100.00	4.50	C28/35	290.50	19.84	164.62	13.23	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Ferri longitudinali - Verifiche armatura

Xg	CC	TCC	In	El	Sez.	X	N	My	My ver.	Mz	Mz ver.	Nu	Myu	Mzu	•	• γ	Sic.
<m>			<cm>			<daN>		<daNm>	<daNm>	<daNm>	<daNm>	<daNm>	<daN>	<daNm>		<daNm>	<grad>
0.80	9	SLV	α	1	7	80.00	-11667.40	7444.24		-7191.99		-11667.40	59899.50	-57781.90	288.28	8.03	8.041
0.80	9	SLV	α	1	7	80.00	-11667.40	7444.24		-7191.99		-11667.40	59899.50	-57781.90	288.28	8.03	8.041
5.57	42	SLU	α	1	7	556.50	-22827.60	-20858.50		1354.91		-22827.70	-115958.00	7269.65	171.56	13.23	5.558
0.80	10	SLD	α	1	7	80.00	-15624.50	4476.45		-2377.69		-15624.60	102441.00	-54987.70	306.56	8.29	22.938
0.80	10	SLD	α	1	7	80.00	-15624.50	4476.45		-2377.69		-15624.60	102441.00	-54987.70	306.56	8.29	22.938
5.57	10	SLD	α	1	7	556.50	-8477.03	-5546.62		3152.61		-8477.02	-97775.40	56169.40	123.75	8.40	17.674

Stato limite d'esercizio - Ferri longitudinali - Verifiche armatura

Xg	CC	TCC	In	El	Sez.	X	N	Mz	My	AfT	AfC	• c	• f	
<m>						<cm>	<daN>	<daNm>	<daNm>	<cmq>	<cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>	
0.80	54	SLE	R	c	1	7	80.00	-19919.00	798.26	7731.63	25.13	37.70	12.04	165.37
0.80	66	SLE	R	α	1	7	80.00	-13924.70	101.26	6926.17	31.42	31.42	9.59	132.50
0.80	91	SLE	Q	d	1	7	80.00	-16358.30	441.61	-2398.88	0.00	62.83	4.88	69.32
0.80	54	SLE	R	c	1	7	80.00	-19919.00	798.26	7731.63	25.13	37.70	12.04	165.37
0.80	66	SLE	R	α	1	7	80.00	-13924.70	101.26	6926.17	31.42	31.42	9.59	132.50
0.80	91	SLE	Q	d	1	7	80.00	-16358.30	441.61	-2398.88	0.00	62.83	4.88	69.32
5.57	71	SLE	R	c	1	7	556.50	-16676.50	-2040.21	-13839.30	37.70	25.13	23.90	484.02
5.57	70	SLE	R	c	1	7	556.50	-16573.30	-1893.00	-14000.10	37.70	25.13	23.76	487.69
5.57	92	SLE	Q	α	1	7	556.50	-8934.43	998.29	-3838.18	31.42	31.42	7.32	98.68

Verifiche stato limite di formazione delle fessure

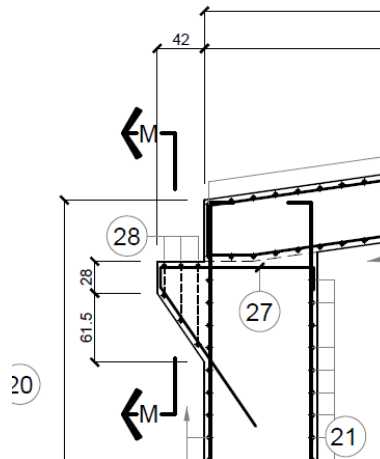
Xg	CC	TCC	In	El	Sez.	X	N	My	Mz	c	s	K3	s _r m	•	A _s	A _{ceff}	• s	• s _r	• s _m	Wk
<m>			<cm>			<daN>		<daNm>	<daNm>	<mm>	<mm>	<mm>	<mm>	<mm>	<mm>	<mm>	<cmq>	<cmq>	<daN/cmq>	
5.57	90	SLE	Q	α	1	7	556.50	-8831.20	-3999.13	850.81	34.00	128.00	0.13	167.42	20.00	28.27	2087.21	93.01	1026.67	
0.02	5.14E-003																			

Staffe - Verifiche armatura

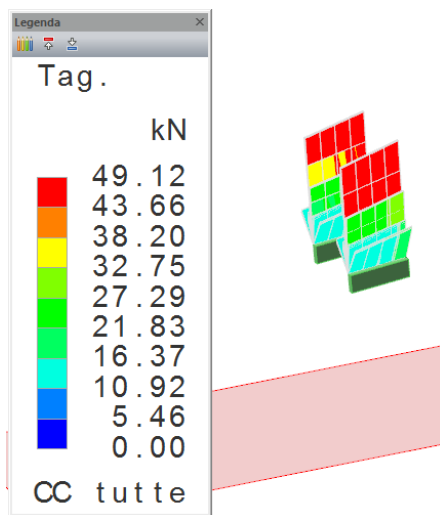
X0	X1	Staff.	Br _y	Br _z	CC	TCC	In	bw _y	Vsdu _y	ctg _y	• _y	VRsd _y	VRcd _y	bw _z	Vsdu _z	ctg _z	• _z	VRsd _z	VRcd _z
<m>	<m>						<cm>	<daN>	<daN>	<daN>	<daN>	<daN>	<daN>	<daN>	<daN>	<daN>	<daN>	<daN>	<daN>
0.80	1.80	ø10/5	2	2	26	SLU	α	1.00	373.32	2.44	149808.00	149808.00	0.60	5566.71	1.78	187974.00	187974.00		
0.80	1.80	ø10/5	2	2	31	SLU	c	1.00	971.93	2.43	149335.00	149335.00	0.60	3583.07	1.77	187307.00	187307.00		
0.80	1.80	ø10/5	2	2	6(TG)	SLD	d	1.00	8366.46	2.50	176856.00	214605.00	0.60	59472.50	2.07	251598.00	251598.00		
0.80	1.80	ø10/5	2	2	10(TG)	SLD	α	1.00	28722.10	2.50	176856.00	214733.00	0.60	40764.70	2.07	251691.00	251691.00		
0.80	1.80	ø10/5	2	2	7(TG)	SLV	b	1.00	15715.80	2.40	147804.00	147804.00	0.60	45591.60	1.75	185139.00	185139.00		
0.80	1.80	ø10/5	2	2	15(TG)	SLV	α	1.00	30281.30	2.41	147998.00	147998.00	0.60	14219.20	1.75	185415.00	185415.00		
1.80	4.57	ø10/20	2	2	26	SLU	α	1.00	373.31	2.50	38446.90	146734.00	0.60	5566.70	2.50	66106.60	151379.00		
1.80	4.57	ø10/20	2	2	31	SLU	c	1.00	971.93	2.50	38446.90	145942.00	0.60	3583.07	2.50	66106.60	150562.00		
1.80	4.57	ø10/20	2	2	6(TG)	SLD	d	1.00	8366.46	2.50	44214.00	214605.00	0.60	59472.50	2.50	76022.60	221398.00		
1.80	4.57	ø10/20	2	2	10(TG)	SLD	α	1.00	28722.10	2.50	44214.00	214733.00	0.60	40764.70	2.50	76022.60	221530.00		
1.80	4.57	ø10/20	2	2	7(TG)	SLV	b	1.00	15715.80	2.50	38446.90	143671.00	0.60	45591.60	2.50	66106.60	148219.00		
1.80	4.57	ø10/20	2	2	15(TG)	SLV	α	1.00	30281.30	2.50	38446.90	143994.00	0.60	14219.20	2.50	66106.60	148552.00		
4.57	5.57	ø10/5	2	2	26	SLU	α	1.00	373.31	2.43	149178.00	149178.00	0.60	5566.69	1.77	187084.00	187084.00		
4.57	5.57	ø10/5	2	2	31	SLU	c	1.00	971.93	2.42	148704.00	148704.00	0.60	3583.07	1.76	186413.00	186413.00		
4.57	5.57	ø10/5	2	2	6(TG)	SLD	d	1.00	8366.46	2.50	176856.00	214605.00	0.60	59472.50	2.07	251598.00	251598.00		
4.57	5.57	ø10/5	2	2	10(TG)	SLD	α	1.00	28722.10	2.50	176856.00	214733.00	0.60	40764.70	2.07	251691.00	251691.00		
4.57	5.57	ø10/5	2	2	7(TG)	SLV	b	1.00	15715.80	2.40	147804.00	147804.00	0.60	45591.60	1.75	185139.00	185139.00		
4.57	5.57	ø10/5	2	2	15(TG)	SLV	α	1.00	30281.30	2.41	147998.00	147998.00	0.60	14219.20	1.75	185415.00	185415.00		

17.2.1 Mensole

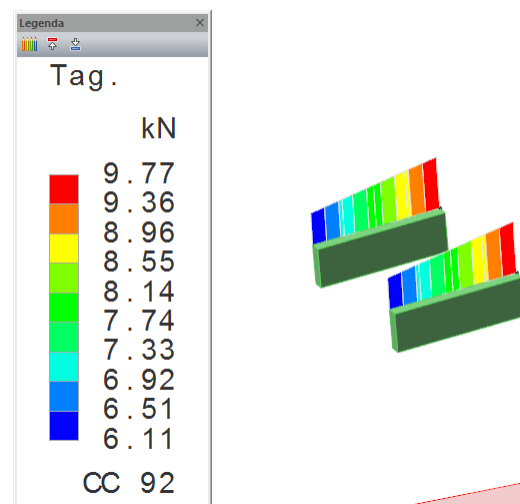
Le travi principali delle rampe di approccio sono sostenute da mensole tozze.



Sulle mensole si considerano agenti un carico verticale pari alla massima azione tagliante allo SLU e un carico orizzontale longitudinale prodotto dalla resistenza parassita di vincoli pari al 6% dei carichi verticali quasi permanenti.



Involuppo combinazioni taglienti



Massima azione tagliante allo SLE Q.P.

$$V_{sd} = 50 \text{ kN}$$

$$H_d = 1,35 \times 10 \times 6 / 100 = 0,81 \text{ kN}$$

Verifica mensole tozze

- Esecuzione getto: Monolitico
- Mensola non soggetta a fenomeni di fatica
- Larghezza mensola $b = 600.00\text{mm}$
- Altezza mensola $h = 900.00\text{mm}$
- Copriferro barre superiori $c_{sup} = 40.00\text{mm}$
- Diametro staffe $\Phi = 12\text{mm}$
- Area barre superiori $A_{sup} = 1,884.96\text{mm}^2$ (6 Φ 20)
- Staffe: n° 4 x Φ 12 2braccia
- Distanza punto applicazione forze $a = 300.00\text{mm}$
- Carico orizzontale $H_d = 0.80\text{kN}$

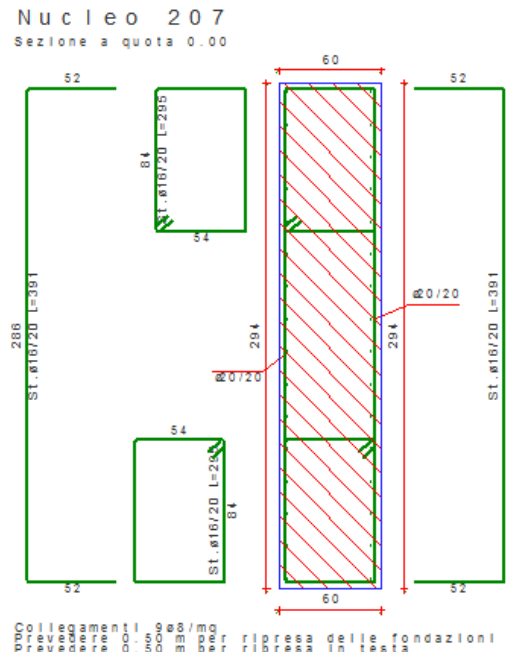
- Carico verticale $V_d = 50.00\text{kN}$
- Resistenza a taglio $V_{Rd} = 424.85\text{kN}$
- Resistenza lato acciaio $P_{Rs} = 737.59\text{kN}$
- Resistenza lato cls $P_{Rc} = 53.02\text{kN}$

Verifiche di resistenza soddisfatte

17.3 Muro frontale

Il muro frontale è soggetto alle azioni derivanti dalla presenza della soletta dall'impalcato per questa spalla non è soggetta a spinte del terreno.

Nella figura seguente si riporta lo schema di armatura progettato, a seguire i tabulati di verifica.



Nucleo 207

Nodi -80 -117 -193 -227 -156 -266 -304

Simbologia

- Liv. = Numero del livello
 Pos. = Posizione (P=Piede, T=Testa)
 CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
 TCC = Tipo di combinazione di carico
 SLU = Stato limite ultimo
 SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)
 SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara
 SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
 SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
 SLD = Stato limite di danno
 SLV = Stato limite di salvaguardia della vita
 SLC = Stato limite di prevenzione del collasso
 SLO = Stato limite di operatività
 SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco
 N = Sforzo normale
 N ver. = Sforzo normale di verifica
 Mz = Momento flettente intorno all'asse Z
 Mz ver. = Momento flettente di verifica intorno all'asse Z
 My = Momento flettente intorno all'asse Y
 Nu = Sforzo normale ultimo

M_{yu} = Momento ultimo intorno all'asse Y
 M_{zu} = Momento ultimo intorno all'asse Z
 $Sic.$ = Sicurezza a rottura
 σ_c = Tensione nel calcestruzzo
 σ_f = Tensione nel ferro
 c = Ricoprimento dell'armatura
 s = Distanza minima tra le barre
 K_3 = Coefficiente di forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione
 s_{rm} = Distanza media tra le fessure
 ϕ = Diametro della barra
 A_s = Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace
 $A_{c\,eff}$ = Area di calcestruzzo efficace
 σ_s = Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata
 σ_{sr} = Tensione nell'acciaio corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione nel calcestruzzo
 σ_{sm} = Deformazione unitaria media dell'armatura (*1000)
 W_k = Apertura delle fessure
 T_l = Taglio parete in dir. longitudinale
 V_{sdu} = Taglio agente nella direzione del momento ultimo
 $ctg\alpha$ = Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
 V_{Rsd} = Taglio ultimo lato armatura
 V_{Rcd} = Taglio ultimo lato calcestruzzo
 $V_{Rd,s}$ = Taglio ultimo per scorrimento lungo piani orizzontali
 V_{dd} = Contributo effetto spinotto
 V_{fd} = Contributo resistenza per attrito
 $Sic.T$ = Sicurezza a rottura per taglio
 $Spess.$ = Spessore
 C_f = Copriferro
 Cl_s = Tipo di calcestruzzo
 F_{ck} = Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo
 F_{ctk} = Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo
 F_{cd} = Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo
 F_{ctd} = Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
 $Acc.$ = Tipo di acciaio
 F_{yk} = Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
 F_{yd} = Resistenza di calcolo dell'acciaio

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Spess.	C_f	Cl_s	F_{ck}	F_{ctk}	F_{cd}	F_{ctd}	$Acc.$	F_{yk}	F_{yd}
<cm>	<cm>		<daN/cm ² >	<daN/cm ² >	<daN/cm ² >	<daN/cm ² >		<daN/cm ² >	<daN/cm ² >
60.00	5.60	C32/40	332.00	21.69	188.13	14.46	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Armatura a flessione

Liv.	Pos.	CC	TCC	N	N ver.	Mz	Mz ver.	My	Nu	Myu	Mzu	Sic.
				<daN>	<daN>	<daNm>	<daNm>	<daNm>	<daN>	<daNm>	<daNm>	<daNm>
1	P	34	SLU	349.73	349.73	0.00	0.00	-13760.70	349.77	-103221.00	-0.00	7.501
1	P	2	SLD	-7313.48	-7313.48	0.00	0.00	-4807.96	-7314.14	-122159.00	0.00	25.408
2	P	34	SLU	-9776.72	-9776.72	0.00	0.00	-8598.84	-9776.84	-105805.00	-0.00	12.305
2	P	2	SLD	-11577.30	-11577.30	0.00	0.00	-3268.95	-11578.10	-123269.00	0.00	37.709
3	T	25	SLU	-49976.80	-49976.80	0.00	0.00	11242.90	-49977.10	115953.00	0.02	10.313
3	T	2	SLD	-14012.20	-14012.20	0.00	0.00	2650.93	-14012.40	123902.00	0.01	46.739
4	P	25	SLU	-57542.90	-57542.90	0.00	0.00	11148.30	-57634.20	117880.00	0.00	10.574
4	P	2	SLD	-13623.50	-13623.50	0.00	0.00	2666.57	-13623.40	123801.00	-0.01	46.427

Stato limite d'esercizio - Armatura a flessione

Liv.	Pos.	CC	TCC	N	Mz	My	σ_c	σ_f
				<daN>	<daNm>	<daNm>	<daN/cm ² >	<daN/cm ² >

1 P	54 SLE R	-694.23	0.00	-10153.50	8.65	399.06
1 P	90 SLE Q	-12406.80	0.00	-2192.95	1.83	23.87
2 P	54 SLE R	-8484.77	0.00	-6309.08	5.56	174.37
2 P	66 SLE R	-3256.77	0.00	-5164.97	4.50	175.84
2 P	90 SLE Q	-15166.30	0.00	-1950.97	1.75	23.55
3 T	49 SLE R	-36404.20	0.00	8101.90	6.75	85.14
3 P	66 SLE R	-540.42	0.00	-1809.28	1.56	67.18
3 T	89 SLE Q	-16995.70	0.00	1261.82	1.50	20.78
4 P	49 SLE R	-41491.90	0.00	8027.17	6.66	85.90
4 P	68 SLE R	5171.80	-6470.78	0.00	1.39	149.58
4 P	89 SLE Q	-14974.00	0.00	1241.67	1.38	19.07

Verifiche stato limite di formazione delle fessure

Liv. Pos.	CC	TCC	N	Mz	My	c	s	K3	s _r m	•	A _s	A _{ceff}	• _s	• _s r	• _s m	W _k
			<daN>	<daNm>	<daNm>	<mm>	<mm>		<mm>		<mm>	<cmq>	<cmq>	<cmq>	<daN/cm>	<daN/cm>
<mm>																

1 P	90 SLE Q	-12406.80	0.00	-2192.95	46.00	188.53	0.13	236.97	20.00	50.27	5391.48	7.24	649.22	0.00	5.67E-004	
1 P	74 SLE F	-9833.82	0.00	-4945.33	46.00	188.53	0.15	255.91	20.00	50.27	5391.48	109.93	2170.57	0.02	9.29E-003	
2 P	90 SLE Q	-15166.30	0.00	-1950.97	46.00	188.53	0.13	236.97	20.00	50.27	5391.48	0.03	6.07	0.00	1.96E-006	
2 P	86 SLE F	-9075.67	0.00	-2886.09	46.00	188.53	0.13	239.27	20.00	50.27	5391.48	39.78	1599.63	0.01	3.14E-003	
3 P	86 SLE F	-6737.75	0.00	-1324.59	46.00	188.53	0.13	236.97	20.00	50.27	5391.48	6.36	814.62	0.00	4.97E-004	
4 P	86 SLE F	-2022.80	0.00	-603.47	46.00	188.53	0.13	236.97	20.00	50.27	5391.48	7.54	1500.64	0.00	5.90E-004	

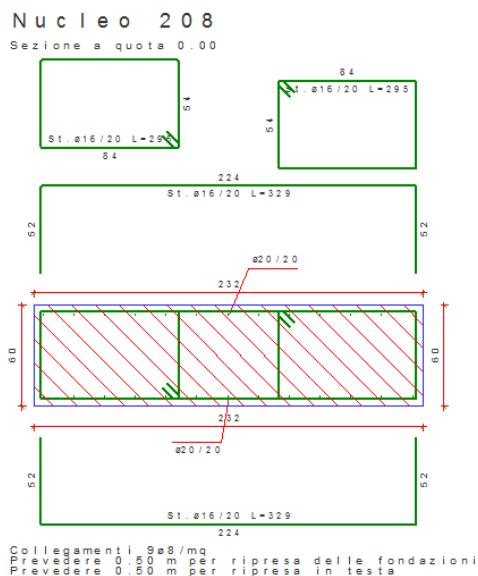
Stato limite ultimo - Armatura a taglio

Liv. Pos.	CC	TCC	T _j	V _{sd}	ctg•	V _{Rsd}	V _{Rcd}	V _{Rd,s}	V _{dd}	V _{fd}	Sic.T
			<daN>	<daN>		<daN>	<daN>	<daN>	<daN>	<daN>	

1 P	9 SLV	8285.23	8285.23	2.49	507945.00	507945.00	130060.00	98345.50	31714.80	15.70	
1 P	10 SLD	2441.73	2441.73	2.50	587111.00	759271.00	142337.00	113097.00	29239.90	58.29	
2 P	9 SLV	17147.40	17147.40	2.49	508340.00	508340.00			29.65		
2 P	10 SLD	5088.54	5088.54	2.50	587111.00	759909.00			115.38		
3 T	9 SLV	15555.10	15555.10	2.49	508560.00	508560.00	132317.00	98345.50	33971.90	8.51	
3 T	10 SLD	4653.40	4653.40	2.50	587111.00	760267.00	143401.00	113097.00	30303.50	30.82	

17.4 Muro laterale

I muri laterali ricevono le azioni trasmesse dall'arco e



Simbologia

Liv. = Numero del livello

Pos. = Posizione (P=Piede, T=Testa)

CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari

TCC = Tipo di combinazione di carico

SLU = Stato limite ultimo

SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)

SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara

SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente

SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente

SLD = Stato limite di danno

SLV = Stato limite di salvaguardia della vita

SLC = Stato limite di prevenzione del collasso

SLO = Stato limite di operatività

SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco

N = Sforzo normale

N ver. = Sforzo normale di verifica

M_z = Momento flettente intorno all'asse Z

$M_z \text{ ver.}$ = Momento flettente di verifica intorno all'asse Z

M_y = Momento flettente intorno all'asse Y

Nu = Sforzo normale ultimo

M_{yu} = Momento ultimo intorno all'asse Y

M_{zu} = Momento ultimo intorno all'asse Z

Sic. = Sicurezza a rottura

- σ_c = Tensione nel calcestruzzo

- f = Tensione nel ferro

c = Ricoprimento dell'armatura

s = Distanza minima tra le barre

K3 = Coefficiente di forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione

$s_{r,m}$ = Distanza media tra le fessure

- d = Diametro della barra

A_s = Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace

$A_{c \text{ eff}}$ = Area di calcestruzzo efficace

σ_s = Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata
 σ_{sr} = Tensione nell'acciaio corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione nel calcestruzzo
 σ_{sm} = Deformazione unitaria media dell'armatura (*1000)
 W_k = Apertura delle fessure
 T_l = Taglio parete in dir. longitudinale
 V_{sdu} = Taglio agente nella direzione del momento ultimo
 $ctg\alpha$ = Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
 V_{Rsd} = Taglio ultimo lato armatura
 V_{Rcd} = Taglio ultimo lato calcestruzzo
 $V_{Rd,s}$ = Taglio ultimo per scorrimento lungo piani orizzontali
 V_{dd} = Contributo effetto spinotto
 V_{fd} = Contributo resistenza per attrito
 $Sic.T$ = Sicurezza a rottura per taglio
 $Spess.$ = Spessore
 C_f = Copriferro
 Cl_s = Tipo di calcestruzzo
 F_{ck} = Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo
 F_{ctk} = Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo
 F_{cd} = Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo
 F_{ctd} = Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
 $Acc.$ = Tipo di acciaio
 F_{yk} = Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
 F_{yd} = Resistenza di calcolo dell'acciaio

Nucleo 208

Nodi -83 -84 -80 -81 -77 -78 -79 -82 -85 -86

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Spess.	C_f	Cl_s	F_{ck}	F_{ctk}	F_{cd}	F_{ctd}	$Acc.$	F_{yk}	F_{yd}
<m>	<m>		<kN/mq>	<kN/mq>	<kN/mq>	<kN/mq>		<kN/mq>	<kN/mq>
0.60	0.06	C32/40	33200.00	2169.26	18813.30	1446.17	B450C	450000.00	391304.00

Stato limite ultimo - Armatura a flessione

Liv.	Pos.	CC	TCC	N	N ver.	Mz	Mz ver.	My	Nu	Myu	Mzu	Sic.
				<kN>	<kNm>	<kNm>	<kNm>	<kNm>	<kN>	<kNm>	<kNm>	
1	P	34	SLU	-818.64	-818.64	-1295.50	-1295.50	0.00	-818.64	-1.45E-003	-4070.20	3.142
1	P	2	SLD	-327.18	-327.18	-223.52	-488.78	0.00	-327.91	-1.16E-003	-4212.10	8.618
2	P	1	SLV	-174.02	-174.02	103.40	805.27	0.00	-174.02	1.77E-003	3489.60	4.333
2	P	2	SLD	-263.31	-263.31	-88.14	-488.78	0.00	-263.39	-1.15E-003	-4149.51	8.490
3	P	1	SLV	-103.50	-103.50	131.68	805.27	0.00	-103.58	1.76E-003	3424.65	4.253
3	P	2	SLD	-173.29	-173.29	-53.60	-488.78	0.00	-173.93	-1.11E-003	-4062.50	8.312

Stato limite d'esercizio - Armatura a flessione

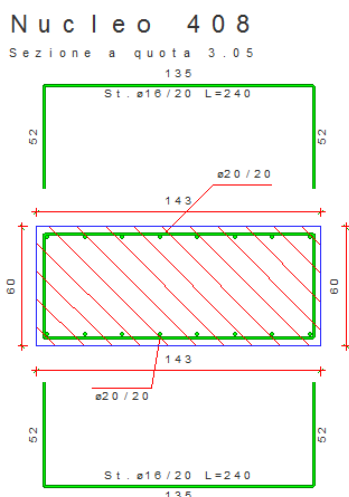
Liv.	Pos.	CC	TCC	N	Mz	My	σ_c	σ_f
				<kN>	<kNm>	<kNm>	<kN/mq>	<kN/mq>
1	P	54	SLE R	-605.03	-944.69	0.00	3294.29	90831.70
1	P	90	SLE Q	-344.28	-287.02	0.00	879.40	12609.20
2	P	66	SLE R	-484.37	-441.56	0.00	1381.35	19725.60
2	P	67	SLE R	-468.02	-432.77	0.00	1358.59	19693.10
2	P	90	SLE Q	-281.68	-152.19	0.00	459.27	6684.63
3	T	72	SLE R	-190.81	317.08	0.00	1114.57	32173.00
3	P	69	SLE R	-74.57	246.32	0.00	907.92	35771.40
3	P	91	SLE Q	-190.38	-42.85	0.00	198.55	2925.49

Verifiche stato limite di formazione delle fessure

Liv. Pos.	CC	TCC	N	Mz	My	c	s	K3	s_r	m	σ_s	A_s	A_{ceff}	σ_s	σ_{sr}	σ_{sm}	Wk	
			<kN>	<kNm>	<kNm>	<mm>	<mm>						<cmq>	<cmq>	<cmq>	<kN/mq>	<kN/mq>	<mm>
1 P	90	SLE Q	-344.28	-287.02	0.00	46.00	184.00	0.13	236.13	20.00	15.71	1685.87	10329.70	147429.00	0.02	0.01		
1 P	74	SLE F	-399.90	-456.54	0.00	46.00	184.00	0.13	236.21	20.00	21.99	2362.06	30338.90	220363.00	0.06	0.02		
2 P	90	SLE Q	-281.68	-152.19	0.00	46.00	184.00	0.13	235.69	20.00	6.28	671.59	1376.24	70387.10	0.00	0.00		
2 P	87	SLE F	-320.42	-251.91	0.00	46.00	184.00	0.13	236.13	20.00	15.71	1685.87	7824.46	134316.00	0.02	0.01		
3 P	87	SLE F	-265.03	-137.41	0.00	46.00	184.00	0.13	235.69	20.00	6.28	671.59	1025.52	65101.30	0.00	0.00		

Stato limite ultimo - Armatura a taglio

Liv. Pos.	CC	TCC	Tj	Vsdu	ctg	VRsd	VRcd	$V_{Rd,s}$	V_{dd}	V_{fd}	Sic.T
			<kN>	<kN>	<kN>	<kN>	<kN>	<kN>	<kN>	<kN>	
1 P	9	SLV	-262.38	262.38	2.49	3992.84	3992.84	1280.11	799.06	481.05	4.88
1 P	10	SLD	-163.79	163.79	2.50	4608.94	5992.91	1325.39	918.92	406.47	8.09
2 P	36	SLU	-660.74	660.74	2.50	4007.78	4070.98		6.07		
2 P	10	SLD	-229.04	229.04	2.50	4608.94	5984.99		20.12		
3 T	9	SLV	-339.69	339.69	2.49	3992.22	3992.22	1099.74	799.06	300.68	3.24
3 T	10	SLD	-210.39	210.39	2.50	4608.94	5980.04	1213.48	918.92	294.57	5.77



Nucleo 408

Nodi

-794 -795 -796 -797

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Spess.	Cf	Cls	Fck	Fctk	Fcd	Fctd	Acc.	Fyk	Fyd
<m>	<m>		<kN/mq>	<kN/mq>	<kN/mq>	<kN/mq>	<kN/mq>	<kN/mq>	<kN/mq>
0.60	0.06	C32/40	33200.00	2169.26	18813.30	1446.17	B450C	450000.00	391304.00

Stato limite ultimo - Armatura a flessione

Liv. Pos.	CC	TCC	N	N ver.	Mz	Mz ver.	My	Nu	Myu	Mzu	Sic.
			<kN>	<kN>	<kNm>	<kNm>	<kNm>	<kN>	<kNm>	<kNm>	<kNm>
1 P	1	SLV	-30.47	-30.47	60.35	545.11	0.00	-30.48	-3.44E-006	1285.82	2.359
1 P	2	SLD	-68.76	-68.76	25.59	318.33	0.00	-68.77	-8.41E-007	1520.52	4.776
2 P	1	SLV	-35.88	-35.88	15.83	260.50	0.00	-35.88	-2.35E-005	1288.97	4.948
2 P	2	SLD	-56.33	-56.33	5.10	126.24	0.00	-56.34	1.81E-005	1513.04	11.986

Stato limite d'esercizio - Armatura a flessione

Liv.	Pos.	CC	TCC	N	Mz	My	σ_c	σ_f
				<kN>	<kNm>	<kNm>	<kN/mq>	<kN/mq>

1	P	72	SLE R	126.27	143.31	0.00	1361.38	102682.00
1	T	72	SLE R	141.65	137.50	0.00	1288.88	103851.00
1	T	91	SLE Q	-101.05	-5.74	0.00	133.89	1978.20
2	P	72	SLE R	122.24	119.16	0.00	1117.49	89864.70
2	P	91	SLE Q	-83.66	-11.70	0.00	141.83	2066.11

Verifiche stato limite di formazione delle fessure

Liv.	Pos.	CC	TCC	N	Mz	My	c	s	K3	s_r	m	σ_s	A_s	A_{ceff}	σ_s	σ_{sr}	σ_{sm}	Wk	
				<kN>	<kNm>	<kNm>	<mm>	<mm>						<cmq>	<cmq>	<cmq>	<kN/mq>	<kN/mq>	<mm>

1	T	84	SLE F	-10.51	47.85	0.00	46.00	188.29	0.13	238.73	20.00	15.71	1713.28	20839.10	383143.00	0.04	0.02
2	P	84	SLE F	-5.64	37.84	0.00	46.00	188.29	0.13	238.73	20.00	15.71	1713.28	17140.40	391559.00	0.03	0.01

Stato limite ultimo - Armatura a taglio

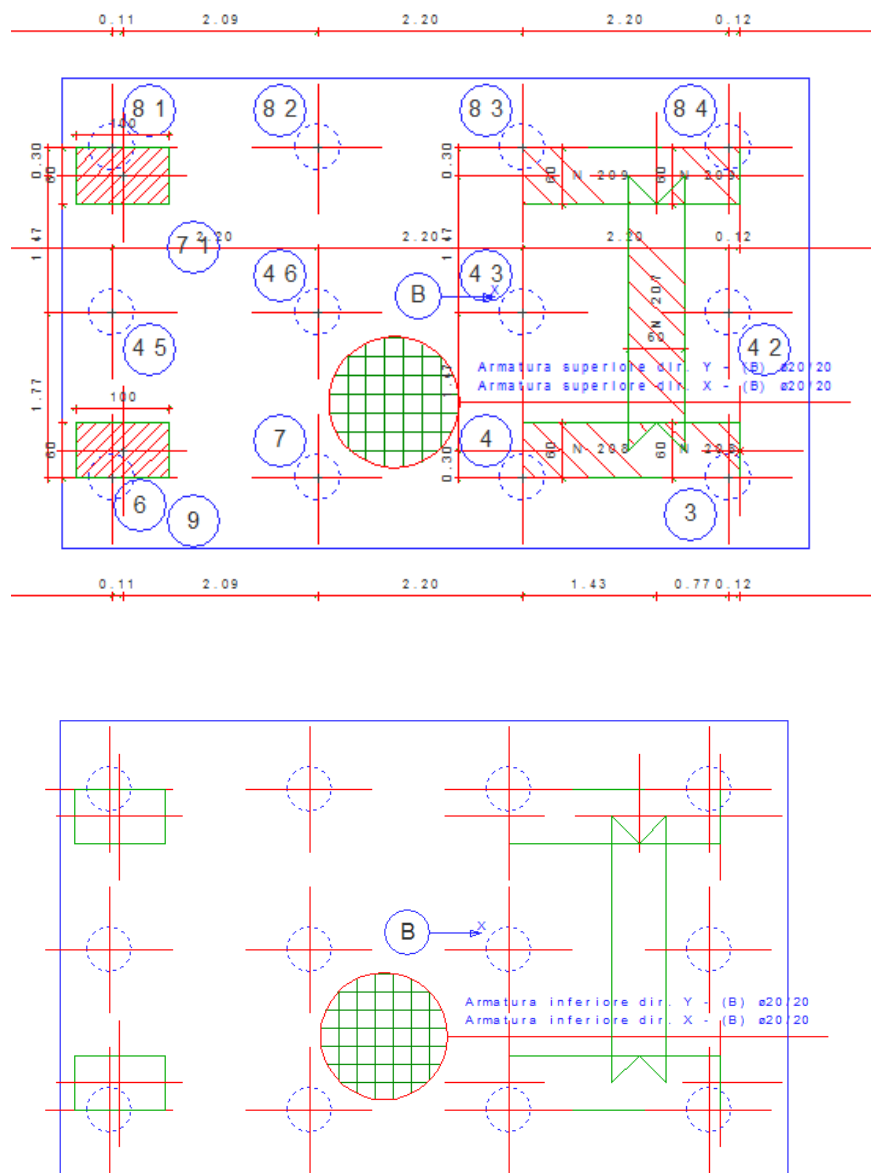
Liv.	Pos.	CC	TCC	T_l	V_{sdu}	ctg.	VR_{sd}	VR_{cd}	Sic.T
				<kN>	<kN>		<kN>	<kN>	

1	T	1	SLV	95.91	95.91	2.49	2419.10	2419.10	25.22
1	T	2	SLD	40.93	40.93	2.50	2797.12	3619.10	68.34

17.5 Soletta di base

Sulla soletta di base sono impostati i muri laterali, il muro frontale e pilastri, la soletta di base a suo volta è sostenuta da pali diametro 500 mm lunghi 10 m.

Nella figura seguente si riporta lo schema di armatura progettato, a seguire i tabulati di verifica.



Armatura soletta a quota 0.00

Simbologia

Nodo = Numero del nodo
 X = Coordinata X del nodo
 Y = Coordinata Y del nodo

DV	= Direzione di verifica
XX	= Verifica per momento Mxx
YY	= Verifica per momento Myy
CC	= Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
TCC	= Tipo di combinazione di carico
SLU	= Stato limite ultimo
SLU S	= Stato limite ultimo (azione sismica)
SLE R	= Stato limite d'esercizio, combinazione rara
SLE F	= Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
SLE Q	= Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
SLD	= Stato limite di danno
SLV	= Stato limite di salvaguardia della vita
SLC	= Stato limite di prevenzione del collasso
SLO	= Stato limite di operatività
SLU I	= Stato limite di resistenza al fuoco
c	= Ricoprimento dell'armatura
s	= Distanza minima tra le barre
K3	= Coefficiente di forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione
s _{r m}	= Distanza media tra le fessure
•	= Diametro della barra
A _s	= Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace
A _{c e f f}	= Area di calcestruzzo efficace
• _s	= Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata
• _{s r}	= Tensione nell'acciaio corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione nel calcestruzzo
• _{s m}	= Deformazione unitaria media dell'armatura (*1000)
W _k	= Apertura delle fessure
A _{f E S}	= Area di ferro effettiva totale presente nel punto di verifica, superiore
A _{f E I}	= Area di ferro effettiva totale presente nel punto di verifica, inferiore
Mom	= Momento flettente
Mu	= Momento ultimo
Sic.	= Sicurezza a rottura
• _c	= Tensione nel calcestruzzo
• _f	= Tensione nel ferro
Pil	= Numero del pilastro
P _{s d}	= Sollecitazione di punzonamento
P _v	= Perimetro di verifica per punzonamento
Ab	= Area di base della superficie di punzonamento
• _†	= Tensione sul terreno
A _{f punz.}	= Area di ferro resistente a punzonamento
P _{r d}	= Resistenza al punzonamento
Spess.	= Spessore
C _{f sup}	= Copriferro superiore
C _{f inf}	= Copriferro inferiore
Cl _s	= Tipo di calcestruzzo
F _{ck}	= Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo
F _{ctk}	= Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo
F _{cd}	= Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo
F _{ctd}	= Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
Acc.	= Tipo di acciaio
F _{yk}	= Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
F _{yd}	= Resistenza di calcolo dell'acciaio

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Spess.	C _{f sup}	C _{f inf}	Cl _s	F _{ck}	F _{ctk}	F _{cd}	F _{ctd}	Acc.	F _{yk}	F _{yd}
<m>	<m>	<m>		<kN/mq>	<kN/mq>	<kN/mq>	<kN/mq>		<kN/mq>	<kN/mq>
0.80	0.03	0.03	C28/35	29050.00	1984.49	16461.70	1322.99	B450C	450000.00	391304.00

Stato limite ultimo - Ferri longitudinali - Verifiche armatura

Nodo	X	Y	DV	CC	TCC	A _{f E S}	A _{f E I}	Mom	Mu	Sic.
	<m>	<m>				<cmq>	<cmq>	<kNm>	<kNm>	

```

-----
-45 -1.84 -0.30 XX 36 SLU 15.71 15.71 262.44 460.12 1.753
-45 -1.84 -0.30 XX 2 SLD 15.71 15.71 108.24 530.78 4.904
-40 -6.61 -0.30 XX 34 SLU 15.71 15.71 -236.24 -460.12 1.948
-331 -6.61 3.24 XX 2 SLD 15.71 15.71 -92.26 -530.78 5.753
-62 51.61 -0.30 XX 36 SLU 15.71 15.71 262.78 460.12 1.751
-67 56.38 -0.30 XX 33 SLU 15.71 15.71 -234.77 -460.12 1.960
-62 51.61 -0.30 XX 2 SLD 15.71 15.71 108.10 530.78 4.910
-358 56.38 3.24 XX 2 SLD 15.71 15.71 -91.13 -530.78 5.825
-77 -2.32 -0.00 YY 34 SLU 15.71 15.71 219.77 460.12 2.094
99 -0.12 3.24 YY 9 SLV 15.71 15.71 -224.41 -460.12 2.050
-301 -2.32 2.94 YY 2 SLD 15.71 15.71 91.51 530.78 5.800
99 -0.12 3.24 YY 10 SLD 15.71 15.71 -73.56 -530.78 7.216
-98 52.09 -0.00 YY 33 SLU 15.71 15.71 220.36 460.12 2.088
100 49.89 3.24 YY 9 SLV 15.71 15.71 -221.47 -460.12 2.078
-98 52.09 -0.00 YY 2 SLD 15.71 15.71 91.10 530.78 5.826
1008 49.89 -0.30 YY 10 SLD 15.71 15.71 -72.62 -530.78 7.309

```

Stato limite d'esercizio - Ferri longitudinali - Verifiche armatura

Nodo	X	Y	DV	CC	TCC	AfE	S	AfE	I	Mom	σ_c	σ_f
<m>	<m>				<cmq>	<cmq>				<kNm>	<kN/mq>	<kN/mq>

```

-----
-45 -1.84 -0.30 XX 56 SLE R 15.71 15.71 193.16 2803.30 170022.00
-336 -1.84 3.24 XX 91 SLE Q 15.71 15.71 74.78 1085.28 65823.20
-40 -6.61 -0.30 XX 54 SLE R 15.71 15.71 -174.35 2530.23 153460.00
-186 -6.61 1.47 XX 90 SLE Q 15.71 15.71 -53.22 772.36 46844.00
-62 51.61 -0.30 XX 56 SLE R 15.71 15.71 193.40 2806.72 170230.00
-62 51.61 -0.30 XX 92 SLE Q 15.71 15.71 74.79 1085.41 65830.90
-67 56.38 -0.30 XX 53 SLE R 15.71 15.71 -173.26 2514.47 152504.00
-213 56.38 1.47 XX 89 SLE Q 15.71 15.71 -53.18 771.73 46805.70
-77 -2.32 -0.00 YY 54 SLE R 15.71 15.71 161.51 2343.89 142158.00
90 -2.32 1.47 YY 90 SLE Q 15.71 15.71 -51.80 751.76 45594.50
90 -2.32 1.47 YY 54 SLE R 15.71 15.71 -91.59 1329.22 80618.20
-301 -2.32 2.94 YY 90 SLE Q 15.71 15.71 63.34 919.29 55755.60
-98 52.09 -0.00 YY 53 SLE R 15.71 15.71 161.93 2350.07 142533.00
93 52.09 1.47 YY 53 SLE R 15.71 15.71 -91.50 1327.90 80538.30
-98 52.09 -0.00 YY 89 SLE Q 15.71 15.71 63.42 920.37 55821.20
93 52.09 1.47 YY 89 SLE Q 15.71 15.71 -51.77 751.39 45572.50

```

Verifiche stato limite di formazione delle fessure

Nodo	X	Y	DV	CC	TCC	c	s	K3	s_r	m	σ	A_s	A_{ceff}	σ_s	σ_{sr}	σ_{sm}	Wk
<m>	<m>				<mm>	<mm>			<mm>			<cmq>	<cmq>	<kN/mq>	<kN/mq>		<mm>

```

-----
-336 -1.84 3.24 XX 91 SLE Q 20.00 200.00 0.20 236.08 20.00 15.71 1555.42 65823.20 367704.00 0.13 0.05
-336 -1.84 3.24 XX 75 SLE F 20.00 200.00 0.20 236.08 20.00 15.71 1555.42 94803.20 367704.00 0.18 0.07
-186 -6.61 1.47 XX 90 SLE Q 20.00 200.00 0.20 236.08 20.00 15.71 1555.42 46844.00 367704.00 0.09 0.04
-331 -6.61 3.24 XX 74 SLE F 20.00 200.00 0.20 236.08 20.00 15.71 1555.42 79734.10 367704.00 0.15 0.06
-62 51.61 -0.30 XX 92 SLE Q 20.00 200.00 0.20 236.08 20.00 15.71 1555.42 65830.90 367704.00 0.13 0.05
-62 51.61 -0.30 XX 76 SLE F 20.00 200.00 0.20 236.08 20.00 15.71 1555.42 94871.30 367704.00 0.18 0.07
-213 56.38 1.47 XX 89 SLE Q 20.00 200.00 0.20 236.08 20.00 15.71 1555.42 46805.70 367704.00 0.09 0.04
-67 56.38 -0.30 XX 73 SLE F 20.00 200.00 0.20 236.08 20.00 15.71 1555.42 79212.60 367704.00 0.15 0.06
90 -2.32 1.47 YY 90 SLE Q 20.00 200.00 0.20 236.08 20.00 15.71 1555.42 45594.50 367704.00 0.09 0.04
90 -2.32 1.47 YY 74 SLE F 20.00 200.00 0.20 236.08 20.00 15.71 1555.42 55952.20 367704.00 0.11 0.04
-301 -2.32 2.94 YY 90 SLE Q 20.00 200.00 0.20 236.08 20.00 15.71 1555.42 55755.60 367704.00 0.11 0.04
-77 -2.32 -0.00 YY 74 SLE F 20.00 200.00 0.20 236.08 20.00 15.71 1555.42 78956.60 367704.00 0.15 0.06
-98 52.09 -0.00 YY 89 SLE Q 20.00 200.00 0.20 236.08 20.00 15.71 1555.42 55821.20 367704.00 0.11 0.04
-98 52.09 -0.00 YY 73 SLE F 20.00 200.00 0.20 236.08 20.00 15.71 1555.42 79143.00 367704.00 0.15 0.06
93 52.09 1.47 YY 73 SLE F 20.00 200.00 0.20 236.08 20.00 15.71 1555.42 55907.00 367704.00 0.11 0.04
93 52.09 1.47 YY 89 SLE Q 20.00 200.00 0.20 236.08 20.00 15.71 1555.42 45572.50 367704.00 0.09 0.04

```

Stato limite ultimo - Armatura a punzonamento - Verifiche armatura

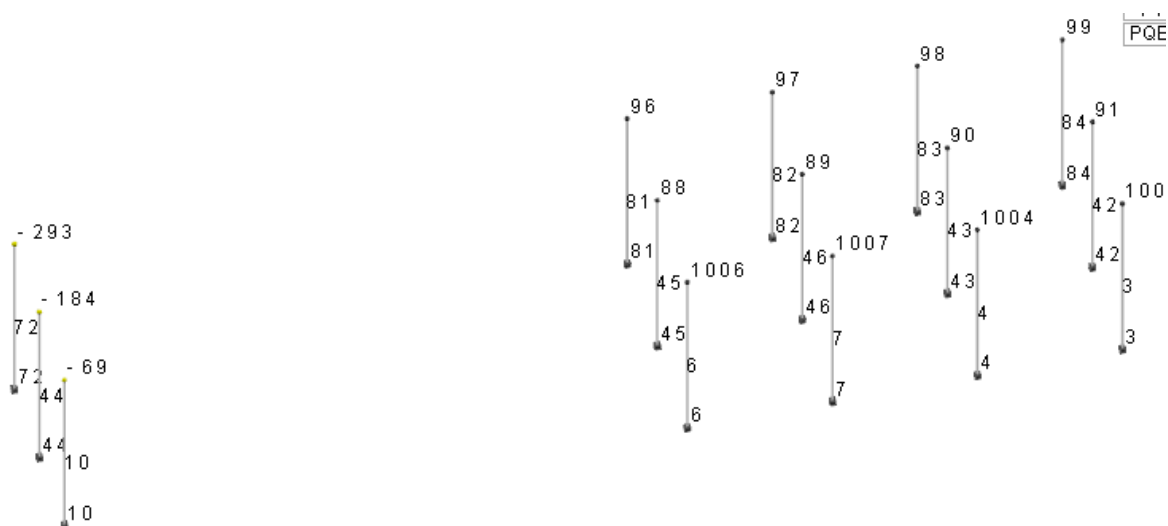
Pil	X	Y	CC	TCC	P _s d	P _v	Ab	•†	Af	punz.	P _r d
	<m>	<m>			<kN>	<m>	<mq>	<kN/mq>		<cmq>	<kN>
2	54.29	-0.30	10	SLD	174.03	8.20	9.09	0.00		2209.32	
2	54.29	-0.30	36	SLU	294.61	8.20	9.09	0.00		2209.32	
3	-0.12	-0.30	9	SLV	325.55	4.62	6.76	0.00		1244.76	
3	-0.12	-0.30	10	SLD	168.01	4.62	6.76	0.00		1244.76	
4	-2.32	-0.30	10	SLD	309.88	8.20	9.09	0.00		2209.32	
4	-2.32	-0.30	36	SLU	602.51	8.20	9.09	0.00		2209.32	
5	52.09	-0.30	10	SLD	308.94	8.20	9.09	0.00		2209.32	
5	52.09	-0.30	36	SLU	604.63	8.20	9.09	0.00		2209.32	
7	-4.52	-0.30	10	SLD	174.32	8.20	9.09	0.00		2209.32	
7	-4.52	-0.30	36	SLU	291.64	8.20	9.09	0.00		2209.32	
8	49.89	-0.30	9	SLV	315.64	4.62	6.76	0.00		1244.76	
8	49.89	-0.30	10	SLD	165.18	4.62	6.76	0.00		1244.76	
9	-6.61	-0.00	12	SLD	26.66	4.62	7.77	0.00		1244.76	
9	-6.61	-0.00	34	SLU	82.04	4.62	7.77	0.00		1244.76	
17	56.38	0.00	12	SLD	24.23	4.62	7.77	0.00		1244.77	
17	56.38	0.00	33	SLU	75.28	4.62	7.77	0.00		1244.77	
71	-6.61	2.94	12	SLD	26.45	4.62	7.77	0.00		1244.76	
71	-6.61	2.94	34	SLU	88.09	4.62	7.77	0.00		1244.76	
79	56.38	2.94	12	SLD	24.10	4.62	7.77	0.00		1244.76	
79	56.38	2.94	33	SLU	81.45	4.62	7.77	0.00		1244.76	
82	-4.52	3.24	10	SLD	173.92	8.20	9.09	0.00		2209.32	
82	-4.52	3.24	35	SLU	255.81	8.20	9.09	0.00		2209.32	
83	-2.32	3.24	10	SLD	308.99	8.20	9.09	0.00		2209.32	
83	-2.32	3.24	35	SLU	482.61	8.20	9.09	0.00		2209.32	
84	-0.12	3.24	9	SLV	329.94	4.62	6.76	0.00		1244.76	
84	-0.12	3.24	10	SLD	169.20	4.62	6.76	0.00		1244.76	
85	54.29	3.24	10	SLD	173.24	8.20	9.09	0.00		2209.32	
85	54.29	3.24	35	SLU	257.03	8.20	9.09	0.00		2209.32	
86	52.09	3.24	10	SLD	306.82	8.20	9.09	0.00		2209.32	
86	52.09	3.24	35	SLU	479.47	8.20	9.09	0.00		2209.32	
87	49.89	3.24	9	SLV	320.78	4.62	6.76	0.00		1244.76	
87	49.89	3.24	10	SLD	166.46	4.62	6.76	0.00		1244.76	

18 VERIFICA PALI DI FONDAZIONE

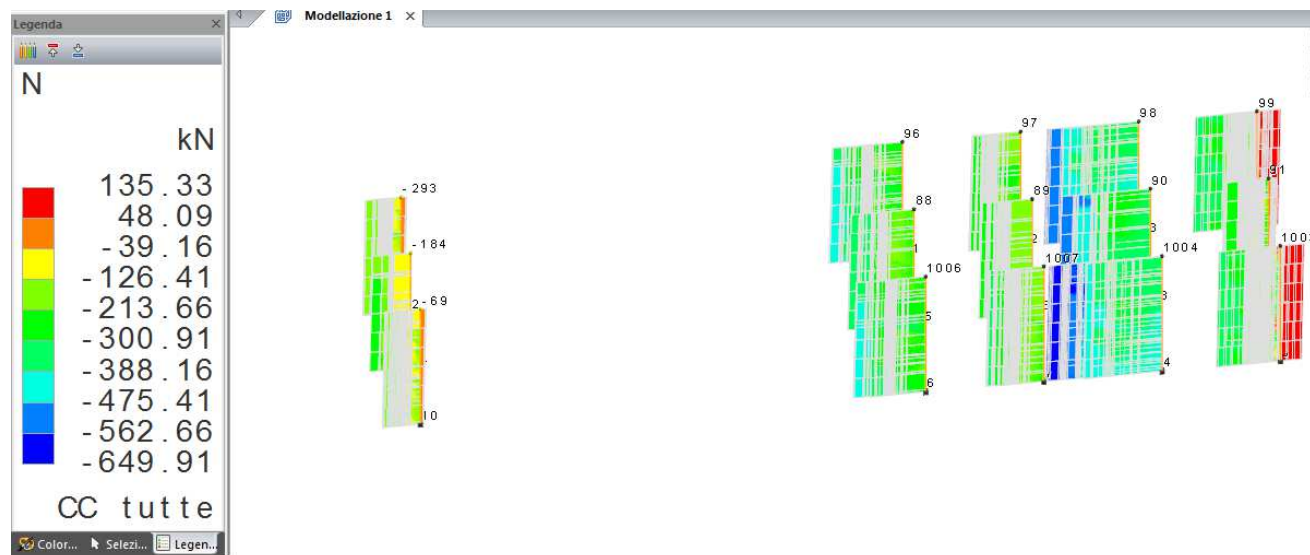
In questo capitolo si riportano le verifiche relative ai pali di fondazione sia in termini di resistenza strutturale che di portata.

18.1 AZIONI SUI PALI

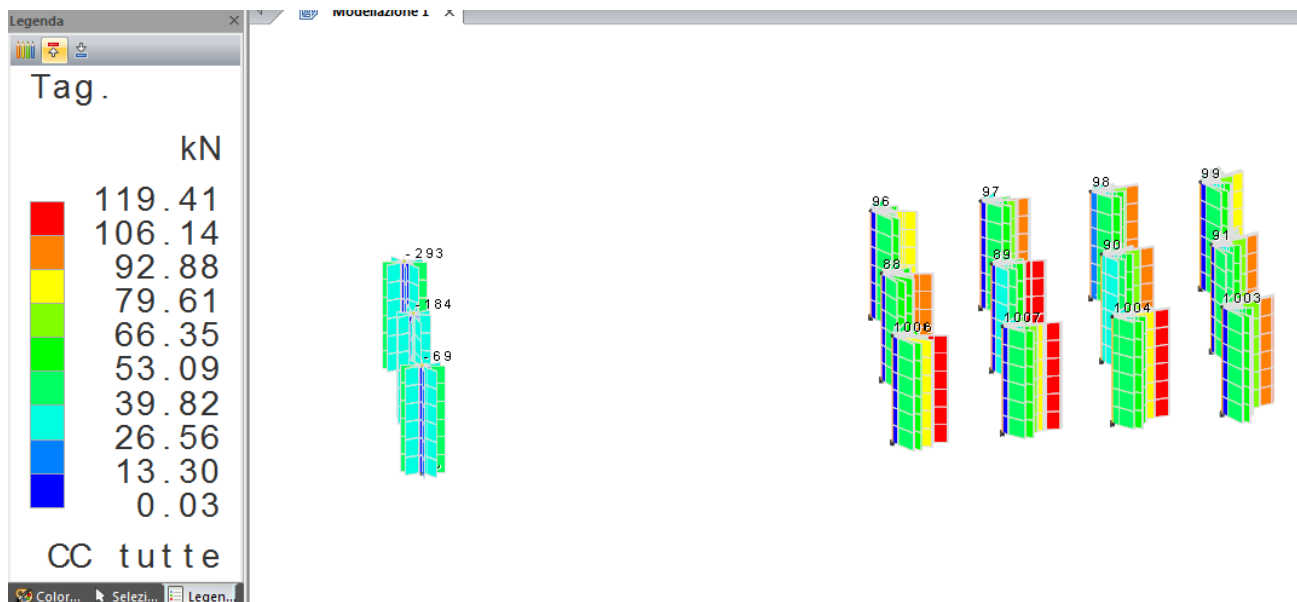
Di seguito si riportano i grafici dell'azione assiale e della azione tagliante che verranno utilizzati nei paragrafi successivi per le verifiche strutturali e geotecniche.



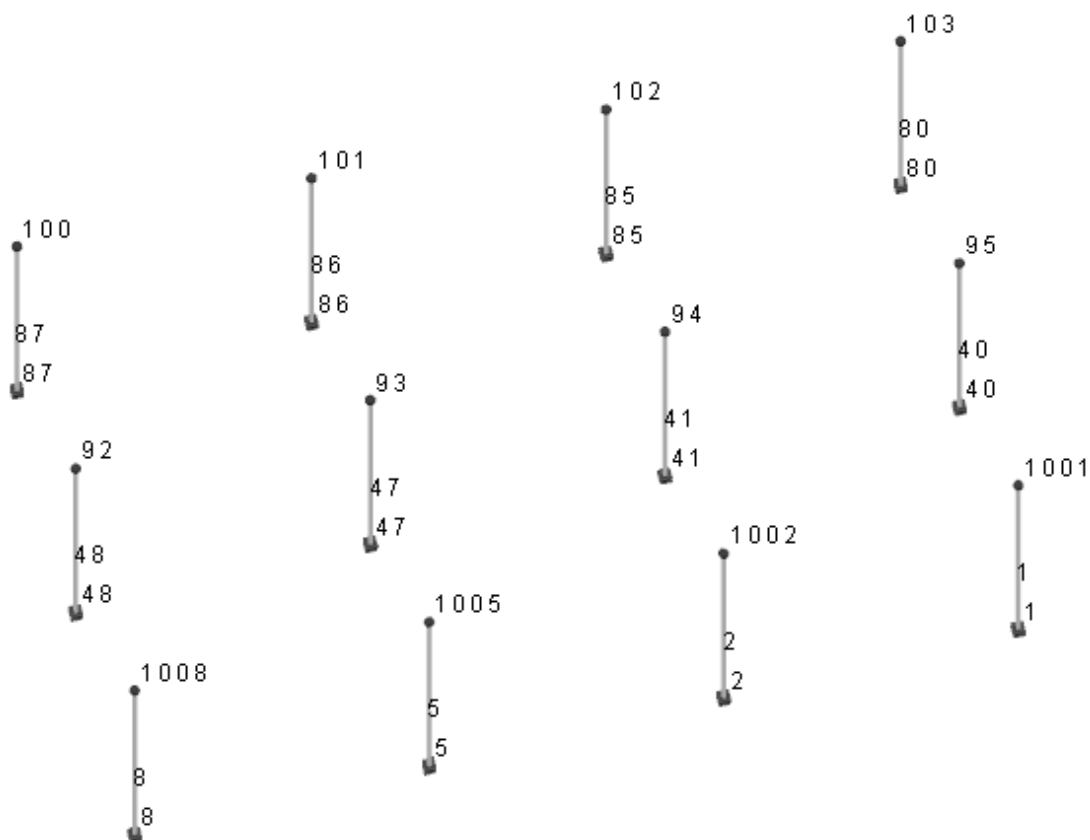
Numerazione aste e nodi pali di fondazione lato Brescia



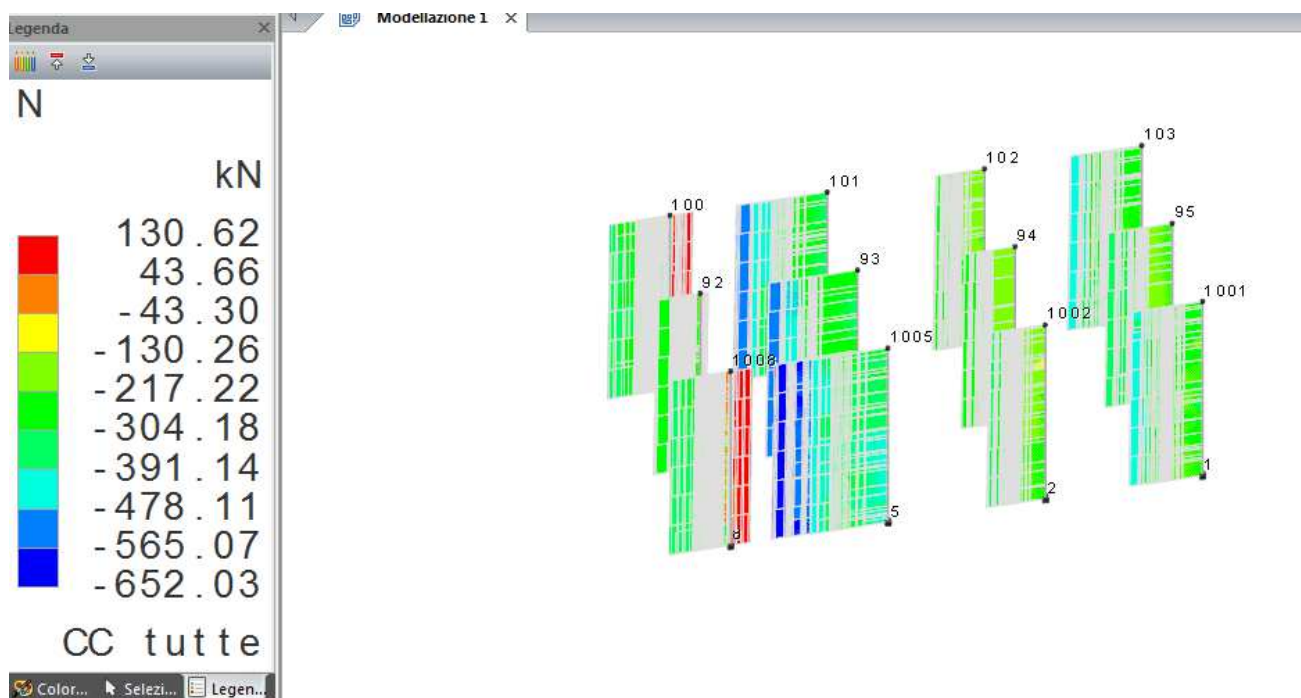
Involuppo delle azioni assiali sui pali di fondazioni lato Brescia



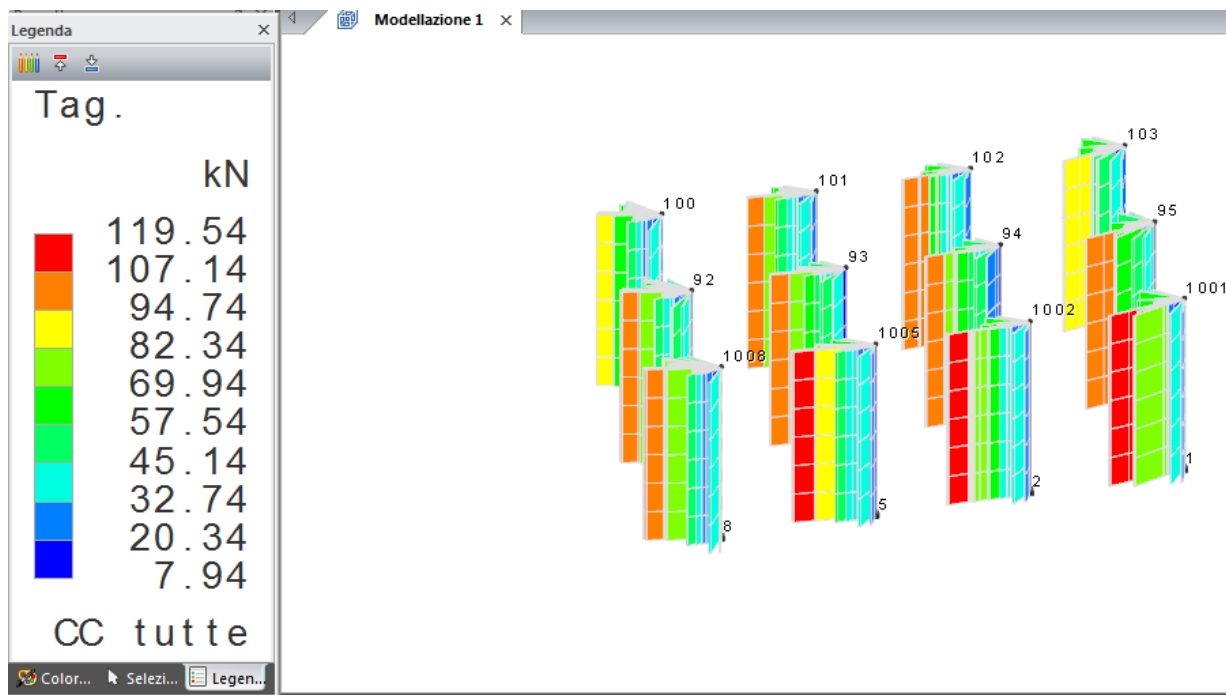
Involuppo delle azioni taglienti sui pali di fondazioni lato Brescia



Numerazione aste e nodi pali lato Cremona



Involuppo delle azioni assiali fondazioni lato Brescia



Involuppo delle azioni taglianti sui pali di fondazioni lato Cremona

Nella successiva tabella si riportano le azioni per le combinazioni di carico SLV, sono evidenziati i valori significativi per le verifiche strutturali e geotecniche.

Asta (N1 N2)	CC	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>	
1 (1 1001)		9	-296	-30	-43	10	15	-4
1 (1 1001)		11	-291	-30	-43	13	18	-4
1 (1 1001)		1	-277	-10	-15	2	3	-1
1 (1 1001)		3	-272	-10	-15	5	7	-1
1 (1 1001)		13	-264	-29	-42	26	37	-3
1 (1 1001)		15	-259	-29	-42	28	41	-3
1 (1 1001)		17	-245	-9	-13	17	25	-1

Asta (N1 N2)	CC	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>	
1 (1 1001)		23	-229	-9	-13	25	37	-1
1 (1 1001)		5	-228	7	11	10	15	1
1 (1 1001)		7	-224	7	11	13	19	1
1 (1 1001)		21	-213	-8	-12	33	48	-1
1 (1 1001)		19	-197	8	12	26	37	1
1 (1 1001)		19	-197	-8	-12	41	60	-1
1 (1 1001)		21	-180	9	13	34	49	1
1 (1 1001)		7	-170	-7	-10	54	78	-1
1 (1 1001)		5	-165	-7	-10	56	82	-1
1 (1 1001)		23	-165	9	14	41	60	1
1 (1 1001)		17	-149	9	14	49	72	1
1 (1 1001)		15	-135	29	42	38	56	3
1 (1 1001)		13	-130	29	42	41	60	3
1 (1 1001)		3	-122	10	15	62	90	1
1 (1 1001)		1	-117	10	15	64	94	1
1 (1 1001)		11	-103	30	44	54	79	3
1 (1 1001)		9	-98	30	44	56	82	3
10 (10 -69)		9	-199	-19	-19	-26	-30	-10
10 (10 -69)		11	-196	-19	-19	-26	-30	-10
10 (10 -69)		13	-195	-19	-18	-2	6	-10
10 (10 -69)		15	-193	-19	-18	-2	7	-10
10 (10 -69)		1	-124	-6	-6	-45	-62	-4
10 (10 -69)		17	-123	-5	-5	-17	-20	-3
10 (10 -69)		3	-121	-6	-6	-45	-62	-4
10 (10 -69)		21	-119	-5	-4	7	16	-3
10 (10 -69)		23	-114	-5	-5	-17	-20	-3
10 (10 -69)		7	-112	-4	-3	35	59	-2
10 (10 -69)		19	-110	-5	-4	7	17	-3
10 (10 -69)		5	-109	-4	-3	35	59	-2
10 (10 -69)		5	-56	6	7	-37	-54	2
10 (10 -69)		19	-55	6	7	-10	-12	3
10 (10 -69)		7	-54	6	7	-37	-54	2
10 (10 -69)		23	-52	7	8	14	24	3
10 (10 -69)		21	-46	7	8	-9	-11	3
10 (10 -69)		3	-44	8	9	42	67	4
10 (10 -69)		17	-43	7	8	15	25	3
10 (10 -69)		1	-42	8	9	42	67	4
10 (10 -69)		15	27	20	22	-1	-2	10
10 (10 -69)		13	29	20	22	-1	-2	10
10 (10 -69)		11	30	21	23	23	34	10
10 (10 -69)		9	33	21	23	23	35	10
2 (2 1002)		9	-236	-22	-32	11	17	-5
2 (2 1002)		11	-233	-22	-32	14	21	-5
2 (2 1002)		13	-215	-21	-31	28	42	-5
2 (2 1002)		15	-212	-21	-31	31	46	-5
2 (2 1002)		1	-211	-8	-11	2	3	-2
2 (2 1002)		3	-208	-8	-11	5	7	-2
2 (2 1002)		17	-190	-7	-10	19	28	-1
2 (2 1002)		23	-180	-7	-10	27	41	-1
2 (2 1002)		21	-169	-6	-9	35	53	-1
2 (2 1002)		5	-169	5	8	11	17	1
2 (2 1002)		7	-166	5	8	14	21	1
2 (2 1002)		19	-159	-6	-9	44	66	-1
2 (2 1002)		19	-148	6	9	27	41	1
2 (2 1002)		7	-141	-5	-8	58	87	-1
2 (2 1002)		5	-138	-5	-8	61	91	-1
2 (2 1002)		21	-138	6	9	36	54	1
2 (2 1002)		23	-127	7	10	44	66	2
2 (2 1002)		17	-117	7	10	53	80	2
2 (2 1002)		3	-99	8	11	67	100	2
2 (2 1002)		1	-96	8	11	69	104	2
2 (2 1002)		15	-95	21	31	41	62	5
2 (2 1002)		13	-92	21	31	43	65	5

Asta (N1 N2)	CC	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>	
2 (2 1002)		11	-74	22	32	58	87	5
2 (2 1002)		9	-71	22	32	60	91	5
3 (3 1003)		9	-343	-34	-49	-53	-76	-4
3 (3 1003)		11	-332	-33	-48	-51	-72	-4
3 (3 1003)		1	-300	-11	-16	-61	-86	-1
3 (3 1003)		3	-289	-11	-16	-58	-83	-1
3 (3 1003)		13	-263	-33	-48	-38	-55	-4
3 (3 1003)		15	-252	-33	-47	-36	-51	-4
3 (3 1003)		17	-220	-10	-15	-46	-66	-1
3 (3 1003)		5	-184	9	13	-53	-75	1
3 (3 1003)		23	-183	-10	-14	-39	-55	-1
3 (3 1003)		7	-173	9	13	-51	-72	1
3 (3 1003)		21	-140	-10	-14	-32	-45	-1
3 (3 1003)		19	-104	10	14	-38	-54	1
3 (3 1003)		19	-103	-9	-13	-24	-34	-1
3 (3 1003)		21	-67	10	14	-31	-43	1
3 (3 1003)		7	-34	-9	-13	-12	-17	-1
3 (3 1003)		23	-24	10	15	-24	-33	1
3 (3 1003)		5	-23	-9	-13	-9	-13	-1
3 (3 1003)		17	13	11	15	-16	-22	1
3 (3 1003)		15	44	33	48	-26	-37	4
3 (3 1003)		13	55	33	48	-24	-34	4
3 (3 1003)		3	82	11	16	-4	-5	1
3 (3 1003)		1	93	11	16	-1	-2	1
3 (3 1003)		11	124	34	49	-12	-16	4
3 (3 1003)		9	135	34	49	-9	-13	4
4 (4 1004)		9	-426	-23	-33	-59	-88	-5
4 (4 1004)		11	-419	-23	-33	-57	-85	-5
4 (4 1004)		13	-385	-23	-33	-43	-65	-5
4 (4 1004)		1	-382	-7	-10	-68	-101	-2
4 (4 1004)		15	-378	-23	-33	-41	-61	-5
4 (4 1004)		3	-375	-7	-10	-65	-97	-2
4 (4 1004)		17	-342	-7	-10	-52	-78	-2
4 (4 1004)		23	-319	-7	-9	-44	-65	-1
4 (4 1004)		5	-303	7	10	-59	-88	2
4 (4 1004)		21	-301	-7	-9	-36	-54	-1
4 (4 1004)		7	-296	7	10	-57	-84	2
4 (4 1004)		19	-277	-6	-9	-28	-42	-1
4 (4 1004)		19	-263	7	11	-44	-65	2
4 (4 1004)		7	-244	-6	-8	-14	-22	-1
4 (4 1004)		21	-240	7	11	-35	-52	2
4 (4 1004)		5	-237	-6	-8	-12	-19	-1
4 (4 1004)		23	-222	8	11	-27	-41	2
4 (4 1004)		17	-198	8	12	-19	-29	2
4 (4 1004)		3	-165	8	12	-6	-9	2
4 (4 1004)		15	-163	24	35	-31	-45	5
4 (4 1004)		1	-158	8	12	-3	-6	2
4 (4 1004)		13	-156	24	35	-28	-42	5
4 (4 1004)		11	-121	24	35	-14	-22	5
4 (4 1004)		9	-114	24	35	-12	-18	5
40 (40 95)		1	-228	-11	-16	5	8	-1
40 (40 95)		5	-226	7	11	7	10	1
40 (40 95)		3	-224	-11	-16	8	11	-1
40 (40 95)		7	-222	8	11	9	13	1
40 (40 95)		17	-201	-10	-15	21	30	-1
40 (40 95)		19	-199	8	13	22	32	1
40 (40 95)		9	-198	-31	-46	22	32	-4
40 (40 95)		11	-194	-31	-46	25	36	-4
40 (40 95)		15	-192	30	44	27	39	4
40 (40 95)		13	-187	30	44	29	43	4
40 (40 95)		23	-186	-10	-14	29	43	-1
40 (40 95)		21	-184	9	13	30	45	1
40 (40 95)		21	-173	-9	-13	37	54	-1

Asta (N1 N2)	CC	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>	
40 (40 95)		23	-172	9	14	38	56	1
40 (40 95)		13	-170	-30	-45	38	55	-4
40 (40 95)		15	-166	-30	-45	40	59	-4
40 (40 95)		11	-164	31	46	42	62	4
40 (40 95)		9	-160	31	46	45	66	4
40 (40 95)		19	-159	-9	-13	45	66	-1
40 (40 95)		17	-157	10	14	46	68	1
40 (40 95)		7	-136	-8	-12	58	85	-1
40 (40 95)		3	-134	11	16	59	87	1
40 (40 95)		5	-131	-8	-12	60	88	-1
40 (40 95)		1	-130	11	16	62	90	1
41 (41 94)		1	-184	-8	-12	6	9	-2
41 (41 94)		5	-183	5	8	7	11	1
41 (41 94)		3	-181	-8	-12	8	13	-2
41 (41 94)		7	-180	5	8	10	15	1
41 (41 94)		17	-166	-7	-10	22	34	-2
41 (41 94)		19	-165	6	9	24	36	1
41 (41 94)		9	-164	-23	-33	24	36	-5
41 (41 94)		11	-161	-23	-33	26	40	-5
41 (41 94)		15	-160	22	32	28	43	5
41 (41 94)		13	-157	22	32	31	47	5
41 (41 94)		23	-156	-7	-10	31	47	-1
41 (41 94)		21	-155	6	9	32	49	1
41 (41 94)		21	-147	-6	-9	39	59	-1
41 (41 94)		23	-146	7	10	41	61	2
41 (41 94)		13	-146	-22	-32	40	61	-5
41 (41 94)		15	-143	-22	-32	43	65	-5
41 (41 94)		11	-141	22	33	45	68	5
41 (41 94)		9	-138	23	33	48	72	5
41 (41 94)		19	-138	-6	-9	48	72	-1
41 (41 94)		17	-136	7	10	49	74	2
41 (41 94)		7	-122	-6	-8	62	93	-1
41 (41 94)		3	-121	8	11	63	95	2
41 (41 94)		5	-120	-6	-8	64	97	-1
41 (41 94)		1	-118	8	11	66	99	2
42 (42 91)		1	-248	-11	-16	-58	-82	-1
42 (42 91)		5	-243	9	13	-56	-80	1
42 (42 91)		3	-237	-11	-16	-55	-79	-1
42 (42 91)		7	-232	9	13	-54	-77	1
42 (42 91)		17	-168	-10	-15	-43	-61	-1
42 (42 91)		19	-162	9	14	-42	-59	1
42 (42 91)		9	-162	-34	-49	-42	-60	-4
42 (42 91)		11	-150	-34	-49	-39	-56	-4
42 (42 91)		15	-142	33	48	-38	-53	4
42 (42 91)		13	-131	33	48	-35	-50	4
42 (42 91)		23	-131	-10	-15	-35	-50	-1
42 (42 91)		21	-125	10	14	-34	-48	1
42 (42 91)		21	-88	-10	-14	-28	-40	-1
42 (42 91)		23	-82	10	14	-27	-38	1
42 (42 91)		13	-81	-33	-48	-27	-38	-4
42 (42 91)		15	-70	-33	-48	-25	-35	-4
42 (42 91)		11	-62	33	48	-23	-32	4
42 (42 91)		9	-51	34	49	-20	-29	4
42 (42 91)		19	-51	-10	-14	-21	-29	-1
42 (42 91)		17	-45	10	15	-19	-27	1
42 (42 91)		7	19	-9	-13	-8	-12	-1
42 (42 91)		3	25	11	16	-7	-10	1
42 (42 91)		5	30	-9	-13	-6	-9	-1
42 (42 91)		1	36	11	16	-5	-7	1
43 (43 90)		1	-304	-8	-11	-64	-95	-2
43 (43 90)		5	-302	6	9	-63	-93	1
43 (43 90)		3	-298	-8	-11	-62	-92	-2
43 (43 90)		7	-296	6	9	-60	-90	1

Asta (N1 N2)	CC	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>	
43 (43 90)		17	-275	-7	-11	-48	-72	-2
43 (43 90)		19	-273	7	10	-47	-70	2
43 (43 90)		9	-271	-24	-34	-47	-70	-6
43 (43 90)		11	-266	-24	-34	-45	-66	-6
43 (43 90)		15	-264	23	34	-43	-64	5
43 (43 90)		13	-258	23	34	-40	-60	5
43 (43 90)		23	-256	-7	-10	-40	-60	-2
43 (43 90)		21	-254	7	10	-39	-58	2
43 (43 90)		21	-245	-7	-10	-32	-49	-2
43 (43 90)		23	-243	7	10	-31	-47	2
43 (43 90)		13	-241	-23	-34	-31	-47	-5
43 (43 90)		15	-235	-23	-34	-29	-43	-5
43 (43 90)		11	-233	24	34	-27	-40	6
43 (43 90)		9	-228	24	34	-24	-36	6
43 (43 90)		19	-226	-7	-10	-24	-36	-2
43 (43 90)		17	-224	7	11	-23	-34	2
43 (43 90)		7	-203	-7	-9	-11	-17	-1
43 (43 90)		3	-201	8	11	-9	-15	2
43 (43 90)		5	-197	-6	-9	-8	-13	-1
43 (43 90)		1	-195	8	11	-7	-11	2
44 (44 -184)		17	-111	-9	-11	-11	-20	-4
44 (44 -184)		19	-111	8	10	-11	-20	3
44 (44 -184)		21	-110	-8	-10	9	25	-3
44 (44 -184)		23	-110	9	11	9	25	3
44 (44 -184)		1	-108	-10	-13	-34	-72	-4
44 (44 -184)		5	-108	7	9	-34	-71	2
44 (44 -184)		9	-107	-28	-36	-11	-19	-11
44 (44 -184)		15	-107	27	35	-11	-19	10
44 (44 -184)		13	-106	-27	-35	9	25	-10
44 (44 -184)		11	-105	28	36	9	25	11
44 (44 -184)		3	-105	-10	-13	-34	-71	-4
44 (44 -184)		7	-105	7	9	-34	-71	2
44 (44 -184)		7	-104	-7	-9	32	77	-2
44 (44 -184)		3	-104	10	13	32	77	4
44 (44 -184)		11	-104	-28	-36	-11	-19	-11
44 (44 -184)		13	-103	27	35	-11	-19	10
44 (44 -184)		15	-102	-27	-35	9	25	-10
44 (44 -184)		9	-102	28	36	9	25	11
44 (44 -184)		5	-101	-7	-9	32	78	-2
44 (44 -184)		1	-101	10	13	32	78	4
44 (44 -184)		23	-99	-9	-11	-11	-19	-3
44 (44 -184)		21	-99	8	10	-11	-19	3
44 (44 -184)		19	-98	-8	-10	9	26	-3
44 (44 -184)		17	-98	9	11	9	26	4
45 (45 88)		1	-227	-11	-16	-62	-91	-1
45 (45 88)		5	-225	8	12	-61	-89	1
45 (45 88)		3	-222	-11	-16	-59	-87	-1
45 (45 88)		7	-220	8	12	-58	-85	1
45 (45 88)		17	-199	-10	-15	-46	-68	-1
45 (45 88)		19	-197	9	13	-45	-66	1
45 (45 88)		9	-196	-32	-47	-45	-66	-4
45 (45 88)		11	-192	-32	-47	-42	-62	-4
45 (45 88)		15	-190	31	46	-40	-59	4
45 (45 88)		13	-185	31	46	-38	-56	4
45 (45 88)		23	-184	-10	-14	-38	-56	-1
45 (45 88)		21	-182	9	14	-37	-54	1
45 (45 88)		21	-171	-9	-14	-30	-45	-1
45 (45 88)		23	-169	10	14	-29	-43	1
45 (45 88)		13	-168	-31	-46	-29	-43	-4
45 (45 88)		15	-164	-31	-46	-27	-39	-4
45 (45 88)		11	-162	32	47	-25	-36	4
45 (45 88)		9	-157	32	47	-22	-32	4
45 (45 88)		19	-156	-9	-13	-22	-32	-1

Asta (N1 N2)	CC	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>	
45 (45 88)		17	-154	10	15	-21	-30	1
45 (45 88)		7	-133	-8	-12	-9	-13	-1
45 (45 88)		3	-131	11	16	-8	-11	1
45 (45 88)		5	-129	-8	-12	-7	-10	-1
45 (45 88)		1	-127	11	16	-5	-8	1
46 (46 89)		1	-184	-8	-12	-66	-99	-2
46 (46 89)		5	-183	6	9	-65	-97	1
46 (46 89)		3	-181	-8	-11	-64	-95	-2
46 (46 89)		7	-180	6	9	-62	-93	1
46 (46 89)		17	-166	-7	-11	-49	-74	-2
46 (46 89)		19	-164	7	10	-48	-72	1
46 (46 89)		9	-164	-24	-35	-48	-72	-5
46 (46 89)		11	-161	-24	-35	-45	-68	-5
46 (46 89)		15	-159	23	34	-43	-65	5
46 (46 89)		13	-156	23	34	-41	-61	5
46 (46 89)		23	-156	-7	-11	-41	-61	-1
46 (46 89)		21	-155	7	10	-39	-59	1
46 (46 89)		21	-147	-7	-10	-32	-49	-1
46 (46 89)		23	-145	7	11	-31	-47	2
46 (46 89)		13	-145	-23	-34	-31	-47	-5
46 (46 89)		15	-142	-23	-34	-28	-43	-5
46 (46 89)		11	-140	24	35	-26	-40	5
46 (46 89)		9	-138	24	35	-24	-36	5
46 (46 89)		19	-137	-7	-10	-24	-36	-1
46 (46 89)		17	-136	7	11	-22	-34	2
46 (46 89)		7	-122	-6	-9	-10	-15	-1
46 (46 89)		3	-120	8	11	-8	-12	2
46 (46 89)		5	-119	-6	-9	-7	-11	-1
46 (46 89)		1	-117	8	12	-6	-8	2
47 (47 93)		1	-303	-8	-12	7	11	-2
47 (47 93)		5	-301	6	8	8	13	1
47 (47 93)		3	-297	-8	-12	10	15	-2
47 (47 93)		7	-295	6	8	11	17	1
47 (47 93)		17	-275	-7	-11	23	34	-2
47 (47 93)		19	-272	6	9	24	36	2
47 (47 93)		9	-271	-23	-33	24	36	-6
47 (47 93)		11	-265	-23	-33	26	40	-6
47 (47 93)		15	-263	22	32	29	43	5
47 (47 93)		13	-258	23	32	31	47	5
47 (47 93)		23	-256	-7	-10	31	47	-2
47 (47 93)		21	-254	7	10	32	49	2
47 (47 93)		21	-245	-7	-9	39	58	-2
47 (47 93)		23	-242	7	10	40	60	2
47 (47 93)		13	-241	-22	-32	40	60	-5
47 (47 93)		15	-236	-22	-32	42	63	-5
47 (47 93)		11	-233	23	33	44	66	6
47 (47 93)		9	-228	23	34	47	70	6
47 (47 93)		19	-226	-6	-9	47	70	-1
47 (47 93)		17	-224	7	11	48	72	2
47 (47 93)		7	-204	-6	-8	60	89	-1
47 (47 93)		3	-201	8	12	61	91	2
47 (47 93)		5	-198	-6	-8	63	93	-1
47 (47 93)		1	-196	8	12	64	95	2
48 (48 92)		1	-248	-11	-17	5	7	-1
48 (48 92)		5	-243	8	12	6	9	1
48 (48 92)		3	-238	-11	-16	7	10	-1
48 (48 92)		7	-232	9	12	8	12	1
48 (48 92)		17	-168	-10	-15	19	27	-1
48 (48 92)		19	-162	9	14	21	29	1
48 (48 92)		9	-161	-33	-48	20	29	-4
48 (48 92)		11	-150	-33	-48	23	32	-4
48 (48 92)		15	-143	33	47	25	35	4
48 (48 92)		13	-132	33	48	27	39	4

Asta (N1 N2)	CC	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>	
48 (48 92)		23	-131	-10	-14	27	38	-1
48 (48 92)		21	-126	10	14	28	40	1
48 (48 92)		21	-87	-9	-14	34	48	-1
48 (48 92)		23	-82	10	15	35	50	1
48 (48 92)		13	-81	-32	-47	35	50	-4
48 (48 92)		15	-70	-32	-47	37	53	-4
48 (48 92)		11	-63	34	49	39	56	4
48 (48 92)		9	-52	34	49	42	59	4
48 (48 92)		19	-51	-9	-13	42	59	-1
48 (48 92)		17	-46	11	16	43	61	1
48 (48 92)		7	19	-8	-12	54	76	-1
48 (48 92)		3	24	12	17	55	78	1
48 (48 92)		5	30	-8	-12	56	80	-1
48 (48 92)		1	35	12	17	57	82	1
5 (5 1005)		9	-425	-23	-32	12	18	-5
5 (5 1005)		11	-418	-23	-32	15	22	-5
5 (5 1005)		1	-384	-8	-11	4	6	-2
5 (5 1005)		13	-382	-22	-31	28	42	-5
5 (5 1005)		3	-378	-8	-11	6	10	-2
5 (5 1005)		15	-376	-22	-31	30	45	-5
5 (5 1005)		17	-342	-7	-10	19	29	-2
5 (5 1005)		23	-320	-7	-9	28	41	-2
5 (5 1005)		5	-306	6	9	12	19	1
5 (5 1005)		7	-300	6	9	15	23	1
5 (5 1005)		21	-299	-6	-8	35	52	-2
5 (5 1005)		19	-277	-6	-8	43	65	-2
5 (5 1005)		19	-264	7	10	28	42	1
5 (5 1005)		21	-242	7	11	36	54	1
5 (5 1005)		7	-241	-5	-7	57	84	-1
5 (5 1005)		5	-235	-5	-7	59	88	-1
5 (5 1005)		23	-221	8	11	44	65	2
5 (5 1005)		17	-199	8	12	52	78	2
5 (5 1005)		15	-166	23	33	41	61	5
5 (5 1005)		3	-164	9	13	65	97	2
5 (5 1005)		13	-159	23	34	43	65	5
5 (5 1005)		1	-157	9	13	68	101	2
5 (5 1005)		11	-123	24	35	57	85	5
5 (5 1005)		9	-116	24	35	59	88	5
6 (6 1006)		9	-296	-31	-44	-56	-82	-3
6 (6 1006)		11	-291	-30	-44	-54	-79	-3
6 (6 1006)		1	-273	-10	-14	-65	-94	-1
6 (6 1006)		3	-268	-10	-14	-62	-91	-1
6 (6 1006)		13	-266	-30	-43	-40	-59	-3
6 (6 1006)		15	-261	-30	-43	-38	-56	-3
6 (6 1006)		17	-243	-9	-13	-49	-72	-1
6 (6 1006)		23	-226	-9	-13	-41	-60	-1
6 (6 1006)		5	-222	8	12	-56	-82	1
6 (6 1006)		7	-217	8	12	-54	-78	1
6 (6 1006)		21	-213	-9	-12	-34	-49	-1
6 (6 1006)		19	-196	-8	-12	-25	-37	-1
6 (6 1006)		19	-193	9	13	-41	-60	1
6 (6 1006)		21	-176	9	13	-33	-48	1
6 (6 1006)		7	-172	-8	-11	-12	-18	-1
6 (6 1006)		5	-167	-8	-11	-10	-15	-1
6 (6 1006)		23	-163	10	14	-25	-37	1
6 (6 1006)		17	-146	10	14	-17	-25	1
6 (6 1006)		15	-128	30	44	-28	-41	3
6 (6 1006)		13	-123	30	44	-26	-37	3
6 (6 1006)		3	-122	11	15	-4	-6	1
6 (6 1006)		1	-116	11	16	-2	-2	1
6 (6 1006)		11	-98	31	45	-13	-18	4
6 (6 1006)		9	-93	31	45	-10	-15	4
7 (7 1007)		9	-236	-23	-33	-60	-91	-5

Asta (N1 N2)	CC	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>	
7 (7 1007)		11	-233	-23	-33	-58	-87	-5
7 (7 1007)		13	-217	-22	-33	-43	-65	-5
7 (7 1007)		15	-214	-22	-33	-41	-61	-5
7 (7 1007)		1	-208	-8	-11	-70	-105	-2
7 (7 1007)		3	-205	-8	-11	-67	-101	-2
7 (7 1007)		17	-189	-7	-10	-53	-80	-2
7 (7 1007)		23	-179	-7	-10	-44	-67	-2
7 (7 1007)		21	-170	-7	-10	-36	-54	-1
7 (7 1007)		5	-165	6	9	-61	-92	1
7 (7 1007)		7	-162	6	9	-58	-88	1
7 (7 1007)		19	-159	-7	-9	-27	-41	-1
7 (7 1007)		19	-146	7	10	-44	-66	1
7 (7 1007)		7	-143	-6	-9	-13	-20	-1
7 (7 1007)		5	-140	-6	-9	-11	-16	-1
7 (7 1007)		21	-135	7	10	-35	-53	1
7 (7 1007)		23	-126	7	10	-27	-41	1
7 (7 1007)		17	-116	7	10	-18	-28	2
7 (7 1007)		3	-100	8	11	-4	-7	2
7 (7 1007)		1	-97	8	11	-2	-3	2
7 (7 1007)		15	-91	23	33	-31	-46	5
7 (7 1007)		13	-88	23	33	-28	-42	5
7 (7 1007)		11	-72	23	34	-14	-21	5
7 (7 1007)		9	-69	23	34	-11	-17	5
72 (72 -293)		9	-199	-21	-23	-26	-30	-10
72 (72 -293)		11	-196	-21	-23	-26	-30	-10
72 (72 -293)		13	-195	-20	-22	-2	7	-10
72 (72 -293)		15	-192	-20	-22	-2	7	-10
72 (72 -293)		1	-125	-8	-9	-45	-62	-4
72 (72 -293)		17	-124	-7	-8	-17	-20	-3
72 (72 -293)		3	-122	-8	-9	-45	-62	-4
72 (72 -293)		21	-119	-7	-8	7	16	-3
72 (72 -293)		23	-114	-7	-8	-17	-20	-3
72 (72 -293)		7	-111	-6	-7	35	59	-2
72 (72 -293)		19	-110	-6	-7	7	17	-3
72 (72 -293)		5	-108	-6	-7	35	59	-2
72 (72 -293)		5	-57	4	3	-37	-54	2
72 (72 -293)		19	-56	5	4	-10	-12	3
72 (72 -293)		7	-54	4	3	-37	-54	2
72 (72 -293)		23	-52	5	5	14	25	3
72 (72 -293)		21	-46	5	4	-9	-11	3
72 (72 -293)		3	-43	6	6	42	67	4
72 (72 -293)		17	-42	6	5	15	25	3
72 (72 -293)		1	-41	6	6	42	67	4
72 (72 -293)		15	26	19	18	-1	-2	10
72 (72 -293)		13	29	19	19	-1	-2	10
72 (72 -293)		11	31	19	19	23	34	10
72 (72 -293)		9	34	19	19	23	35	10
8 (8 1008)		9	-332	-33	-48	9	13	-4
8 (8 1008)		11	-321	-33	-48	12	16	-4
8 (8 1008)		1	-291	-11	-16	2	2	-1
8 (8 1008)		3	-281	-11	-16	4	6	-1
8 (8 1008)		13	-256	-32	-47	24	34	-4
8 (8 1008)		15	-245	-32	-47	26	37	-4
8 (8 1008)		17	-215	-10	-15	16	23	-1
8 (8 1008)		5	-181	8	12	10	14	1
8 (8 1008)		23	-179	-10	-14	24	34	-1
8 (8 1008)		7	-170	9	13	12	17	1
8 (8 1008)		21	-139	-9	-14	31	43	-1
8 (8 1008)		19	-105	9	14	24	34	1
8 (8 1008)		19	-103	-9	-13	38	54	-1
8 (8 1008)		21	-69	10	14	32	45	1
8 (8 1008)		7	-38	-8	-12	50	71	-1
8 (8 1008)		23	-29	10	15	39	55	1

Asta (N1 N2)	CC	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>	
8 (8 1008)		5	-27	-8	-11	53	74	-1
8 (8 1008)		17	7	11	16	46	66	1
8 (8 1008)		15	37	33	47	36	52	4
8 (8 1008)		13	48	33	48	38	55	4
8 (8 1008)		3	73	12	17	58	83	1
8 (8 1008)		1	83	12	17	60	86	1
8 (8 1008)		11	113	34	49	51	72	4
8 (8 1008)		9	124	34	49	53	75	4
80 (80 103)		9	-294	-30	-44	11	16	-3
80 (80 103)		11	-289	-30	-44	13	19	-3
80 (80 103)		1	-272	-11	-16	2	3	-1
80 (80 103)		3	-267	-11	-15	4	6	-1
80 (80 103)		13	-265	-29	-43	26	38	-3
80 (80 103)		15	-260	-29	-43	29	42	-3
80 (80 103)		17	-244	-10	-14	17	25	-1
80 (80 103)		23	-227	-10	-14	25	37	-1
80 (80 103)		5	-224	7	10	10	14	1
80 (80 103)		7	-219	7	10	12	18	1
80 (80 103)		21	-215	-9	-13	33	48	-1
80 (80 103)		19	-198	-9	-13	41	60	-1
80 (80 103)		19	-196	8	11	25	37	1
80 (80 103)		21	-179	8	12	33	49	1
80 (80 103)		7	-175	-8	-12	54	78	-1
80 (80 103)		5	-170	-8	-12	56	82	-1
80 (80 103)		23	-167	9	12	41	59	1
80 (80 103)		17	-150	9	13	49	71	1
80 (80 103)		15	-134	29	41	37	55	3
80 (80 103)		13	-129	29	41	40	58	3
80 (80 103)		3	-128	10	14	62	90	1
80 (80 103)		1	-123	10	14	64	94	1
80 (80 103)		11	-106	29	43	53	77	4
80 (80 103)		9	-101	29	43	55	81	4
81 (81 96)		9	-297	-31	-45	-55	-81	-4
81 (81 96)		11	-292	-31	-45	-53	-78	-4
81 (81 96)		1	-274	-11	-16	-64	-94	-1
81 (81 96)		3	-269	-11	-16	-62	-90	-1
81 (81 96)		13	-266	-30	-44	-40	-58	-3
81 (81 96)		15	-261	-30	-44	-37	-55	-3
81 (81 96)		17	-244	-10	-14	-49	-72	-1
81 (81 96)		23	-227	-10	-14	-41	-60	-1
81 (81 96)		5	-224	8	11	-57	-82	1
81 (81 96)		7	-219	8	11	-54	-79	1
81 (81 96)		21	-213	-9	-13	-33	-49	-1
81 (81 96)		19	-196	-9	-13	-25	-37	-1
81 (81 96)		19	-193	8	12	-41	-60	1
81 (81 96)		21	-177	9	12	-33	-48	1
81 (81 96)		7	-170	-8	-12	-12	-18	-1
81 (81 96)		5	-165	-8	-12	-10	-15	-1
81 (81 96)		23	-162	9	13	-26	-37	1
81 (81 96)		17	-145	9	13	-17	-25	1
81 (81 96)		15	-129	30	43	-29	-42	3
81 (81 96)		13	-124	30	43	-27	-39	3
81 (81 96)		3	-120	10	15	-4	-6	1
81 (81 96)		1	-115	10	15	-2	-3	1
81 (81 96)		11	-97	31	44	-13	-19	3
81 (81 96)		9	-92	31	44	-11	-16	3
82 (82 97)		9	-236	-23	-34	-60	-90	-5
82 (82 97)		11	-233	-23	-34	-57	-86	-5
82 (82 97)		13	-216	-23	-33	-43	-64	-5
82 (82 97)		15	-213	-23	-33	-40	-60	-5
82 (82 97)		1	-210	-8	-11	-70	-104	-2
82 (82 97)		3	-207	-8	-11	-67	-101	-2
82 (82 97)		17	-189	-7	-10	-53	-79	-1

Asta (N1 N2)	CC	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>	
82 (82 97)		23	-179	-7	-10	-44	-66	-1
82 (82 97)		21	-169	-7	-10	-36	-54	-1
82 (82 97)		5	-166	6	9	-61	-92	1
82 (82 97)		7	-163	6	9	-59	-88	1
82 (82 97)		19	-159	-7	-10	-27	-41	-1
82 (82 97)		19	-146	7	9	-44	-67	1
82 (82 97)		7	-142	-6	-9	-13	-20	-1
82 (82 97)		5	-139	-6	-9	-10	-16	-1
82 (82 97)		21	-136	7	10	-36	-54	1
82 (82 97)		23	-126	7	10	-28	-41	2
82 (82 97)		17	-116	7	10	-19	-28	2
82 (82 97)		3	-98	8	11	-5	-7	2
82 (82 97)		1	-95	8	11	-2	-3	2
82 (82 97)		15	-92	22	33	-32	-47	5
82 (82 97)		13	-89	22	33	-29	-43	5
82 (82 97)		11	-72	23	33	-15	-22	5
82 (82 97)		9	-69	23	33	-12	-18	5
83 (83 98)		9	-425	-24	-35	-58	-87	-5
83 (83 98)		11	-419	-24	-35	-56	-84	-5
83 (83 98)		1	-384	-8	-12	-68	-101	-2
83 (83 98)		13	-383	-24	-35	-42	-64	-5
83 (83 98)		3	-377	-8	-12	-65	-97	-2
83 (83 98)		15	-376	-24	-35	-40	-60	-5
83 (83 98)		17	-342	-8	-12	-52	-77	-2
83 (83 98)		23	-319	-8	-11	-44	-65	-2
83 (83 98)		5	-305	6	8	-60	-88	1
83 (83 98)		21	-300	-8	-11	-36	-54	-2
83 (83 98)		7	-298	6	8	-57	-85	1
83 (83 98)		19	-277	-7	-11	-27	-41	-2
83 (83 98)		19	-264	6	9	-44	-65	1
83 (83 98)		7	-242	-7	-10	-14	-22	-2
83 (83 98)		21	-241	7	9	-35	-53	1
83 (83 98)		5	-235	-7	-10	-12	-18	-1
83 (83 98)		23	-221	7	9	-28	-42	1
83 (83 98)		17	-198	7	10	-19	-29	2
83 (83 98)		15	-164	23	33	-31	-47	5
83 (83 98)		3	-164	7	10	-6	-10	2
83 (83 98)		13	-157	23	33	-29	-43	5
83 (83 98)		1	-157	7	10	-4	-6	2
83 (83 98)		11	-122	23	33	-15	-23	5
83 (83 98)		9	-115	23	33	-13	-19	5
84 (84 99)		9	-342	-34	-49	-52	-75	-4
84 (84 99)		11	-331	-34	-49	-50	-71	-4
84 (84 99)		1	-298	-11	-16	-61	-86	-1
84 (84 99)		3	-287	-11	-16	-58	-83	-1
84 (84 99)		13	-264	-33	-48	-37	-54	-4
84 (84 99)		15	-253	-33	-48	-35	-50	-4
84 (84 99)		17	-219	-11	-16	-46	-66	-1
84 (84 99)		23	-183	-10	-15	-38	-55	-1
84 (84 99)		5	-182	9	13	-53	-75	1
84 (84 99)		7	-171	9	13	-51	-72	1
84 (84 99)		21	-141	-10	-15	-31	-45	-1
84 (84 99)		19	-104	-10	-14	-24	-34	-1
84 (84 99)		19	-103	9	13	-39	-55	1
84 (84 99)		21	-66	10	14	-31	-44	1
84 (84 99)		7	-36	-9	-13	-12	-17	-1
84 (84 99)		5	-25	-9	-13	-9	-13	-1
84 (84 99)		23	-24	10	14	-24	-34	1
84 (84 99)		17	12	10	15	-16	-23	1
84 (84 99)		15	46	33	47	-27	-38	4
84 (84 99)		13	57	33	48	-25	-35	4
84 (84 99)		3	80	11	16	-4	-6	1
84 (84 99)		1	91	11	16	-2	-2	1

Asta (N1 N2)	CC	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>	
84 (84 99)		11	124	33	48	-12	-17	4
84 (84 99)		9	135	34	49	-10	-14	4
85 (85 102)		9	-233	-22	-32	12	18	-5
85 (85 102)		11	-230	-22	-32	14	22	-5
85 (85 102)		13	-215	-21	-31	29	43	-5
85 (85 102)		15	-212	-21	-31	31	47	-5
85 (85 102)		1	-206	-8	-11	2	3	-2
85 (85 102)		3	-203	-8	-11	4	7	-2
85 (85 102)		17	-188	-7	-10	19	28	-2
85 (85 102)		23	-178	-7	-10	27	41	-2
85 (85 102)		21	-170	-6	-9	36	53	-1
85 (85 102)		5	-165	5	8	10	15	1
85 (85 102)		7	-162	5	8	13	19	1
85 (85 102)		19	-159	-6	-9	44	66	-1
85 (85 102)		19	-146	6	9	27	41	1
85 (85 102)		7	-144	-5	-8	58	88	-1
85 (85 102)		5	-141	-5	-8	61	91	-1
85 (85 102)		21	-136	6	9	36	54	1
85 (85 102)		23	-128	7	10	44	66	1
85 (85 102)		17	-118	7	10	53	79	2
85 (85 102)		3	-103	8	11	67	100	2
85 (85 102)		1	-100	8	11	69	104	2
85 (85 102)		15	-94	21	31	40	60	5
85 (85 102)		13	-91	21	31	42	64	5
85 (85 102)		11	-76	22	32	57	85	5
85 (85 102)		9	-73	22	32	59	89	5
86 (86 101)		9	-421	-24	-34	13	19	-5
86 (86 101)		11	-414	-24	-34	15	23	-5
86 (86 101)		13	-381	-23	-33	29	43	-5
86 (86 101)		1	-378	-9	-13	3	6	-2
86 (86 101)		15	-374	-23	-33	31	46	-5
86 (86 101)		3	-371	-8	-12	6	10	-2
86 (86 101)		17	-339	-8	-11	19	29	-2
86 (86 101)		23	-316	-8	-11	28	41	-1
86 (86 101)		5	-301	5	7	12	18	2
86 (86 101)		21	-299	-7	-10	35	53	-1
86 (86 101)		7	-294	5	7	14	22	2
86 (86 101)		19	-276	-7	-10	44	65	-1
86 (86 101)		19	-263	6	8	27	41	2
86 (86 101)		7	-245	-6	-9	57	84	-1
86 (86 101)		21	-240	6	9	36	54	2
86 (86 101)		5	-238	-6	-9	59	88	-1
86 (86 101)		23	-223	7	9	43	65	2
86 (86 101)		17	-200	7	10	52	77	2
86 (86 101)		3	-168	8	11	65	97	2
86 (86 101)		15	-165	22	31	40	60	5
86 (86 101)		1	-161	8	11	67	100	2
86 (86 101)		13	-158	22	32	42	64	5
86 (86 101)		11	-125	23	33	56	83	5
86 (86 101)		9	-118	23	33	58	87	6
87 (87 100)		9	-338	-34	-49	10	14	-4
87 (87 100)		11	-327	-33	-49	12	17	-4
87 (87 100)		1	-303	-12	-17	2	2	-1
87 (87 100)		3	-292	-12	-17	4	5	-1
87 (87 100)		13	-255	-32	-47	25	35	-4
87 (87 100)		15	-244	-32	-47	27	38	-4
87 (87 100)		17	-219	-11	-16	16	23	-1
87 (87 100)		5	-191	8	11	9	13	1
87 (87 100)		23	-183	-10	-15	24	34	-1
87 (87 100)		7	-180	8	12	11	16	1
87 (87 100)		21	-136	-10	-14	31	43	-1
87 (87 100)		19	-107	9	13	24	34	1
87 (87 100)		19	-101	-9	-13	38	54	-1

Asta (N1 N2)	CC	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>	
87 (87 100)		21	-71	10	14	31	45	1
87 (87 100)		7	-27	-8	-12	51	72	-1
87 (87 100)		23	-24	10	15	38	54	1
87 (87 100)		5	-17	-8	-11	53	75	-1
87 (87 100)		17	12	11	16	46	65	1
87 (87 100)		15	37	32	47	35	50	4
87 (87 100)		13	48	33	47	37	53	4
87 (87 100)		3	85	12	17	58	83	1
87 (87 100)		1	96	12	17	60	86	1
87 (87 100)		11	120	34	49	50	71	4
87 (87 100)		9	131	34	49	52	74	4

Asta (N1 N2)	CC	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>	
1 (1 1001)		1	-115	10	15	63	93	1
1 (1 1001)		1	-267	-10	-14	3	5	-1
2 (2 1002)		1	-96	7	11	68	103	2
2 (2 1002)		1	-206	-7	-11	3	5	-2
3 (3 1003)		1	81	11	16	-2	-3	1
3 (3 1003)		1	-283	-11	-16	-60	-85	-1
4 (4 1004)		1	-156	8	12	-4	-7	2
4 (4 1004)		1	-376	-7	-10	-67	-99	-2
40 (40 95)		1	-126	10	15	60	89	1
40 (40 95)		1	-221	-10	-15	6	10	-1
41 (41 94)		1	-118	7	11	65	97	2
41 (41 94)		1	-181	-8	-11	7	10	-2
42 (42 91)		1	31	11	16	-6	-8	1
42 (42 91)		1	-238	-11	-16	-57	-81	-1
43 (43 90)		1	-193	8	11	-8	-13	2
43 (43 90)		1	-298	-8	-11	-63	-94	-2
45 (45 88)		1	-124	11	16	-6	-9	1
45 (45 88)		1	-219	-11	-16	-61	-89	-1
46 (46 89)		1	-117	8	12	-7	-10	2
46 (46 89)		1	-181	-8	-12	-65	-98	-2
47 (47 93)		1	-194	8	11	63	93	2
47 (47 93)		1	-297	-8	-11	8	13	-2
48 (48 92)		1	30	12	17	56	80	1
48 (48 92)		1	-238	-11	-16	6	8	-1
5 (5 1005)		1	-157	8	13	67	99	2
5 (5 1005)		1	-376	-7	-10	5	8	-2
6 (6 1006)		1	-112	11	16	-3	-4	1
6 (6 1006)		1	-265	-10	-15	-64	-93	-1
7 (7 1007)		1	-95	8	11	-3	-4	2
7 (7 1007)		1	-205	-8	-11	-69	-103	-2
8 (8 1008)		1	75	11	17	60	85	1
8 (8 1008)		1	-278	-11	-16	3	4	-1
80 (80 103)		1	-120	9	13	63	92	1
80 (80 103)		1	-262	-10	-15	3	5	-1
81 (81 96)		1	-115	10	15	-3	-4	1
81 (81 96)		1	-262	-11	-16	-63	-93	-1
82 (82 97)		1	-97	8	11	-3	-5	2
82 (82 97)		1	-203	-8	-11	-68	-103	-2
83 (83 98)		1	-159	7	10	-5	-8	2
83 (83 98)		1	-373	-8	-12	-67	-99	-2
84 (84 99)		1	88	11	16	-3	-4	1
84 (84 99)		1	-290	-11	-17	-60	-85	-1
85 (85 102)		1	-100	7	11	68	102	2
85 (85 102)		1	-201	-7	-11	3	5	-2
86 (86 101)		1	-163	7	10	66	98	2

Asta (N1 N2)	CC	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>	
86 (86 101)		1	-368	-8	-12	5	8	-2
87 (87 100)		1	87	12	17	59	84	1
87 (87 100)		1	-290	-12	-17	3	4	-1
1 (1 1001)		3	-120	10	15	61	89	1
1 (1 1001)		3	-262	-10	-14	6	8	-1
2 (2 1002)		3	-99	7	11	66	99	2
2 (2 1002)		3	-203	-7	-11	6	9	-2
3 (3 1003)		3	70	11	16	-5	-7	1
3 (3 1003)		3	-272	-11	-16	-57	-82	-1
4 (4 1004)		3	-163	8	12	-7	-11	2
4 (4 1004)		3	-369	-7	-10	-64	-96	-2
40 (40 95)		3	-131	10	15	58	85	1
40 (40 95)		3	-217	-10	-15	9	13	-1
41 (41 94)		3	-120	7	11	62	93	2
41 (41 94)		3	-178	-8	-11	10	14	-2
42 (42 91)		3	20	11	16	-8	-11	1
42 (42 91)		3	-227	-11	-16	-54	-77	-1
43 (43 90)		3	-199	8	11	-10	-16	2
43 (43 90)		3	-293	-8	-11	-61	-90	-2
45 (45 88)		3	-129	11	16	-9	-13	1
45 (45 88)		3	-215	-11	-16	-58	-86	-1
46 (46 89)		3	-120	8	12	-9	-14	2
46 (46 89)		3	-178	-8	-12	-62	-94	-2
47 (47 93)		3	-200	8	11	60	89	2
47 (47 93)		3	-291	-8	-11	11	17	-2
48 (48 92)		3	18	11	17	54	77	1
48 (48 92)		3	-226	-11	-16	8	12	-1
5 (5 1005)		3	-164	8	12	64	95	2
5 (5 1005)		3	-369	-7	-10	7	11	-2
6 (6 1006)		3	-117	11	16	-5	-8	1
6 (6 1006)		3	-260	-10	-15	-61	-89	-1
7 (7 1007)		3	-98	8	11	-6	-8	2
7 (7 1007)		3	-202	-8	-11	-66	-99	-2
8 (8 1008)		3	63	11	16	57	81	1
8 (8 1008)		3	-266	-11	-16	5	7	-1
80 (80 103)		3	-125	9	13	60	88	1
80 (80 103)		3	-257	-10	-15	6	8	-1
81 (81 96)		3	-120	10	15	-5	-8	1
81 (81 96)		3	-257	-11	-16	-61	-89	-1
82 (82 97)		3	-100	8	11	-6	-9	2
82 (82 97)		3	-200	-8	-11	-66	-99	-2
83 (83 98)		3	-166	7	10	-7	-11	2
83 (83 98)		3	-366	-8	-12	-64	-95	-2
84 (84 99)		3	77	11	16	-5	-7	1
84 (84 99)		3	-279	-11	-17	-57	-82	-1
85 (85 102)		3	-103	7	11	65	98	2
85 (85 102)		3	-198	-7	-11	6	9	-2
86 (86 101)		3	-170	7	10	64	94	2
86 (86 101)		3	-361	-8	-12	7	11	-2
87 (87 100)		3	76	12	17	57	81	1
87 (87 100)		3	-278	-11	-17	5	7	-1
1 (1 1001)		5	-160	-7	-10	55	80	-1
1 (1 1001)		5	-222	7	10	11	17	1
2 (2 1002)		5	-136	-5	-7	59	89	-1
2 (2 1002)		5	-166	5	7	12	18	1
3 (3 1003)		5	-28	-9	-13	-10	-15	-1
3 (3 1003)		5	-174	9	13	-52	-74	1
4 (4 1004)		5	-233	-6	-8	-13	-20	-1
4 (4 1004)		5	-299	6	10	-58	-86	1
40 (40 95)		5	-128	-7	-11	59	87	-1
40 (40 95)		5	-220	7	11	8	12	1
41 (41 94)		5	-119	-5	-7	63	95	-1
41 (41 94)		5	-179	5	7	8	13	1

Asta (N1 N2)	CC	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>	
42 (42 91)		5	25	-9	-13	-7	-10	-1
42 (42 91)		5	-233	9	13	-55	-79	1
43 (43 90)		5	-196	-6	-9	-9	-15	-1
43 (43 90)		5	-296	6	9	-62	-92	1
45 (45 88)		5	-126	-7	-11	-8	-11	-1
45 (45 88)		5	-217	7	11	-59	-87	1
46 (46 89)		5	-118	-5	-8	-8	-12	-1
46 (46 89)		5	-179	5	8	-64	-95	1
47 (47 93)		5	-197	-5	-8	61	91	-1
47 (47 93)		5	-295	5	8	10	15	1
48 (48 92)		5	25	-8	-12	55	78	-1
48 (48 92)		5	-233	9	12	7	10	1
5 (5 1005)		5	-232	-5	-7	58	86	-1
5 (5 1005)		5	-301	6	9	13	21	1
6 (6 1006)		5	-160	-7	-10	-11	-16	-1
6 (6 1006)		5	-217	7	11	-55	-81	1
7 (7 1007)		5	-137	-5	-8	-12	-18	-1
7 (7 1007)		5	-164	5	8	-60	-90	1
8 (8 1008)		5	-29	-8	-12	52	73	-1
8 (8 1008)		5	-174	9	13	11	15	1
80 (80 103)		5	-165	-8	-11	55	80	-1
80 (80 103)		5	-217	7	10	11	16	1
81 (81 96)		5	-162	-7	-11	-11	-16	-1
81 (81 96)		5	-215	7	10	-56	-81	1
82 (82 97)		5	-139	-5	-8	-11	-17	-1
82 (82 97)		5	-162	5	7	-60	-90	1
83 (83 98)		5	-235	-7	-10	-13	-20	-1
83 (83 98)		5	-297	6	8	-58	-87	1
84 (84 99)		5	-23	-9	-13	-10	-15	-1
84 (84 99)		5	-179	9	12	-52	-74	1
85 (85 102)		5	-139	-5	-7	60	89	-1
85 (85 102)		5	-162	5	7	12	18	1
86 (86 101)		5	-236	-6	-9	58	86	-1
86 (86 101)		5	-294	5	7	13	20	2
87 (87 100)		5	-17	-8	-11	52	73	-1
87 (87 100)		5	-185	8	12	10	15	1
1 (1 1001)		7	-165	-7	-10	53	77	-1
1 (1 1001)		7	-217	7	11	14	21	1
2 (2 1002)		7	-139	-5	-7	57	85	-1
2 (2 1002)		7	-163	5	7	15	22	1
3 (3 1003)		7	-39	-9	-13	-13	-18	-1
3 (3 1003)		7	-163	9	13	-50	-70	1
4 (4 1004)		7	-240	-6	-8	-15	-24	-1
4 (4 1004)		7	-292	6	10	-56	-83	1
40 (40 95)		7	-133	-8	-11	57	83	-1
40 (40 95)		7	-215	7	11	10	15	1
41 (41 94)		7	-122	-5	-7	60	91	-1
41 (41 94)		7	-177	5	7	11	17	1
42 (42 91)		7	14	-9	-13	-9	-13	-1
42 (42 91)		7	-222	9	13	-53	-75	1
43 (43 90)		7	-201	-6	-9	-12	-18	-1
43 (43 90)		7	-290	6	9	-59	-88	1
45 (45 88)		7	-131	-7	-11	-10	-15	-1
45 (45 88)		7	-213	7	11	-57	-84	1
46 (46 89)		7	-121	-5	-8	-11	-16	-1
46 (46 89)		7	-176	5	8	-61	-91	1
47 (47 93)		7	-202	-5	-8	59	87	-1
47 (47 93)		7	-289	5	8	12	19	2
48 (48 92)		7	13	-8	-12	53	75	-1
48 (48 92)		7	-221	9	13	10	14	1
5 (5 1005)		7	-239	-5	-7	55	82	-1
5 (5 1005)		7	-294	6	9	16	24	1
6 (6 1006)		7	-165	-7	-10	-14	-20	-1

Asta (N1 N2)	CC	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>	
6 (6 1006)		7	-212	7	11	-53	-77	1
7 (7 1007)		7	-140	-5	-8	-14	-22	-1
7 (7 1007)		7	-161	5	8	-57	-86	1
8 (8 1008)		7	-40	-8	-12	49	70	-1
8 (8 1008)		7	-162	9	13	13	19	1
80 (80 103)		7	-170	-8	-11	53	77	-1
80 (80 103)		7	-212	7	10	13	20	1
81 (81 96)		7	-167	-7	-11	-13	-20	-1
81 (81 96)		7	-210	7	10	-53	-77	1
82 (82 97)		7	-142	-5	-8	-14	-21	-1
82 (82 97)		7	-159	5	8	-57	-86	1
83 (83 98)		7	-242	-7	-10	-15	-23	-1
83 (83 98)		7	-290	6	8	-56	-83	1
84 (84 99)		7	-34	-9	-13	-12	-18	-1
84 (84 99)		7	-168	9	12	-50	-71	1
85 (85 102)		7	-143	-5	-7	57	85	-1
85 (85 102)		7	-159	5	7	14	22	1
86 (86 101)		7	-243	-6	-9	55	82	-1
86 (86 101)		7	-287	5	7	15	24	2
87 (87 100)		7	-29	-8	-12	49	70	-1
87 (87 100)		7	-173	8	12	13	18	1
1 (1 1001)		9	-98	29	42	56	82	3
1 (1 1001)		9	-283	-29	-41	11	15	-3
2 (2 1002)		9	-73	21	30	60	90	5
2 (2 1002)		9	-229	-21	-30	12	17	-5
3 (3 1003)		9	124	34	49	-10	-13	4
3 (3 1003)		9	-326	-33	-48	-53	-75	-4
4 (4 1004)		9	-113	24	35	-12	-18	5
4 (4 1004)		9	-419	-23	-33	-59	-88	-5
40 (40 95)		9	-155	30	44	45	65	4
40 (40 95)		9	-193	-30	-44	22	33	-4
41 (41 94)		9	-136	21	31	48	71	5
41 (41 94)		9	-162	-21	-31	24	36	-5
42 (42 91)		9	-51	34	49	-21	-30	4
42 (42 91)		9	-157	-34	-49	-42	-59	-4
43 (43 90)		9	-225	23	34	-24	-37	6
43 (43 90)		9	-267	-23	-34	-47	-70	-6
45 (45 88)		9	-153	31	46	-22	-33	4
45 (45 88)		9	-191	-31	-46	-45	-66	-4
46 (46 89)		9	-136	22	33	-24	-36	5
46 (46 89)		9	-161	-22	-33	-48	-72	-5
47 (47 93)		9	-225	22	32	47	70	6
47 (47 93)		9	-267	-22	-32	24	37	-6
48 (48 92)		9	-51	33	49	41	59	4
48 (48 92)		9	-157	-33	-48	21	30	-4
5 (5 1005)		9	-118	23	33	59	88	5
5 (5 1005)		9	-415	-22	-31	12	19	-5
6 (6 1006)		9	-92	30	44	-11	-15	4
6 (6 1006)		9	-285	-29	-43	-56	-82	-3
7 (7 1007)		9	-70	22	32	-12	-17	5
7 (7 1007)		9	-231	-22	-32	-60	-90	-5
8 (8 1008)		9	113	33	49	53	75	4
8 (8 1008)		9	-316	-33	-48	10	14	-4
80 (80 103)		9	-100	28	41	55	80	4
80 (80 103)		9	-282	-29	-42	11	16	-3
81 (81 96)		9	-93	29	43	-11	-16	3
81 (81 96)		9	-284	-30	-44	-55	-81	-4
82 (82 97)		9	-71	22	32	-12	-19	5
82 (82 97)		9	-230	-22	-32	-59	-89	-5
83 (83 98)		9	-117	23	33	-13	-20	5
83 (83 98)		9	-416	-24	-35	-58	-87	-5
84 (84 99)		9	128	34	49	-10	-14	4
84 (84 99)		9	-330	-34	-49	-52	-74	-4

Asta (N1 N2)	CC	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>	
85 (85 102)		9	-75	21	30	59	89	5
85 (85 102)		9	-227	-21	-30	12	18	-5
86 (86 101)		9	-120	22	32	58	86	5
86 (86 101)		9	-410	-23	-33	13	20	-5
87 (87 100)		9	119	33	48	52	74	4
87 (87 100)		9	-321	-33	-48	10	14	-4
1 (1 1001)		11	-104	29	42	53	78	3
1 (1 1001)		11	-278	-29	-41	13	19	-3
2 (2 1002)		11	-77	21	30	57	86	5
2 (2 1002)		11	-226	-21	-30	14	21	-5
3 (3 1003)		11	113	34	49	-12	-17	4
3 (3 1003)		11	-315	-33	-48	-50	-72	-4
4 (4 1004)		11	-120	24	34	-15	-22	5
4 (4 1004)		11	-412	-23	-33	-56	-84	-5
40 (40 95)		11	-160	30	44	42	62	4
40 (40 95)		11	-188	-30	-44	25	37	-4
41 (41 94)		11	-139	21	31	45	67	5
41 (41 94)		11	-159	-21	-31	27	40	-5
42 (42 91)		11	-62	33	48	-23	-33	4
42 (42 91)		11	-146	-33	-49	-39	-56	-4
43 (43 90)		11	-230	23	33	-27	-40	6
43 (43 90)		11	-261	-23	-34	-44	-66	-6
45 (45 88)		11	-157	31	46	-25	-37	4
45 (45 88)		11	-186	-31	-46	-42	-62	-4
46 (46 89)		11	-139	22	33	-27	-40	5
46 (46 89)		11	-159	-22	-33	-45	-68	-5
47 (47 93)		11	-230	22	32	44	66	6
47 (47 93)		11	-261	-22	-32	27	40	-5
48 (48 92)		11	-63	33	48	39	56	4
48 (48 92)		11	-145	-33	-48	23	33	-4
5 (5 1005)		11	-125	23	33	56	84	5
5 (5 1005)		11	-408	-22	-31	15	22	-5
6 (6 1006)		11	-97	30	44	-13	-19	4
6 (6 1006)		11	-280	-29	-43	-53	-78	-3
7 (7 1007)		11	-73	22	32	-14	-21	5
7 (7 1007)		11	-228	-22	-32	-57	-86	-5
8 (8 1008)		11	101	33	48	50	72	4
8 (8 1008)		11	-304	-33	-47	12	17	-4
80 (80 103)		11	-106	28	41	52	77	4
80 (80 103)		11	-276	-29	-42	14	20	-3
81 (81 96)		11	-98	29	43	-14	-20	3
81 (81 96)		11	-279	-30	-44	-53	-77	-4
82 (82 97)		11	-74	22	32	-15	-22	5
82 (82 97)		11	-227	-22	-32	-56	-85	-5
83 (83 98)		11	-123	23	33	-16	-23	5
83 (83 98)		11	-409	-24	-34	-56	-83	-5
84 (84 99)		11	117	33	48	-13	-18	4
84 (84 99)		11	-319	-34	-49	-50	-71	-4
85 (85 102)		11	-78	21	30	56	85	5
85 (85 102)		11	-223	-21	-30	15	22	-5
86 (86 101)		11	-127	22	31	55	83	5
86 (86 101)		11	-403	-23	-33	15	23	-5
87 (87 100)		11	107	33	48	49	70	4
87 (87 100)		11	-309	-33	-48	13	18	-4
1 (1 1001)		13	-129	28	41	41	60	3
1 (1 1001)		13	-253	-28	-40	26	37	-3
2 (2 1002)		13	-94	20	29	44	66	5
2 (2 1002)		13	-209	-20	-29	28	42	-5
3 (3 1003)		13	50	33	48	-24	-33	4
3 (3 1003)		13	-252	-33	-48	-38	-55	-4
4 (4 1004)		13	-154	23	34	-28	-41	5
4 (4 1004)		13	-378	-22	-32	-43	-65	-5
40 (40 95)		13	-166	-29	-43	37	55	-4

Asta (N1 N2)	CC	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>	
40 (40 95)		13	-182	29	43	30	43	4
41 (41 94)		13	-144	-21	-30	40	60	-5
41 (41 94)		13	-154	20	30	31	47	5
42 (42 91)		13	-81	-33	-48	-27	-39	-4
42 (42 91)		13	-126	33	48	-35	-50	4
43 (43 90)		13	-238	-23	-33	-31	-47	-5
43 (43 90)		13	-254	23	33	-40	-59	5
45 (45 88)		13	-164	-30	-44	-29	-43	-4
45 (45 88)		13	-180	30	44	-38	-55	4
46 (46 89)		13	-144	-22	-32	-31	-47	-5
46 (46 89)		13	-154	22	32	-40	-60	5
47 (47 93)		13	-238	-22	-31	39	59	-5
47 (47 93)		13	-253	22	31	31	47	5
48 (48 92)		13	-82	-32	-47	35	49	-4
48 (48 92)		13	-126	33	47	27	39	4
5 (5 1005)		13	-159	22	32	44	65	5
5 (5 1005)		13	-374	-21	-30	28	41	-5
6 (6 1006)		13	-122	29	42	-26	-37	3
6 (6 1006)		13	-255	-28	-41	-41	-60	-3
7 (7 1007)		13	-89	21	31	-28	-42	5
7 (7 1007)		13	-212	-21	-31	-44	-66	-5
8 (8 1008)		13	42	33	47	39	55	4
8 (8 1008)		13	-244	-32	-46	24	33	-4
80 (80 103)		13	-128	27	40	40	59	3
80 (80 103)		13	-254	-28	-41	26	38	-3
81 (81 96)		13	-122	28	41	-26	-38	3
81 (81 96)		13	-255	-29	-42	-40	-59	-3
82 (82 97)		13	-89	21	31	-29	-43	5
82 (82 97)		13	-211	-21	-31	-43	-65	-5
83 (83 98)		13	-156	22	32	-28	-42	5
83 (83 98)		13	-376	-23	-34	-43	-64	-5
84 (84 99)		13	51	33	47	-25	-35	4
84 (84 99)		13	-253	-33	-48	-38	-54	-4
85 (85 102)		13	-93	20	29	43	64	5
85 (85 102)		13	-209	-20	-29	28	42	-5
86 (86 101)		13	-158	21	30	43	64	5
86 (86 101)		13	-373	-22	-32	28	42	-5
87 (87 100)		13	41	32	47	38	54	4
87 (87 100)		13	-243	-32	-47	24	34	-4
1 (1 1001)		15	-134	28	41	38	56	3
1 (1 1001)		15	-248	-28	-40	28	41	-3
2 (2 1002)		15	-97	20	29	41	62	5
2 (2 1002)		15	-205	-20	-29	30	46	-5
3 (3 1003)		15	39	33	48	-26	-37	4
3 (3 1003)		15	-241	-33	-47	-36	-52	-4
4 (4 1004)		15	-161	23	34	-30	-45	5
4 (4 1004)		15	-371	-22	-32	-41	-61	-5
40 (40 95)		15	-162	-29	-43	40	59	-4
40 (40 95)		15	-186	29	42	27	40	4
41 (41 94)		15	-141	-21	-30	43	64	-5
41 (41 94)		15	-157	20	30	29	43	5
42 (42 91)		15	-70	-33	-48	-25	-36	-4
42 (42 91)		15	-138	33	48	-37	-53	4
43 (43 90)		15	-232	-23	-33	-29	-43	-5
43 (43 90)		15	-259	23	33	-42	-63	5
45 (45 88)		15	-160	-30	-44	-27	-40	-4
45 (45 88)		15	-184	30	44	-40	-59	4
46 (46 89)		15	-141	-22	-32	-29	-43	-5
46 (46 89)		15	-157	22	32	-43	-64	5
47 (47 93)		15	-233	-22	-31	42	63	-5
47 (47 93)		15	-259	22	31	29	43	5
48 (48 92)		15	-70	-32	-47	37	53	-4
48 (48 92)		15	-138	32	47	25	36	4

Asta (N1 N2)	CC	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>	
5 (5 1005)		15	-166	22	32	41	62	5
5 (5 1005)		15	-367	-21	-30	30	45	-5
6 (6 1006)		15	-127	29	42	-28	-41	3
6 (6 1006)		15	-250	-28	-41	-38	-56	-3
7 (7 1007)		15	-92	21	31	-31	-46	5
7 (7 1007)		15	-208	-21	-31	-41	-62	-5
8 (8 1008)		15	30	33	47	36	52	4
8 (8 1008)		15	-233	-32	-46	26	37	-4
80 (80 103)		15	-133	27	40	37	55	3
80 (80 103)		15	-249	-28	-41	29	42	-3
81 (81 96)		15	-127	28	41	-29	-42	3
81 (81 96)		15	-250	-29	-42	-38	-55	-3
82 (82 97)		15	-92	21	31	-31	-47	5
82 (82 97)		15	-208	-21	-31	-40	-61	-5
83 (83 98)		15	-163	22	32	-31	-46	5
83 (83 98)		15	-370	-23	-34	-40	-60	-5
84 (84 99)		15	40	33	47	-27	-38	4
84 (84 99)		15	-242	-33	-48	-35	-51	-4
85 (85 102)		15	-96	20	29	40	60	5
85 (85 102)		15	-206	-20	-29	31	46	-5
86 (86 101)		15	-165	21	30	40	60	5
86 (86 101)		15	-366	-22	-32	31	46	-5
87 (87 100)		15	29	32	47	35	51	4
87 (87 100)		15	-231	-32	-46	27	37	-4
1 (1 1001)		17	-144	9	13	49	72	1
1 (1 1001)		17	-237	-9	-13	18	26	-1
2 (2 1002)		17	-116	6	9	53	79	2
2 (2 1002)		17	-186	-6	-9	19	28	-1
3 (3 1003)		17	9	10	15	-16	-23	1
3 (3 1003)		17	-211	-10	-15	-46	-66	-1
4 (4 1004)		17	-195	8	11	-19	-29	2
4 (4 1004)		17	-337	-7	-10	-52	-77	-2
40 (40 95)		17	-152	9	14	46	67	1
40 (40 95)		17	-196	-10	-14	21	31	-1
41 (41 94)		17	-135	7	10	49	74	2
41 (41 94)		17	-164	-7	-10	23	34	-2
42 (42 91)		17	-44	10	15	-20	-28	1
42 (42 91)		17	-163	-10	-15	-43	-61	-1
43 (43 90)		17	-221	7	10	-23	-35	2
43 (43 90)		17	-271	-7	-10	-48	-72	-2
45 (45 88)		17	-150	10	14	-21	-31	1
45 (45 88)		17	-194	-10	-14	-46	-68	-1
46 (46 89)		17	-134	7	10	-23	-34	2
46 (46 89)		17	-163	-7	-10	-49	-74	-2
47 (47 93)		17	-221	7	10	48	71	2
47 (47 93)		17	-271	-7	-10	23	35	-2
48 (48 92)		17	-44	11	15	43	61	1
48 (48 92)		17	-164	-10	-15	20	28	-1
5 (5 1005)		17	-197	8	11	52	77	2
5 (5 1005)		17	-336	-7	-9	19	29	-2
6 (6 1006)		17	-141	10	14	-17	-25	1
6 (6 1006)		17	-236	-9	-13	-49	-72	-1
7 (7 1007)		17	-115	7	10	-19	-28	1
7 (7 1007)		17	-186	-7	-10	-53	-79	-2
8 (8 1008)		17	6	11	16	46	66	1
8 (8 1008)		17	-208	-10	-15	16	23	-1
80 (80 103)		17	-146	9	12	49	71	1
80 (80 103)		17	-236	-9	-14	18	26	-1
81 (81 96)		17	-142	9	13	-18	-26	1
81 (81 96)		17	-235	-10	-14	-49	-71	-1
82 (82 97)		17	-116	7	10	-19	-29	2
82 (82 97)		17	-185	-7	-10	-52	-79	-1
83 (83 98)		17	-197	7	9	-20	-30	2

Asta (N1 N2)	CC	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>	
83 (83 98)		17	-335	-8	-11	-52	-77	-2
84 (84 99)		17	12	10	15	-16	-23	1
84 (84 99)		17	-214	-11	-16	-46	-65	-1
85 (85 102)		17	-117	6	9	52	79	2
85 (85 102)		17	-184	-7	-10	19	28	-2
86 (86 101)		17	-198	7	9	51	77	2
86 (86 101)		17	-333	-8	-11	19	29	-1
87 (87 100)		17	10	11	15	46	65	1
87 (87 100)		17	-212	-10	-15	16	23	-1
1 (1 1001)		19	-189	-8	-11	41	59	-1
1 (1 1001)		19	-192	8	12	26	38	1
2 (2 1002)		19	-146	6	8	28	42	1
2 (2 1002)		19	-156	-6	-8	44	66	-1
3 (3 1003)		19	-101	-9	-14	-24	-34	-1
3 (3 1003)		19	-101	10	14	-38	-54	1
4 (4 1004)		19	-260	7	10	-43	-64	2
4 (4 1004)		19	-272	-6	-8	-28	-42	-1
40 (40 95)		19	-154	-8	-12	44	65	-1
40 (40 95)		19	-194	8	12	22	33	1
41 (41 94)		19	-136	-6	-9	47	71	-1
41 (41 94)		19	-162	6	9	24	36	1
42 (42 91)		19	-50	-10	-14	-21	-30	-1
42 (42 91)		19	-158	9	14	-42	-59	1
43 (43 90)		19	-223	-7	-9	-24	-37	-2
43 (43 90)		19	-269	7	9	-47	-70	2
45 (45 88)		19	-152	-8	-12	-22	-33	-1
45 (45 88)		19	-192	8	13	-45	-66	1
46 (46 89)		19	-136	-6	-9	-24	-36	-1
46 (46 89)		19	-162	6	9	-48	-72	1
47 (47 93)		19	-223	-6	-9	47	69	-2
47 (47 93)		19	-268	6	9	24	37	2
48 (48 92)		19	-50	-9	-13	41	59	-1
48 (48 92)		19	-158	9	14	21	30	1
5 (5 1005)		19	-261	7	10	28	42	1
5 (5 1005)		19	-272	-6	-8	43	64	-2
6 (6 1006)		19	-188	8	12	-41	-59	1
6 (6 1006)		19	-189	-8	-11	-26	-38	-1
7 (7 1007)		19	-144	6	9	-44	-66	1
7 (7 1007)		19	-156	-6	-9	-28	-42	-1
8 (8 1008)		19	-98	-9	-13	38	54	-1
8 (8 1008)		19	-105	9	14	24	35	1
80 (80 103)		19	-191	-8	-12	41	59	-1
80 (80 103)		19	-191	8	11	25	37	1
81 (81 96)		19	-187	8	11	-41	-60	1
81 (81 96)		19	-190	-8	-12	-26	-37	-1
82 (82 97)		19	-144	6	9	-44	-66	1
82 (82 97)		19	-157	-6	-9	-27	-41	-1
83 (83 98)		19	-259	6	8	-43	-65	1
83 (83 98)		19	-273	-7	-10	-28	-42	-2
84 (84 99)		19	-99	-10	-14	-24	-34	-1
84 (84 99)		19	-103	9	13	-38	-54	1
85 (85 102)		19	-145	6	8	27	41	1
85 (85 102)		19	-156	-6	-8	44	66	-1
86 (86 101)		19	-259	6	8	28	42	2
86 (86 101)		19	-272	-7	-10	43	64	-1
87 (87 100)		19	-95	-9	-13	38	54	-1
87 (87 100)		19	-107	9	13	24	34	1
1 (1 1001)		21	-175	8	12	34	50	1
1 (1 1001)		21	-207	-8	-12	32	47	-1
2 (2 1002)		21	-136	6	8	37	55	1
2 (2 1002)		21	-166	-6	-8	35	52	-1
3 (3 1003)		21	-64	10	14	-30	-43	1
3 (3 1003)		21	-138	-10	-14	-32	-46	-1

Asta (N1 N2)	CC	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>	
4 (4 1004)		21	-236	7	11	-35	-52	2
4 (4 1004)		21	-296	-6	-9	-36	-55	-1
40 (40 95)		21	-169	-9	-13	36	53	-1
40 (40 95)		21	-178	8	12	31	45	1
41 (41 94)		21	-146	-6	-9	39	58	-1
41 (41 94)		21	-152	6	9	33	49	1
42 (42 91)		21	-87	-10	-14	-29	-41	-1
42 (42 91)		21	-120	10	14	-34	-48	1
43 (43 90)		21	-242	-7	-10	-33	-49	-2
43 (43 90)		21	-250	7	10	-38	-57	2
45 (45 88)		21	-167	-9	-13	-31	-45	-1
45 (45 88)		21	-177	9	13	-36	-53	1
46 (46 89)		21	-145	-6	-9	-33	-49	-1
46 (46 89)		21	-152	6	9	-39	-58	1
47 (47 93)		21	-242	-6	-9	38	57	-2
47 (47 93)		21	-249	6	9	33	49	2
48 (48 92)		21	-89	-9	-14	34	48	-1
48 (48 92)		21	-119	10	14	29	41	1
5 (5 1005)		21	-238	7	10	37	55	1
5 (5 1005)		21	-295	-6	-8	35	52	-2
6 (6 1006)		21	-171	9	13	-32	-47	1
6 (6 1006)		21	-206	-8	-12	-34	-50	-1
7 (7 1007)		21	-134	6	9	-35	-53	1
7 (7 1007)		21	-167	-6	-9	-36	-55	-1
8 (8 1008)		21	-66	10	14	32	46	1
8 (8 1008)		21	-137	-9	-14	30	43	-1
80 (80 103)		21	-174	8	11	34	49	1
80 (80 103)		21	-208	-9	-13	32	47	-1
81 (81 96)		21	-171	8	12	-33	-48	1
81 (81 96)		21	-206	-9	-13	-34	-49	-1
82 (82 97)		21	-134	6	9	-35	-53	1
82 (82 97)		21	-167	-6	-9	-36	-54	-1
83 (83 98)		21	-236	6	9	-35	-52	1
83 (83 98)		21	-296	-7	-11	-36	-54	-2
84 (84 99)		21	-65	10	14	-31	-43	1
84 (84 99)		21	-137	-10	-14	-32	-45	-1
85 (85 102)		21	-135	6	8	36	54	1
85 (85 102)		21	-167	-6	-9	35	53	-1
86 (86 101)		21	-235	6	8	36	54	2
86 (86 101)		21	-295	-7	-10	35	52	-1
87 (87 100)		21	-68	10	14	32	45	1
87 (87 100)		21	-134	-9	-14	30	43	-1
1 (1 1001)		23	-162	9	13	41	60	1
1 (1 1001)		23	-220	-9	-13	26	38	-1
2 (2 1002)		23	-126	6	9	44	66	2
2 (2 1002)		23	-176	-6	-9	28	42	-1
3 (3 1003)		23	-28	10	15	-24	-34	1
3 (3 1003)		23	-174	-10	-14	-38	-54	-1
4 (4 1004)		23	-219	8	11	-28	-42	2
4 (4 1004)		23	-313	-7	-9	-43	-65	-1
40 (40 95)		23	-167	9	13	38	55	1
40 (40 95)		23	-180	-9	-14	29	43	-1
41 (41 94)		23	-145	7	10	40	60	2
41 (41 94)		23	-154	-7	-10	31	47	-1
42 (42 91)		23	-82	10	15	-27	-39	1
42 (42 91)		23	-126	-10	-15	-35	-50	-1
43 (43 90)		23	-239	7	10	-31	-47	2
43 (43 90)		23	-252	-7	-10	-40	-59	-2
45 (45 88)		23	-165	10	14	-29	-43	1
45 (45 88)		23	-179	-10	-14	-38	-55	-1
46 (46 89)		23	-144	7	10	-31	-47	2
46 (46 89)		23	-153	-7	-10	-40	-61	-1
47 (47 93)		23	-240	7	10	39	59	2

Asta (N1 N2)	CC	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>	
47 (47 93)		23	-252	-7	-10	31	47	-2
48 (48 92)		23	-83	10	15	35	50	1
48 (48 92)		23	-125	-10	-14	27	39	-1
5 (5 1005)		23	-220	7	11	43	65	1
5 (5 1005)		23	-313	-6	-9	28	42	-2
6 (6 1006)		23	-158	9	14	-26	-37	1
6 (6 1006)		23	-219	-9	-13	-41	-60	-1
7 (7 1007)		23	-125	7	10	-28	-41	1
7 (7 1007)		23	-176	-7	-10	-44	-66	-2
8 (8 1008)		23	-33	10	15	38	54	1
8 (8 1008)		23	-169	-10	-14	24	34	-1
80 (80 103)		23	-164	8	12	40	59	1
80 (80 103)		23	-218	-9	-14	26	38	-1
81 (81 96)		23	-159	9	13	-26	-38	1
81 (81 96)		23	-218	-9	-14	-41	-59	-1
82 (82 97)		23	-126	7	10	-28	-42	2
82 (82 97)		23	-175	-7	-10	-44	-66	-1
83 (83 98)		23	-220	7	9	-28	-42	1
83 (83 98)		23	-312	-8	-11	-43	-64	-2
84 (84 99)		23	-26	10	14	-24	-34	1
84 (84 99)		23	-176	-10	-15	-38	-54	-1
85 (85 102)		23	-128	6	9	43	65	1
85 (85 102)		23	-174	-7	-10	28	42	-1
86 (86 101)		23	-222	6	9	43	64	2
86 (86 101)		23	-309	-7	-11	28	42	-1
87 (87 100)		23	-29	10	15	38	54	1
87 (87 100)		23	-173	-10	-15	24	34	-1

Nella successiva tabella si riportano le azioni per le combinazioni di carico SLU, sono evidenziati i valori significativi per le verifiche strutturali e geotecniche.

Asta (N1 N2)	CC	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>	
1 (1 1001)		47	-237	-12	-18	68	101	2
1 (1 1001)		46	-238	-13	-19	68	101	2
1 (1 1001)		45	-243	-13	-19	71	104	2
1 (1 1001)		48	-243	-14	-20	71	104	3
1 (1 1001)		39	-256	-21	-31	76	111	4
1 (1 1001)		38	-257	-22	-32	76	111	4
1 (1 1001)		37	-261	-22	-32	78	115	4
1 (1 1001)		40	-262	-23	-33	78	115	4
1 (1 1001)		31	-310	-21	-31	75	110	4
1 (1 1001)		30	-311	-22	-32	75	110	4
1 (1 1001)		29	-315	-22	-32	77	114	4
1 (1 1001)		32	-316	-23	-33	77	114	4
1 (1 1001)		43	-327	-12	-18	67	98	2
1 (1 1001)		42	-328	-13	-19	67	98	2
1 (1 1001)		41	-332	-13	-19	70	102	2
1 (1 1001)		44	-333	-14	-20	70	102	3
1 (1 1001)		35	-335	-12	-18	109	160	2
1 (1 1001)		34	-335	-13	-19	109	160	2
1 (1 1001)		33	-340	-13	-19	111	164	2
1 (1 1001)		36	-340	-14	-20	111	164	3
1 (1 1001)		27	-389	-12	-18	108	159	2
1 (1 1001)		26	-389	-13	-19	108	159	2
1 (1 1001)		25	-394	-13	-19	111	162	2
1 (1 1001)		28	-394	-14	-20	111	162	3
10 (10 -69)		43	-137	3	4	-3	6	0
10 (10 -69)		47	-138	3	4	-2	3	0
10 (10 -69)		41	-144	4	5	-1	3	0
10 (10 -69)		42	-144	4	5	-4	8	0

Asta (N1 N2)	CC	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>	
10 (10 -69)		45	-145	4	5	-1	0	0
10 (10 -69)		46	-145	4	5	-4	5	0
10 (10 -69)		44	-151	5	7	-3	5	0
10 (10 -69)		48	-152	5	7	-2	3	0
10 (10 -69)		31	-152	5	6	-3	5	0
10 (10 -69)		39	-153	5	6	-2	3	0
10 (10 -69)		29	-159	6	7	-1	2	0
10 (10 -69)		30	-159	6	7	-4	8	0
10 (10 -69)		37	-160	6	7	-1	1	0
10 (10 -69)		38	-160	6	7	-4	6	0
10 (10 -69)		32	-166	7	9	-3	5	0
10 (10 -69)		40	-167	7	9	-3	3	0
10 (10 -69)		27	-180	4	5	-4	7	0
10 (10 -69)		35	-180	4	5	-4	6	0
10 (10 -69)		25	-187	5	6	-3	5	0
10 (10 -69)		26	-187	5	6	-6	10	0
10 (10 -69)		33	-187	5	6	-2	3	0
10 (10 -69)		34	-187	5	6	-6	8	0
10 (10 -69)		28	-194	6	7	-4	7	0
10 (10 -69)		36	-194	6	7	-4	6	0
2 (2 1002)		43	-207	-3	-4	72	107	3
2 (2 1002)		42	-211	-2	-3	71	107	4
2 (2 1002)		41	-214	-2	-3	74	111	4
2 (2 1002)		44	-217	-1	-2	74	111	4
2 (2 1002)		31	-231	-4	-6	80	120	5
2 (2 1002)		30	-234	-3	-5	80	120	6
2 (2 1002)		29	-238	-3	-5	83	124	6
2 (2 1002)		32	-241	-3	-4	82	124	6
2 (2 1002)		47	-259	-3	-4	74	112	3
2 (2 1002)		39	-262	-4	-6	82	123	5
2 (2 1002)		46	-262	-2	-3	74	112	4
2 (2 1002)		45	-265	-2	-3	77	116	4
2 (2 1002)		38	-265	-3	-5	81	123	6
2 (2 1002)		37	-268	-3	-5	84	127	6
2 (2 1002)		48	-268	-1	-2	77	116	4
2 (2 1002)		27	-269	-3	-4	115	173	3
2 (2 1002)		40	-272	-3	-4	84	127	6
2 (2 1002)		26	-272	-2	-3	115	173	4
2 (2 1002)		25	-275	-2	-3	118	177	4
2 (2 1002)		28	-279	-1	-2	118	177	4
2 (2 1002)		35	-300	-3	-4	117	176	3
2 (2 1002)		34	-303	-2	-3	117	176	4
2 (2 1002)		33	-306	-2	-3	120	180	4
2 (2 1002)		36	-309	-1	-2	119	180	4
3 (3 1003)		35	26	17	24	-102	-144	-2
3 (3 1003)		34	21	20	29	-104	-148	-3
3 (3 1003)		33	8	20	29	-102	-144	-3
3 (3 1003)		36	3	24	34	-104	-148	-3
3 (3 1003)		27	-44	17	25	-104	-150	-2
3 (3 1003)		26	-49	21	30	-106	-153	-3
3 (3 1003)		47	-54	17	25	-62	-87	-2
3 (3 1003)		46	-59	20	30	-64	-90	-3
3 (3 1003)		25	-62	21	30	-104	-150	-3
3 (3 1003)		28	-66	24	35	-106	-153	-3
3 (3 1003)		45	-72	20	30	-62	-87	-3
3 (3 1003)		48	-77	24	35	-64	-90	-3
3 (3 1003)		39	-95	31	45	-70	-99	-4
3 (3 1003)		38	-100	35	50	-72	-102	-5
3 (3 1003)		37	-113	35	50	-70	-99	-5

Asta (N1 N2)	CC	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>	
3 (3 1003)		40	-117	38	55	-72	-102	-5
3 (3 1003)		31	-165	32	46	-72	-104	-4
3 (3 1003)		30	-170	35	51	-75	-108	-5
3 (3 1003)		43	-171	18	26	-66	-96	-2
3 (3 1003)		42	-176	21	31	-68	-99	-3
3 (3 1003)		29	-183	35	51	-72	-104	-5
3 (3 1003)		32	-187	39	56	-75	-108	-5
3 (3 1003)		41	-188	21	31	-66	-96	-3
3 (3 1003)		44	-193	25	36	-68	-99	-3
4 (4 1004)		43	-362	8	12	-72	-108	-3
4 (4 1004)		41	-371	10	15	-72	-108	-4
4 (4 1004)		42	-377	10	15	-75	-112	-4
4 (4 1004)		44	-385	12	18	-75	-112	-4
4 (4 1004)		31	-438	14	21	-80	-119	-6
4 (4 1004)		29	-447	16	24	-80	-119	-6
4 (4 1004)		30	-453	16	24	-82	-123	-6
4 (4 1004)		32	-461	18	27	-82	-123	-7
4 (4 1004)		27	-508	8	13	-114	-170	-3
4 (4 1004)		25	-517	10	16	-114	-170	-3
4 (4 1004)		26	-523	10	16	-117	-174	-3
4 (4 1004)		47	-527	8	12	-71	-106	-3
4 (4 1004)		28	-532	12	19	-117	-174	-4
4 (4 1004)		45	-536	10	15	-71	-107	-3
4 (4 1004)		39	-537	15	22	-79	-119	-6
4 (4 1004)		46	-542	10	15	-74	-110	-3
4 (4 1004)		37	-546	17	24	-79	-119	-6
4 (4 1004)		48	-550	12	18	-74	-110	-4
4 (4 1004)		38	-552	17	24	-82	-122	-6
4 (4 1004)		40	-561	19	27	-82	-122	-6
4 (4 1004)		35	-608	8	13	-114	-169	-3
4 (4 1004)		33	-616	10	16	-114	-169	-3
4 (4 1004)		34	-622	10	16	-116	-173	-3
4 (4 1004)		36	-631	12	19	-116	-173	-4
40 (40 95)		46	-220	-14	-20	59	87	3
40 (40 95)		48	-222	-14	-22	61	89	3
40 (40 95)		47	-222	-13	-19	61	89	2
40 (40 95)		45	-224	-14	-20	62	91	3
40 (40 95)		38	-238	-23	-34	60	89	4
40 (40 95)		40	-240	-23	-35	62	91	5
40 (40 95)		39	-240	-22	-33	62	91	4
40 (40 95)		37	-242	-23	-34	63	92	4
40 (40 95)		30	-284	-23	-34	60	87	4
40 (40 95)		32	-286	-23	-35	61	89	5
40 (40 95)		31	-286	-22	-32	61	89	4
40 (40 95)		29	-288	-23	-34	62	91	4
40 (40 95)		42	-298	-14	-20	58	85	3
40 (40 95)		44	-300	-14	-21	59	87	3
40 (40 95)		43	-300	-13	-19	59	87	2
40 (40 95)		41	-302	-14	-20	61	89	3
40 (40 95)		34	-308	-14	-21	100	147	3
40 (40 95)		36	-311	-15	-22	101	149	3
40 (40 95)		35	-311	-13	-20	101	149	2
40 (40 95)		33	-313	-14	-21	103	151	3
40 (40 95)		26	-355	-14	-21	99	146	3
40 (40 95)		28	-357	-15	-22	101	148	3
40 (40 95)		27	-357	-13	-20	101	148	2
40 (40 95)		25	-359	-14	-21	102	150	3
41 (41 94)		42	-191	-2	-3	61	92	3
41 (41 94)		44	-192	-1	-2	63	94	4

Asta (N1 N2)	CC	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>	
41 (41 94)		43	-192	-3	-4	63	94	3
41 (41 94)		41	-193	-2	-3	64	96	3
41 (41 94)		30	-202	-3	-5	63	94	6
41 (41 94)		32	-203	-3	-5	64	97	6
41 (41 94)		31	-203	-4	-6	64	97	5
41 (41 94)		29	-204	-3	-5	66	99	6
41 (41 94)		38	-231	-3	-5	65	97	6
41 (41 94)		40	-232	-3	-5	66	99	6
41 (41 94)		39	-232	-4	-6	66	99	5
41 (41 94)		37	-233	-3	-5	67	101	6
41 (41 94)		46	-239	-2	-3	64	96	4
41 (41 94)		48	-240	-1	-2	65	98	4
41 (41 94)		47	-240	-3	-4	65	98	3
41 (41 94)		45	-242	-2	-3	66	100	4
41 (41 94)		26	-250	-2	-3	105	157	4
41 (41 94)		28	-251	-2	-3	107	159	4
41 (41 94)		27	-251	-3	-4	107	159	3
41 (41 94)		25	-252	-2	-3	108	161	4
41 (41 94)		34	-279	-2	-3	107	160	4
41 (41 94)		36	-280	-2	-3	108	162	4
41 (41 94)		35	-280	-3	-4	108	162	3
41 (41 94)		33	-281	-2	-3	109	164	4
42 (42 91)		34	48	21	31	-95	-135	-3
42 (42 91)		35	42	18	26	-94	-134	-2
42 (42 91)		36	42	25	36	-94	-134	-3
42 (42 91)		33	36	21	31	-93	-132	-3
42 (42 91)		26	-24	21	31	-98	-140	-3
42 (42 91)		46	-30	21	31	-55	-78	-3
42 (42 91)		27	-30	18	26	-96	-139	-2
42 (42 91)		28	-30	25	36	-96	-139	-3
42 (42 91)		47	-37	18	26	-54	-76	-2
42 (42 91)		48	-37	25	36	-54	-76	-3
42 (42 91)		25	-37	21	31	-95	-137	-3
42 (42 91)		45	-43	21	31	-53	-74	-3
42 (42 91)		38	-51	35	52	-57	-81	-5
42 (42 91)		39	-57	32	47	-56	-79	-4
42 (42 91)		40	-57	39	57	-56	-79	-5
42 (42 91)		37	-64	35	52	-55	-78	-5
42 (42 91)		30	-123	36	52	-60	-86	-5
42 (42 91)		31	-130	32	47	-59	-84	-4
42 (42 91)		32	-130	39	57	-59	-84	-5
42 (42 91)		29	-136	36	52	-57	-83	-5
42 (42 91)		42	-151	21	31	-59	-86	-3
42 (42 91)		43	-157	18	26	-58	-84	-2
42 (42 91)		44	-157	25	36	-58	-84	-3
42 (42 91)		41	-163	21	31	-57	-83	-3
43 (43 90)		41	-295	9	13	-62	-93	-4
43 (43 90)		44	-297	11	15	-64	-95	-4
43 (43 90)		43	-297	7	10	-64	-95	-3
43 (43 90)		42	-299	9	13	-65	-97	-4
43 (43 90)		29	-323	15	21	-63	-95	-7
43 (43 90)		31	-325	13	18	-65	-97	-6
43 (43 90)		32	-325	17	24	-65	-97	-7
43 (43 90)		30	-328	15	21	-66	-99	-7
43 (43 90)		37	-400	15	21	-63	-94	-7
43 (43 90)		40	-403	17	24	-64	-95	-7
43 (43 90)		39	-403	13	18	-64	-95	-6
43 (43 90)		38	-405	15	21	-65	-97	-7
43 (43 90)		25	-414	9	13	-104	-155	-4

Asta (N1 N2)	CC	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>	
43 (43 90)		28	-416	11	15	-105	-157	-4
43 (43 90)		27	-416	7	10	-105	-157	-3
43 (43 90)		26	-419	9	13	-107	-159	-4
43 (43 90)		45	-424	9	13	-61	-91	-4
43 (43 90)		48	-426	11	15	-63	-93	-4
43 (43 90)		47	-426	7	10	-63	-93	-3
43 (43 90)		46	-428	9	13	-64	-95	-4
43 (43 90)		33	-492	9	13	-104	-154	-4
43 (43 90)		35	-494	7	10	-105	-156	-3
43 (43 90)		36	-494	11	15	-105	-156	-4
43 (43 90)		34	-496	9	13	-106	-158	-4
44 (44 -184)		41	-157	4	5	0	4	0
44 (44 -184)		43	-157	2	3	-2	7	0
44 (44 -184)		44	-157	6	7	-2	7	0
44 (44 -184)		42	-157	4	5	-3	10	0
44 (44 -184)		45	-158	4	5	-1	0	0
44 (44 -184)		47	-158	2	3	-2	3	0
44 (44 -184)		48	-158	6	7	-2	3	0
44 (44 -184)		46	-158	4	5	-3	7	0
44 (44 -184)		29	-158	7	9	0	3	0
44 (44 -184)		31	-158	5	6	-2	6	0
44 (44 -184)		32	-158	8	11	-2	6	0
44 (44 -184)		30	-158	7	9	-3	9	0
44 (44 -184)		37	-159	7	9	-1	1	0
44 (44 -184)		39	-159	5	6	-2	4	0
44 (44 -184)		40	-159	8	11	-2	4	0
44 (44 -184)		38	-159	7	9	-3	7	0
44 (44 -184)		25	-210	4	5	-2	6	0
44 (44 -184)		27	-210	2	3	-3	9	0
44 (44 -184)		28	-210	6	7	-3	9	0
44 (44 -184)		26	-210	4	5	-5	12	0
44 (44 -184)		33	-211	4	5	-2	4	0
44 (44 -184)		35	-211	2	3	-3	7	0
44 (44 -184)		36	-211	6	7	-3	7	0
44 (44 -184)		34	-211	4	5	-5	10	0
45 (45 88)		45	-216	-13	-20	-59	-88	-3
45 (45 88)		48	-218	-14	-21	-61	-90	-3
45 (45 88)		47	-218	-13	-19	-61	-90	-2
45 (45 88)		46	-220	-13	-20	-62	-91	-3
45 (45 88)		37	-234	-22	-33	-60	-89	-4
45 (45 88)		40	-236	-23	-34	-62	-91	-5
45 (45 88)		39	-236	-22	-32	-62	-91	-4
45 (45 88)		38	-237	-22	-33	-63	-93	-4
45 (45 88)		29	-280	-22	-33	-60	-87	-4
45 (45 88)		32	-282	-23	-35	-61	-89	-5
45 (45 88)		31	-282	-22	-32	-61	-89	-4
45 (45 88)		30	-284	-22	-33	-62	-91	-4
45 (45 88)		41	-294	-13	-20	-58	-85	-3
45 (45 88)		44	-296	-14	-21	-59	-87	-3
45 (45 88)		43	-296	-13	-19	-59	-87	-2
45 (45 88)		42	-298	-13	-20	-61	-89	-3
45 (45 88)		33	-301	-13	-20	-100	-148	-3
45 (45 88)		35	-303	-13	-19	-102	-150	-2
45 (45 88)		36	-303	-14	-21	-102	-150	-3
45 (45 88)		34	-305	-13	-20	-103	-151	-3
45 (45 88)		25	-348	-13	-20	-100	-146	-3
45 (45 88)		28	-350	-14	-21	-101	-148	-3
45 (45 88)		27	-350	-13	-19	-101	-148	-2
45 (45 88)		26	-352	-13	-20	-102	-150	-3

Asta (N1 N2)	CC	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>	
46 (46 89)		41	-190	-2	-3	-62	-92	-3
46 (46 89)		44	-191	-2	-2	-63	-94	-4
46 (46 89)		43	-191	-3	-4	-63	-94	-3
46 (46 89)		42	-192	-2	-3	-64	-96	-3
46 (46 89)		29	-201	-4	-6	-63	-95	-6
46 (46 89)		32	-202	-3	-5	-65	-97	-6
46 (46 89)		31	-202	-4	-6	-65	-97	-5
46 (46 89)		30	-203	-4	-6	-66	-99	-6
46 (46 89)		37	-229	-4	-6	-65	-97	-6
46 (46 89)		40	-231	-3	-5	-66	-99	-6
46 (46 89)		39	-231	-4	-6	-66	-99	-5
46 (46 89)		38	-232	-4	-6	-67	-102	-6
46 (46 89)		45	-238	-2	-3	-64	-96	-3
46 (46 89)		48	-239	-1	-2	-65	-98	-4
46 (46 89)		47	-239	-3	-4	-65	-98	-3
46 (46 89)		46	-241	-2	-3	-67	-101	-3
46 (46 89)		25	-248	-2	-3	-105	-158	-3
46 (46 89)		28	-249	-2	-2	-107	-160	-4
46 (46 89)		27	-249	-3	-4	-107	-160	-3
46 (46 89)		26	-251	-2	-3	-108	-162	-3
46 (46 89)		33	-277	-2	-3	-107	-161	-3
46 (46 89)		36	-278	-1	-2	-108	-163	-4
46 (46 89)		35	-278	-3	-4	-108	-163	-3
46 (46 89)		34	-279	-2	-3	-109	-165	-3
47 (47 93)		42	-295	9	13	62	93	4
47 (47 93)		44	-297	11	16	63	95	4
47 (47 93)		43	-297	7	10	63	95	4
47 (47 93)		41	-299	9	13	65	97	4
47 (47 93)		30	-323	15	22	63	95	7
47 (47 93)		32	-325	17	24	65	96	7
47 (47 93)		31	-325	13	19	65	96	6
47 (47 93)		29	-327	15	22	66	98	7
47 (47 93)		38	-400	15	22	63	93	7
47 (47 93)		40	-402	17	24	64	95	7
47 (47 93)		39	-402	13	19	64	95	6
47 (47 93)		37	-405	15	22	65	97	7
47 (47 93)		26	-414	9	13	104	155	4
47 (47 93)		28	-416	11	16	105	157	5
47 (47 93)		27	-416	7	10	105	157	4
47 (47 93)		25	-418	9	13	107	159	4
47 (47 93)		46	-423	9	13	61	91	4
47 (47 93)		48	-426	11	16	63	93	4
47 (47 93)		47	-426	7	10	63	93	4
47 (47 93)		45	-428	9	13	64	95	4
47 (47 93)		34	-491	9	13	103	154	4
47 (47 93)		36	-493	11	16	105	156	5
47 (47 93)		35	-493	7	10	105	156	4
47 (47 93)		33	-496	9	13	106	158	4
48 (48 92)		33	48	22	32	95	135	3
48 (48 92)		35	41	19	28	94	133	3
48 (48 92)		36	41	26	37	94	133	3
48 (48 92)		34	35	22	32	93	132	3
48 (48 92)		25	-25	22	32	97	140	3
48 (48 92)		45	-31	22	32	55	77	3
48 (48 92)		27	-31	19	27	96	138	3
48 (48 92)		28	-31	25	37	96	138	3
48 (48 92)		47	-37	18	27	54	76	2
48 (48 92)		48	-37	25	37	54	76	3
48 (48 92)		26	-37	22	32	95	137	3

Asta (N1 N2)	CC	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>	
48 (48 92)		46	-43	22	32	53	74	3
48 (48 92)		37	-52	36	53	57	81	5
48 (48 92)		39	-58	33	48	56	79	4
48 (48 92)		40	-58	40	58	56	79	5
48 (48 92)		38	-64	36	53	55	77	5
48 (48 92)		29	-124	36	53	60	86	5
48 (48 92)		31	-130	33	48	58	84	4
48 (48 92)		32	-130	39	58	58	84	5
48 (48 92)		30	-137	36	53	57	82	5
48 (48 92)		41	-151	22	32	59	86	3
48 (48 92)		43	-157	18	27	58	84	2
48 (48 92)		44	-157	25	37	58	84	3
48 (48 92)		42	-164	22	32	57	82	3
5 (5 1005)		43	-363	8	12	72	108	3
5 (5 1005)		42	-372	10	15	72	108	4
5 (5 1005)		41	-378	10	15	75	112	4
5 (5 1005)		44	-386	12	18	75	112	4
5 (5 1005)		31	-440	15	22	80	120	6
5 (5 1005)		30	-448	17	25	80	120	6
5 (5 1005)		29	-455	17	25	82	123	6
5 (5 1005)		32	-463	19	28	82	123	7
5 (5 1005)		27	-510	9	13	114	170	3
5 (5 1005)		26	-519	11	16	114	170	4
5 (5 1005)		25	-525	11	16	117	174	4
5 (5 1005)		47	-529	8	13	72	107	3
5 (5 1005)		28	-533	13	19	117	174	4
5 (5 1005)		46	-537	11	16	72	107	4
5 (5 1005)		39	-539	15	22	80	119	6
5 (5 1005)		45	-544	11	16	74	111	4
5 (5 1005)		38	-548	17	25	80	119	6
5 (5 1005)		48	-552	13	19	74	111	4
5 (5 1005)		37	-554	17	25	82	123	6
5 (5 1005)		40	-563	19	28	82	123	7
5 (5 1005)		35	-609	9	13	114	169	3
5 (5 1005)		34	-618	11	16	114	170	3
5 (5 1005)		33	-624	11	16	116	173	3
5 (5 1005)		36	-633	13	19	116	173	4
6 (6 1006)		47	-233	-12	-18	-68	-100	-2
6 (6 1006)		45	-233	-13	-19	-68	-100	-2
6 (6 1006)		46	-237	-13	-19	-71	-104	-2
6 (6 1006)		48	-238	-14	-20	-71	-104	-3
6 (6 1006)		39	-251	-21	-31	-76	-111	-4
6 (6 1006)		37	-251	-22	-32	-76	-111	-4
6 (6 1006)		38	-256	-22	-32	-78	-115	-4
6 (6 1006)		40	-256	-22	-33	-78	-115	-4
6 (6 1006)		31	-305	-21	-31	-75	-110	-4
6 (6 1006)		29	-306	-22	-32	-75	-110	-4
6 (6 1006)		30	-310	-22	-32	-77	-114	-4
6 (6 1006)		32	-310	-22	-33	-77	-113	-4
6 (6 1006)		43	-323	-12	-18	-67	-98	-2
6 (6 1006)		41	-323	-13	-19	-67	-98	-2
6 (6 1006)		35	-327	-12	-17	-109	-160	-2
6 (6 1006)		33	-327	-13	-18	-109	-160	-2
6 (6 1006)		42	-328	-13	-19	-70	-102	-2
6 (6 1006)		44	-328	-14	-20	-70	-102	-3
6 (6 1006)		34	-331	-13	-18	-111	-163	-2
6 (6 1006)		36	-332	-13	-20	-111	-163	-2
6 (6 1006)		27	-381	-12	-17	-108	-159	-2
6 (6 1006)		25	-381	-13	-19	-108	-159	-2

Asta (N1 N2)	CC	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>	
6 (6 1006)		26	-385	-13	-19	-111	-162	-2
6 (6 1006)		28	-386	-14	-20	-111	-162	-2
7 (7 1007)		43	-206	-3	-4	-71	-107	-3
7 (7 1007)		41	-209	-2	-3	-71	-107	-3
7 (7 1007)		42	-212	-2	-3	-74	-111	-3
7 (7 1007)		44	-215	-1	-2	-74	-111	-4
7 (7 1007)		31	-229	-4	-6	-80	-120	-5
7 (7 1007)		29	-233	-3	-5	-80	-120	-6
7 (7 1007)		30	-236	-3	-5	-83	-124	-6
7 (7 1007)		32	-239	-3	-4	-82	-124	-6
7 (7 1007)		47	-257	-3	-4	-74	-112	-3
7 (7 1007)		39	-260	-4	-6	-81	-123	-5
7 (7 1007)		45	-260	-2	-3	-74	-112	-3
7 (7 1007)		46	-263	-2	-3	-77	-116	-3
7 (7 1007)		37	-263	-3	-5	-81	-123	-6
7 (7 1007)		27	-266	-3	-4	-115	-173	-3
7 (7 1007)		38	-266	-3	-5	-84	-127	-6
7 (7 1007)		48	-267	-1	-2	-76	-115	-4
7 (7 1007)		25	-270	-2	-3	-115	-173	-3
7 (7 1007)		40	-270	-3	-4	-84	-127	-6
7 (7 1007)		26	-272	-2	-3	-118	-177	-3
7 (7 1007)		28	-276	-1	-2	-118	-177	-4
7 (7 1007)		35	-297	-3	-4	-117	-176	-3
7 (7 1007)		33	-300	-2	-3	-117	-176	-3
7 (7 1007)		34	-303	-2	-3	-119	-180	-3
7 (7 1007)		36	-307	-1	-2	-119	-179	-4
72 (72 -293)		32	-85	5	4	-2	5	0
72 (72 -293)		40	-85	5	4	-2	4	0
72 (72 -293)		29	-92	3	2	-1	3	0
72 (72 -293)		30	-92	3	2	-4	8	0
72 (72 -293)		37	-92	3	2	-1	1	0
72 (72 -293)		38	-92	3	2	-4	6	0
72 (72 -293)		44	-97	3	2	-2	6	0
72 (72 -293)		48	-98	3	2	-2	3	0
72 (72 -293)		31	-99	2	1	-2	5	0
72 (72 -293)		39	-99	2	1	-2	4	0
72 (72 -293)		41	-104	2	0	-1	3	0
72 (72 -293)		42	-104	2	0	-4	8	0
72 (72 -293)		45	-105	2	0	-1	0	0
72 (72 -293)		46	-105	2	0	-4	5	0
72 (72 -293)		43	-111	0	-1	-2	6	0
72 (72 -293)		47	-112	0	-1	-2	3	0
72 (72 -293)		28	-139	2	1	-4	8	0
72 (72 -293)		36	-140	2	1	-4	6	0
72 (72 -293)		25	-146	1	0	-2	5	0
72 (72 -293)		26	-146	1	0	-6	10	0
72 (72 -293)		33	-147	1	0	-2	3	0
72 (72 -293)		34	-147	1	0	-6	8	0
72 (72 -293)		27	-153	0	-2	-4	8	0
72 (72 -293)		35	-154	0	-2	-4	6	0
8 (8 1008)		35	24	18	26	102	145	2
8 (8 1008)		33	19	21	31	104	148	3
8 (8 1008)		34	6	21	31	102	145	3
8 (8 1008)		36	1	25	36	104	148	3
8 (8 1008)		27	-46	18	26	104	150	2
8 (8 1008)		25	-51	22	31	107	153	3
8 (8 1008)		47	-56	18	26	62	87	2
8 (8 1008)		45	-61	21	31	64	90	3
8 (8 1008)		26	-64	22	31	104	150	3

Asta (N1 N2)	CC	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>	
8 (8 1008)		28	-69	25	36	107	153	3
8 (8 1008)		46	-73	21	31	62	87	3
8 (8 1008)		48	-79	24	36	64	90	3
8 (8 1008)		39	-97	32	46	70	99	4
8 (8 1008)		37	-102	35	51	72	103	5
8 (8 1008)		38	-115	35	51	70	99	5
8 (8 1008)		40	-120	39	56	72	103	5
8 (8 1008)		31	-167	32	47	73	105	4
8 (8 1008)		29	-172	36	52	75	108	5
8 (8 1008)		43	-172	18	27	66	96	2
8 (8 1008)		41	-177	22	32	69	99	3
8 (8 1008)		30	-185	36	52	73	105	5
8 (8 1008)		32	-190	39	57	75	108	5
8 (8 1008)		42	-190	22	32	66	96	3
8 (8 1008)		44	-195	25	37	68	99	3
80 (80 103)		48	-242	-15	-22	49	72	3
80 (80 103)		46	-242	-14	-21	49	72	2
80 (80 103)		45	-247	-14	-21	51	75	2
80 (80 103)		47	-247	-13	-20	51	75	2
80 (80 103)		40	-263	-23	-35	44	64	4
80 (80 103)		38	-264	-23	-34	44	64	4
80 (80 103)		37	-268	-23	-34	46	67	4
80 (80 103)		39	-269	-22	-33	46	67	4
80 (80 103)		32	-317	-23	-35	43	62	4
80 (80 103)		30	-317	-23	-34	43	62	4
80 (80 103)		29	-322	-23	-34	45	66	4
80 (80 103)		31	-323	-22	-33	45	66	4
80 (80 103)		44	-332	-15	-22	48	70	3
80 (80 103)		42	-332	-14	-21	48	70	3
80 (80 103)		41	-337	-14	-21	50	73	3
80 (80 103)		43	-337	-13	-20	50	73	2
80 (80 103)		36	-340	-15	-23	89	131	3
80 (80 103)		34	-340	-14	-21	89	131	3
80 (80 103)		33	-345	-14	-21	92	134	3
80 (80 103)		35	-345	-14	-20	92	134	2
80 (80 103)		28	-393	-15	-23	89	129	3
80 (80 103)		26	-394	-14	-21	89	129	3
80 (80 103)		25	-399	-14	-21	91	133	3
80 (80 103)		27	-399	-14	-20	91	133	2
81 (81 96)		48	-237	-14	-21	-49	-72	-3
81 (81 96)		45	-238	-14	-20	-49	-72	-2
81 (81 96)		46	-242	-14	-20	-52	-76	-2
81 (81 96)		47	-243	-13	-19	-52	-76	-2
81 (81 96)		40	-259	-23	-35	-44	-64	-4
81 (81 96)		37	-259	-22	-33	-44	-64	-4
81 (81 96)		38	-264	-22	-33	-47	-68	-4
81 (81 96)		39	-264	-22	-32	-46	-68	-4
81 (81 96)		32	-313	-23	-35	-43	-63	-4
81 (81 96)		29	-314	-23	-34	-43	-63	-4
81 (81 96)		30	-318	-23	-34	-46	-66	-4
81 (81 96)		31	-318	-22	-32	-46	-66	-4
81 (81 96)		44	-328	-15	-22	-48	-70	-3
81 (81 96)		41	-328	-14	-20	-48	-70	-3
81 (81 96)		36	-331	-15	-22	-90	-132	-3
81 (81 96)		33	-332	-14	-21	-90	-132	-3
81 (81 96)		42	-332	-14	-21	-51	-74	-3
81 (81 96)		43	-333	-13	-19	-51	-74	-2
81 (81 96)		34	-336	-14	-21	-92	-135	-3
81 (81 96)		35	-337	-13	-19	-92	-135	-2

Asta (N1 N2)	CC	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>	
81 (81 96)		28	-385	-15	-22	-89	-130	-3
81 (81 96)		25	-386	-14	-21	-89	-130	-3
81 (81 96)		26	-390	-14	-21	-92	-134	-3
81 (81 96)		27	-391	-13	-20	-92	-134	-2
82 (82 97)		32	-169	-3	-5	-47	-69	-6
82 (82 97)		44	-170	-2	-3	-51	-76	-4
82 (82 97)		29	-173	-3	-5	-46	-69	-6
82 (82 97)		41	-173	-2	-3	-51	-76	-3
82 (82 97)		30	-176	-3	-5	-49	-73	-6
82 (82 97)		42	-176	-2	-3	-54	-80	-3
82 (82 97)		31	-179	-4	-6	-49	-73	-5
82 (82 97)		43	-179	-3	-4	-54	-80	-3
82 (82 97)		40	-200	-3	-4	-48	-72	-6
82 (82 97)		37	-204	-3	-5	-48	-72	-6
82 (82 97)		38	-207	-3	-5	-51	-76	-6
82 (82 97)		39	-210	-4	-6	-51	-76	-5
82 (82 97)		48	-221	-1	-2	-54	-81	-4
82 (82 97)		45	-224	-2	-3	-54	-81	-3
82 (82 97)		46	-227	-2	-3	-57	-85	-3
82 (82 97)		28	-230	-2	-2	-95	-142	-4
82 (82 97)		47	-231	-3	-4	-56	-85	-3
82 (82 97)		25	-234	-2	-3	-95	-142	-3
82 (82 97)		26	-237	-2	-3	-98	-146	-3
82 (82 97)		27	-240	-3	-4	-98	-146	-3
82 (82 97)		36	-261	-1	-2	-97	-145	-4
82 (82 97)		33	-264	-2	-3	-97	-145	-3
82 (82 97)		34	-267	-2	-3	-99	-149	-3
82 (82 97)		35	-271	-3	-4	-99	-149	-3
83 (83 98)		32	-238	17	25	-47	-70	-7
83 (83 98)		44	-242	11	15	-52	-78	-4
83 (83 98)		29	-247	15	22	-47	-70	-6
83 (83 98)		41	-250	9	12	-52	-78	-4
83 (83 98)		30	-253	15	22	-49	-74	-6
83 (83 98)		42	-257	9	12	-55	-82	-4
83 (83 98)		31	-261	13	19	-49	-74	-6
83 (83 98)		43	-265	7	10	-55	-82	-3
83 (83 98)		40	-338	17	24	-47	-69	-7
83 (83 98)		37	-346	15	21	-47	-69	-6
83 (83 98)		38	-352	15	21	-49	-73	-7
83 (83 98)		39	-361	13	18	-49	-73	-6
83 (83 98)		28	-388	11	15	-94	-140	-5
83 (83 98)		25	-397	9	12	-94	-140	-4
83 (83 98)		26	-403	9	12	-97	-144	-4
83 (83 98)		48	-408	11	15	-52	-77	-4
83 (83 98)		27	-411	7	9	-97	-144	-4
83 (83 98)		45	-416	9	12	-52	-77	-4
83 (83 98)		46	-422	9	12	-54	-81	-4
83 (83 98)		47	-431	7	9	-54	-81	-4
83 (83 98)		36	-488	10	15	-94	-140	-5
83 (83 98)		33	-496	8	12	-94	-140	-4
83 (83 98)		34	-502	8	12	-97	-143	-4
83 (83 98)		35	-511	6	9	-97	-143	-4
84 (84 99)		36	88	25	37	-83	-118	-3
84 (84 99)		34	83	21	32	-86	-122	-3
84 (84 99)		33	71	21	32	-83	-118	-3
84 (84 99)		35	66	18	27	-86	-122	-2
84 (84 99)		28	18	24	36	-86	-123	-3
84 (84 99)		26	13	21	31	-88	-127	-3
84 (84 99)		40	8	38	56	-40	-55	-5

Asta (N1 N2)	CC	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>	
84 (84 99)		48	8	25	36	-44	-61	-3
84 (84 99)		38	3	35	51	-42	-59	-5
84 (84 99)		46	3	21	31	-46	-64	-3
84 (84 99)		25	1	21	31	-86	-123	-3
84 (84 99)		27	-4	18	26	-88	-127	-2
84 (84 99)		37	-9	35	51	-40	-55	-5
84 (84 99)		45	-10	21	31	-44	-61	-3
84 (84 99)		39	-14	32	46	-42	-59	-4
84 (84 99)		47	-15	18	26	-46	-64	-2
84 (84 99)		32	-62	38	56	-42	-61	-5
84 (84 99)		30	-66	35	51	-45	-64	-5
84 (84 99)		29	-79	35	51	-42	-61	-5
84 (84 99)		31	-84	31	46	-44	-64	-4
84 (84 99)		44	-109	24	35	-48	-69	-3
84 (84 99)		42	-114	21	30	-50	-73	-3
84 (84 99)		41	-126	21	30	-48	-69	-3
84 (84 99)		43	-131	17	25	-50	-73	-2
85 (85 102)		32	-170	-3	-4	46	69	6
85 (85 102)		44	-170	-1	-2	51	76	4
85 (85 102)		30	-173	-3	-5	46	68	6
85 (85 102)		42	-174	-2	-3	51	76	3
85 (85 102)		29	-176	-3	-5	49	73	6
85 (85 102)		41	-177	-2	-3	54	80	3
85 (85 102)		31	-179	-4	-6	49	72	5
85 (85 102)		43	-180	-3	-4	54	80	3
85 (85 102)		40	-200	-3	-4	48	72	6
85 (85 102)		38	-204	-3	-5	48	71	6
85 (85 102)		37	-207	-3	-5	50	75	6
85 (85 102)		39	-210	-4	-6	50	75	5
85 (85 102)		48	-221	-1	-2	54	81	4
85 (85 102)		46	-225	-2	-3	53	81	3
85 (85 102)		45	-228	-2	-3	56	85	3
85 (85 102)		47	-231	-3	-4	56	85	3
85 (85 102)		28	-231	-2	-3	95	141	4
85 (85 102)		26	-235	-2	-3	95	141	3
85 (85 102)		25	-238	-2	-3	97	145	3
85 (85 102)		27	-241	-3	-4	97	145	3
85 (85 102)		36	-262	-2	-2	96	144	4
85 (85 102)		34	-266	-2	-3	96	144	3
85 (85 102)		33	-269	-2	-3	99	148	3
85 (85 102)		35	-272	-3	-4	99	148	3
86 (86 101)		32	-236	17	25	47	69	7
86 (86 101)		44	-240	11	16	52	78	4
86 (86 101)		30	-244	15	22	47	69	7
86 (86 101)		42	-249	9	13	52	78	4
86 (86 101)		29	-251	15	22	49	73	7
86 (86 101)		41	-255	9	13	55	82	4
86 (86 101)		31	-259	13	19	49	73	6
86 (86 101)		43	-263	7	10	55	82	4
86 (86 101)		40	-335	17	25	46	69	7
86 (86 101)		38	-343	15	22	46	69	7
86 (86 101)		37	-350	15	22	49	72	7
86 (86 101)		39	-358	13	19	49	72	6
86 (86 101)		28	-385	11	15	94	140	5
86 (86 101)		26	-394	9	12	94	140	4
86 (86 101)		25	-400	9	12	96	143	4
86 (86 101)		48	-405	11	16	51	76	5
86 (86 101)		27	-409	7	9	96	143	4
86 (86 101)		46	-414	9	13	51	76	4

Asta (N1 N2)	CC	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>	
86 (86 101)		45	-420	9	13	54	80	4
86 (86 101)		47	-429	7	10	54	80	4
86 (86 101)		36	-484	11	15	93	139	5
86 (86 101)		34	-493	9	12	93	139	4
86 (86 101)		33	-499	9	12	96	142	4
86 (86 101)		35	-508	7	9	96	142	4
87 (87 100)		36	89	26	38	83	117	3
87 (87 100)		33	84	22	33	85	121	3
87 (87 100)		34	71	22	33	83	117	3
87 (87 100)		35	66	19	28	85	121	3
87 (87 100)		28	19	25	37	86	123	3
87 (87 100)		25	14	22	32	88	126	3
87 (87 100)		40	10	39	57	39	55	5
87 (87 100)		48	9	25	37	43	60	3
87 (87 100)		37	5	36	52	42	58	5
87 (87 100)		45	4	22	32	46	64	3
87 (87 100)		26	1	22	32	85	123	3
87 (87 100)		27	-4	18	27	88	126	3
87 (87 100)		38	-8	36	52	39	55	5
87 (87 100)		46	-9	22	32	43	60	3
87 (87 100)		39	-13	32	47	42	58	4
87 (87 100)		47	-14	18	27	46	63	3
87 (87 100)		32	-60	39	56	42	60	5
87 (87 100)		29	-65	35	51	44	63	5
87 (87 100)		30	-78	35	51	42	60	5
87 (87 100)		31	-83	32	46	44	63	4
87 (87 100)		44	-108	24	35	48	69	3
87 (87 100)		41	-113	21	31	50	72	3
87 (87 100)		42	-126	21	30	48	69	3
87 (87 100)		43	-131	18	26	50	72	3

18.2 Valutazione della capacità portante

La portata totale limite è definita dalla seguente espressione:

$$Q_{lim} = Q_b + Q_s - W$$

essendo:

$$Q_u = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p \quad \text{portata ultima di base}$$

$$Q_{us} = \pi \cdot D \cdot \int_{z_c}^{z_b} \tau_{us} dz \quad \text{portata ultima per attrito laterale}$$

Dove:

D = diametro del palo = 500 mm

p = resistenza unitaria alla base del palo = $p = N_q \cdot \sigma_{VI} + N_c \cdot c$

τ_{us} = tensione tangenziale ultima lungo il fusto del palo;

N_q e N_c = fattori dimensionali funzioni dell'angolo di attrito e del rapporto L/D; tra i 2 parametri sussiste la relazione:

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot g \varphi;$$

Per il calcolo di N_q , si considera la teoria di Terzaghi con riduzione dell'angolo di attrito di 3°.

σ_{VI} = tensione litostatica verticale alla profondità della base

z_b = profondità della base del palo dal p.c. originario

z_w = profondità della falda dal p.c. originario;

W = differenza tra il peso del palo ed il terreno asportato:

L_1 = lunghezza del palo infisso = 10,00 m;

γ_{R3} = coefficienti per la portata di base e laterale definito per l'approccio 2 definita al punto 6.4.3.1 delle "Norme Tecniche 2008": $\gamma_b = 1,35$; $\gamma_l = 1,15$.

Nelle pagine seguenti si riportano le curve di capacità portante per i pali, in cui si evidenzia la capacità portante per la lunghezza di palo considerata, rispettivamente per:

Approccio 2 – combinazione STR

Approccio 2 – combinazione SLV

Il valore del carico massimo e la lunghezza minima conseguente del palo per ogni combinazione considerata sono evidenziate con una linea continua di colore rosso. Per i pali in trazione si annulla la portata di base.

Essendo l'interasse tra i baricentri dei pali maggiore di 3 diametri in entrambe le direzioni, non occorre nessuna riduzione di portanza dei pali in gruppo.

Il fattore di correlazione γ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate, definito in tabella 6.4.IV della normativa, è assunto pari a 1,70.

$$N_{sd, SLU} = -635 \text{ kN}$$

$$N_{sd, SLU} = 105 \text{ kN}$$

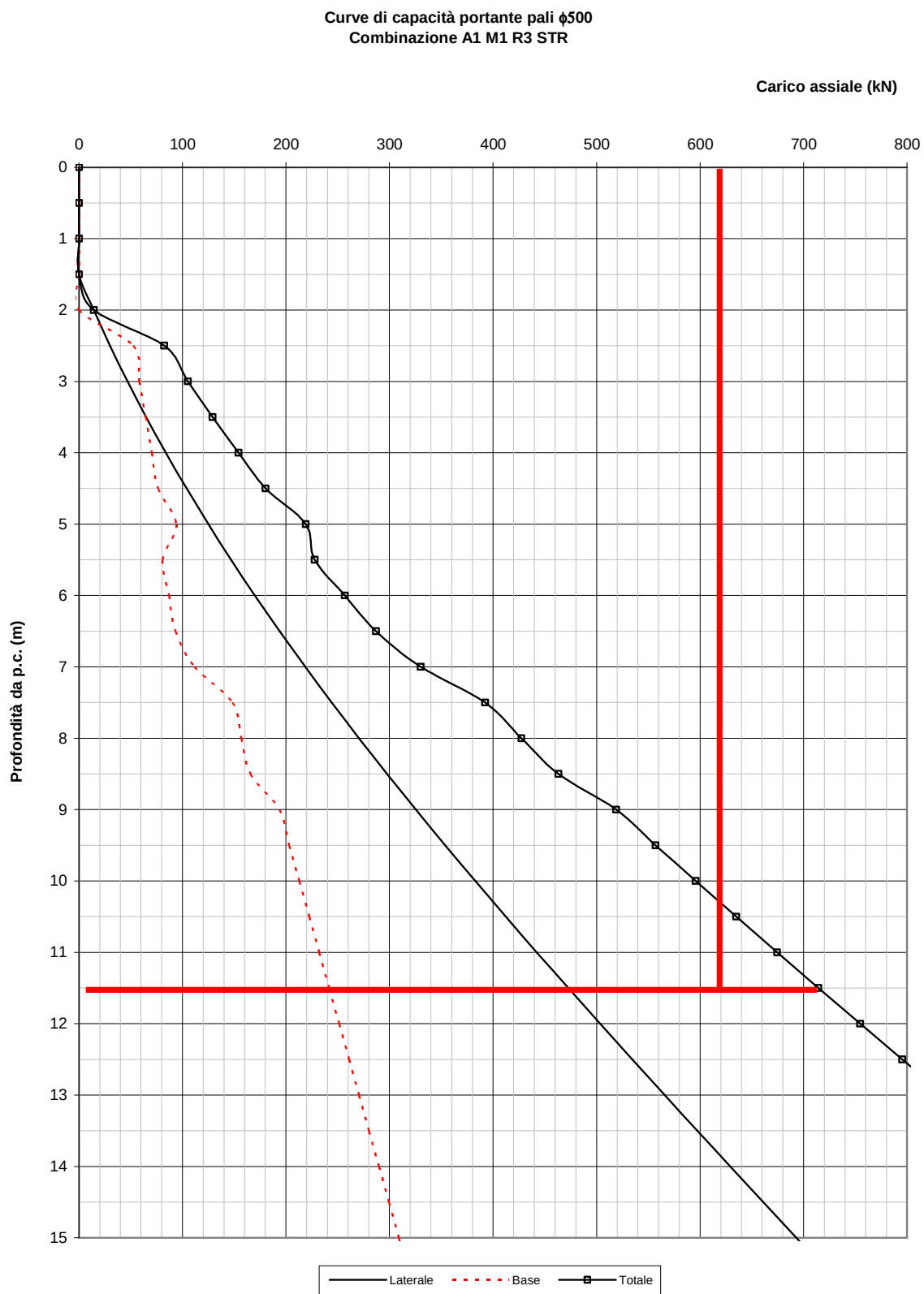
$$N_{sd, SLV} = -419 \text{ kN}$$

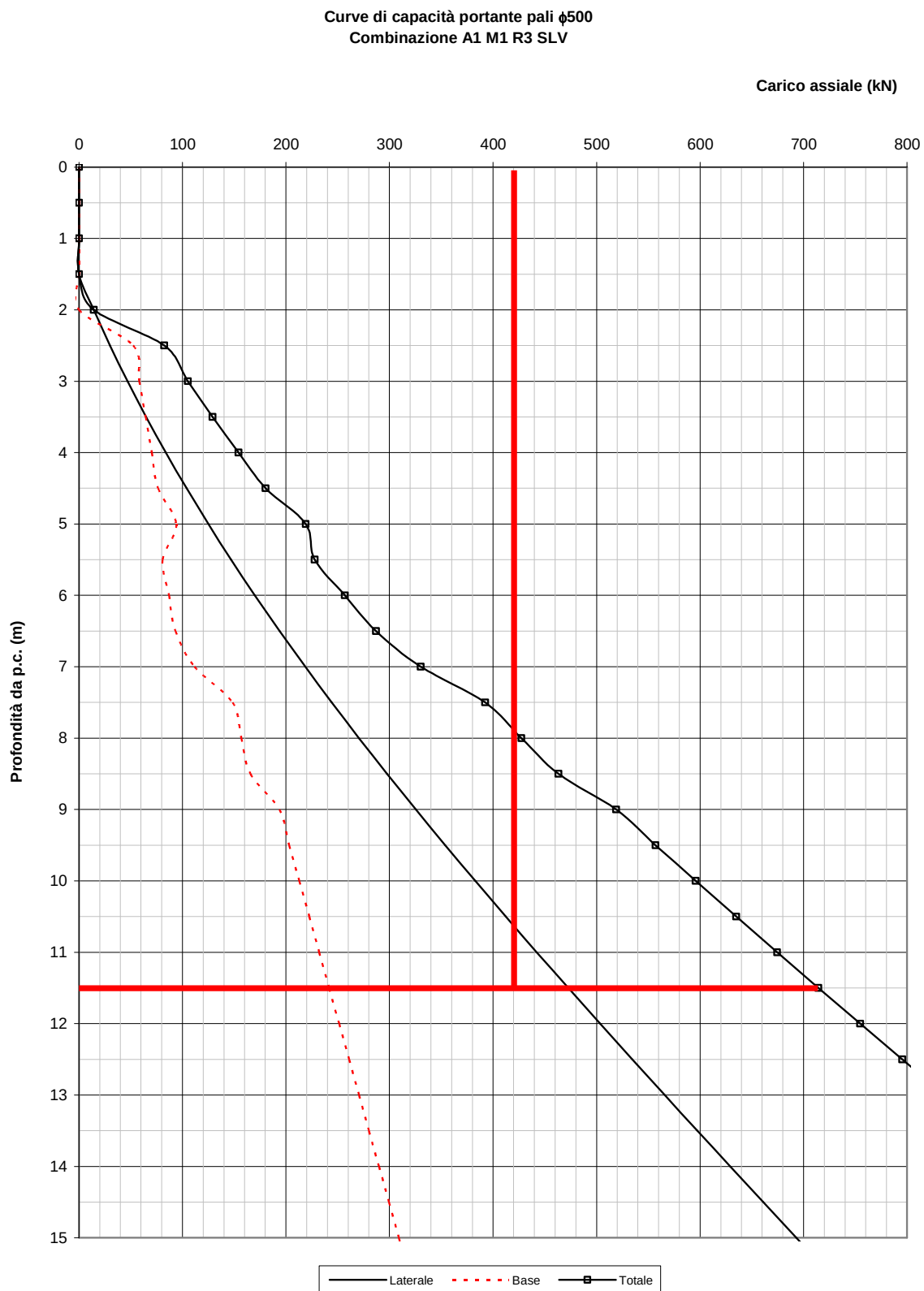
$$N_{sd, SLV} = 128 \text{ kN}$$

18.2.1 Capacità portante pali in compressione

								PALI TRIVELLATI								
	coefficiente per sondaggi			1.7												
	riduzione pali in gruppo			1					1.7							
														1		
NOTE	PROF. palo (m)	LIV p.c. (m)	Ø' (kN/m^3)	Ø'vo p.c. (kPa)	Ø'vo t.palo (kPa)	Ø'vo utile (kPa)	D PALO (m)	ø'	β(z)	Nspt	cu	N°q	TAUlim lat spec (kPa)	Qo S bas spec (kPa)	Qo A bas spec (kPa)	Qo tot base 2 bas spec (kPa)
A		0	18.00	0.00	0.00	0.00	0.500	27.00	1.20	25.00	0.00	11.00	0.00	0	0	0
		0.5	18.00	9.00	0.00	0.00	0.500	27.00	1.20	25.00	0.00	11.00	10.80	99	0	0
		1.0	18.00	18.00	0.00	0.00	0.500	27.00	1.20	25.00	0.00	11.00	21.60	198	0	0
testa palo	0.00	1.5	18.00	27.00	0.00	0.00	0.500	27.00	1.20	25.00	0.00	11.00	32.40	297	0	0
falda	0.50	2.0	8.00	31.00	4.00	4.00	0.500	27.00	1.15	25.00	0.00	11.00	35.76	341	0	0
B	1.00	2.5	8.00	35.00	8.00	8.00	0.500	34.00	1.11	25.00	0.00	25.00	38.94	875	613	613
	1.50	3.0	8.00	39.00	12.00	12.00	0.500	34.00	1.08	25.00	0.00	25.00	41.95	975	683	683
	2.00	3.5	8.00	43.00	16.00	16.00	0.500	34.00	1.04	25.00	0.00	25.00	44.79	1075	753	753
	2.50	4.0	8.00	47.00	20.00	20.00	0.500	34.00	1.01	25.00	0.00	25.00	47.47	1175	823	823
	3.00	4.5	8.00	51.00	24.00	24.00	0.500	34.00	0.98	25.00	0.00	25.00	49.99	1275	893	893
C	3.50	5.0	8.00	55.00	28.00	28.00	0.500	34.00	0.95	25.00	0.00	25.00	52.37	1375	1100	1100
	4.00	5.5	8.00	59.00	32.00	32.00	0.500	32.00	0.93	25.00	0.00	20.00	54.60	1180	944	944
	4.50	6.0	9.00	63.50	36.50	36.50	0.500	32.00	0.90	33.00	0.00	20.00	57.14	1270	1016	1016
	5.00	6.5	9.00	68.00	41.00	41.00	0.500	32.00	0.88	33.00	0.00	20.00	59.53	1360	1088	1088
	5.50	7.0	9.00	72.50	45.50	45.50	0.500	32.00	0.85	33.00	0.00	20.00	61.75	1450	1305	1305
D	6.00	7.5	9.00	77.00	50.00	50.00	0.500	34.00	0.83	33.00	0.00	25.00	63.84	1925	1733	1733
	6.50	8.0	9.00	81.50	54.50	54.50	0.500	34.00	0.81	33.00	0.00	25.00	65.77	2038	1834	1834
	7.00	8.5	9.00	86.00	59.00	59.00	0.500	34.00	0.79	33.00	0.00	25.00	67.57	2150	1935	1935
	7.50	9.0	9.00	90.50	63.50	63.50	0.500	34.00	0.77	33.00	0.00	25.00	69.23	2263	2263	2263
	8.00	9.5	9.00	95.00	68.00	68.00	0.500	34.00	0.74	33.00	0.00	25.00	70.76	2375	2375	2375
	8.50	10.0	9.00	99.50	72.50	72.50	0.500	34.00	0.73	33.00	0.00	25.00	72.16	2488	2488	2488
	9.00	10.5	9.00	104.00	77.00	77.00	0.500	34.00	0.71	33.00	0.00	25.00	73.44	2600	2600	2600
	9.50	11.0	9.00	108.50	81.50	81.50	0.500	34.00	0.69	33.00	0.00	25.00	74.59	2713	2713	2713
	10.00	11.5	9.00	113.00	86.00	86.00	0.500	34.00	0.67	33.00	0.00	25.00	75.62	2825	2825	2825
	10.50	12.0	9.00	117.50	90.50	90.50	0.500	34.00	0.65	33.00	0.00	25.00	76.53	2938	2938	2938
	11.00	12.5	9.00	122.00	95.00	95.00	0.500	34.00	0.63	33.00	0.00	25.00	77.32	3050	3050	3050
	11.50	13.0	9.00	126.50	99.50	99.50	0.500	34.00	0.62	33.00	0.00	25.00	78.00	3163	3163	3163
	12.00	13.5	9.00	131.00	104.00	104.00	0.500	34.00	0.60	33.00	0.00	25.00	78.58	3275	3275	3275
	12.50	14.0	9.00	135.50	108.50	108.50	0.500	34.00	0.58	33.00	0.00	25.00	79.04	3388	3388	3388
	13.00	14.5	9.00	140.00	113.00	113.00	0.500	34.00	0.57	33.00	0.00	25.00	79.39	3500	3500	3500
	13.50	15.0	9.00	144.50	117.50	117.50	0.500	34.00	0.55	33.00	0.00	25.00	79.64	3613	3613	3613
	14.00	15.5	9.00	149.00	122.00	122.00	0.500	34.00	0.54	33.00	0.00	25.00	79.78	3725	3725	3725
	14.50	16.0	9.00	153.50	126.50	126.50	0.500	34.00	0.52	33.00	0.00	25.00	79.82	3838	3838	3838
	15.00	16.5	9.00	158.00	131.00	131.00	0.500	34.00	0.50	33.00	0.00	25.00	79.76	3950	3950	3950

								Carico	(KN)	633	115	Carico	(KN)	426	
								R3 lat comp	R3 base		R3 lat traz.	R3 lat comp	R3 base		R3 lat traz.
								1.15	1.35		1.25	1.15	1.35		1.25
Calcolo			Caratteristica (ζ _s =1.70)					Progetto A1 M1 R3 STR				Progetto A1 M1 R3 SLV			
Qs-ult	Qb-ult	Tall	Qs-c,k	Qb-c,k	Qtot-c,k	Tall, c,k	Qs-d	Qb-d	Qtot-d	Tall, d	Qs-d	Qb-d	Qtot-d	Tall, d	
lat	base	(No Wp)	lat	base	totale	(No Wp)	lat	base	totale	(No Wp)	lat	base	totale	(No Wp)	
(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28	0	22	17	0	17	10	14	0	14	8	14	0	14	18	
59	120	47	34	71	105	20	30	52	82	16	30	52	82	38	
92	134	73	54	79	133	32	47	58	105	25	47	58	105	59	
127	148	101	75	87	161	44	65	64	129	35	65	64	129	81	
164	161	131	96	95	191	57	84	70	154	45	84	70	154	105	
203	175	163	120	103	223	70	104	76	180	56	104	76	180	130	
244	216	195	144	127	271	85	125	94	219	68	125	94	219	156	
287	185	230	169	109	278	99	147	81	228	80	147	81	228	184	
332	199	266	195	117	313	115	170	87	257	92	170	87	257	213	
379	214	303	223	126	348	131	194	93	287	105	194	93	287	242	
427	256	342	251	151	402	148	219	112	330	118	219	112	330	273	
477	340	382	281	200	481	165	244	148	392	132	244	148	392	306	
529	360	423	311	212	523	183	271	157	427	146	271	157	427	339	
582	380	466	342	223	566	201	298	166	463	161	298	166	463	373	
636	444	509	374	261	636	220	326	194	519	176	326	194	519	407	
692	466	554	407	274	681	239	354	203	557	192	354	203	557	443	
749	488	599	440	287	728	259	383	213	596	207	383	213	596	479	
806	510	645	474	300	775	279	412	222	635	223	412	222	635	516	
865	533	692	509	313	822	299	442	232	674	239	442	232	674	553	
924	555	739	544	326	870	320	473	242	714	256	473	242	714	591	
984	577	787	579	339	918	341	503	251	755	272	503	251	755	630	
1045	599	836	615	352	967	362	534	261	795	289	534	261	795	669	
1106	621	885	651	365	1016	383	566	271	836	306	566	271	836	708	
1168	643	934	687	378	1065	404	597	280	878	323	597	280	878	747	
1230	665	984	723	391	1115	426	629	290	919	340	629	290	919	787	
1292	687	1034	760	404	1164	447	661	299	960	358	661	299	960	827	
1355	709	1084	797	417	1214	469	693	309	1002	375	693	309	1002	867	
1417	731	1134	834	430	1264	490	725	319	1044	392	725	319	1044	907	
1480	753	1184	871	443	1314	512	757	328	1085	410	757	328	1085	947	
1543	776	1234	907	456	1364	534	789	338	1127	427	789	338	1127	987	



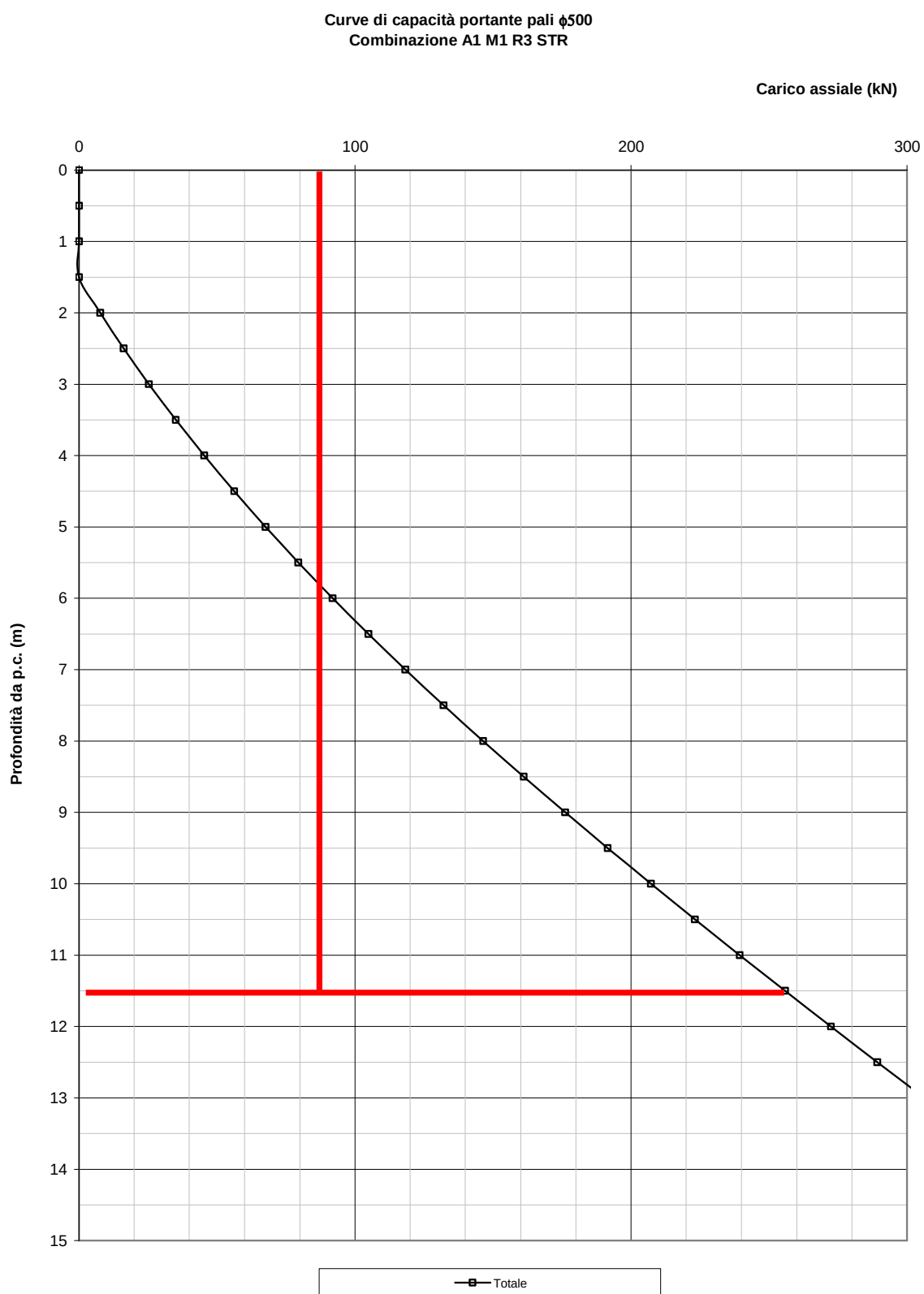


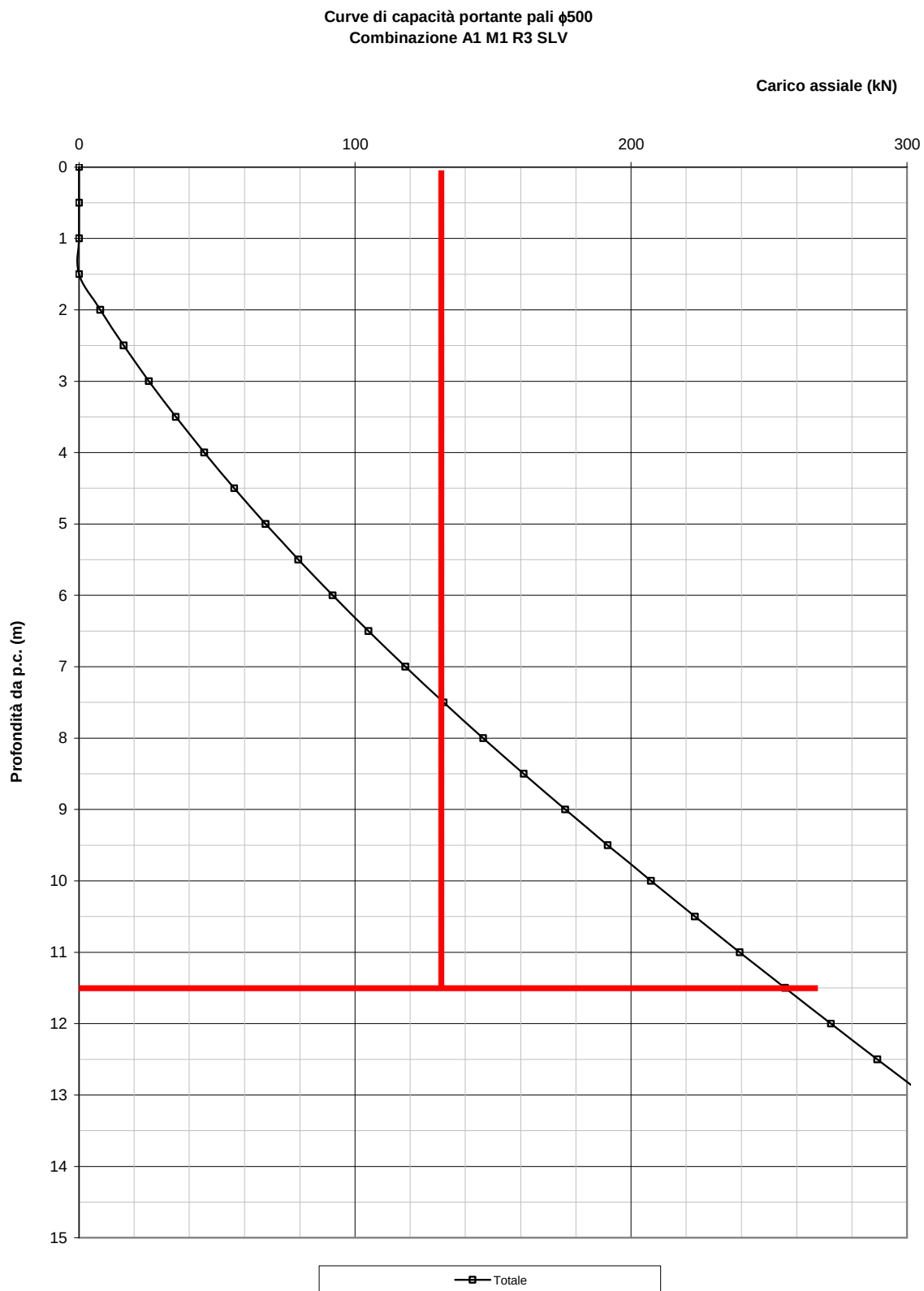
18.2.2 Capacità portante pali in trazione

Nel presente paragrafo si determina la capacità portante a trazione dei pali di fondazione. In questo caso non si considera la resistenza alla base del palo e per la resistenza laterale si considera un coefficiente di sicurezza $R3 = 1,25$.

										PALI TRIVELLATI							
	coefficiente per sondaggi			1.7						1.7							
	riduzione pali in gruppo			1										1			
NOTE	PROF. palo (m)	LIV p.c. (m)	γ' (kN/m^3)	σ'_{vo} p.c. (kPa)	σ'_{vo} t.palo (kPa)	σ'_{vo} utile (kPa)	D PALO (m)	θ' (°)	$\beta(z)$ (-)	Nspt (-)	cu (kPa)	N°q	TAUlim lat spec (kPa)	Qo S bas spec (kPa)	Qo A bas spec (kPa)	Qo tot base 2 bas spec (kPa)	Qo tot base 2 bas spec (kPa)
A		0	18.00	0.00	0.00	0.00	0.500	27.00	1.20	25.00	0.00	11.00	0.00	0	0	0	0
		0.5	18.00	9.00	0.00	0.00	0.500	27.00	1.20	25.00	0.00	11.00	10.80	99	0	0	0
		1.0	18.00	18.00	0.00	0.00	0.500	27.00	1.20	25.00	0.00	11.00	21.60	198	0	0	0
testa palo	0.00	1.5	18.00	27.00	0.00	0.00	0.500	27.00	1.20	25.00	0.00	11.00	32.40	297	0	0	0
faldia	0.50	2.0	8.00	31.00	4.00	4.00	0.500	27.00	1.15	25.00	0.00	11.00	35.76	341	0	0	0
B	1.00	2.5	8.00	35.00	8.00	8.00	0.500	34.00	1.11	25.00	0.00	25.00	38.94	875	613	613	613
	1.50	3.0	8.00	39.00	12.00	12.00	0.500	34.00	1.08	25.00	0.00	25.00	41.95	975	683	683	683
	2.00	3.5	8.00	43.00	16.00	16.00	0.500	34.00	1.04	25.00	0.00	25.00	44.79	1075	753	753	753
	2.50	4.0	8.00	47.00	20.00	20.00	0.500	34.00	1.01	25.00	0.00	25.00	47.47	1175	823	823	823
	3.00	4.5	8.00	51.00	24.00	24.00	0.500	34.00	0.98	25.00	0.00	25.00	49.99	1275	893	893	893
C	3.50	5.0	8.00	55.00	28.00	28.00	0.500	34.00	0.95	25.00	0.00	25.00	52.37	1375	1100	1100	1100
	4.00	5.5	8.00	59.00	32.00	32.00	0.500	32.00	0.93	25.00	0.00	20.00	54.60	1180	944	944	944
	4.50	6.0	9.00	63.50	36.50	36.50	0.500	32.00	0.90	33.00	0.00	20.00	57.14	1270	1016	1016	1016
	5.00	6.5	9.00	68.00	41.00	41.00	0.500	32.00	0.88	33.00	0.00	20.00	59.53	1360	1088	1088	1088
	5.50	7.0	9.00	72.50	45.50	45.50	0.500	32.00	0.85	33.00	0.00	20.00	61.75	1450	1305	1305	1305
D	6.00	7.5	9.00	77.00	50.00	50.00	0.500	34.00	0.83	33.00	0.00	25.00	63.84	1925	1733	1733	1733
	6.50	8.0	9.00	81.50	54.50	54.50	0.500	34.00	0.81	33.00	0.00	25.00	65.77	2038	1834	1834	1834
	7.00	8.5	9.00	86.00	59.00	59.00	0.500	34.00	0.79	33.00	0.00	25.00	67.57	2150	1935	1935	1935
	7.50	9.0	9.00	90.50	63.50	63.50	0.500	34.00	0.77	33.00	0.00	25.00	69.23	2263	2263	2263	2263
	8.00	9.5	9.00	95.00	68.00	68.00	0.500	34.00	0.74	33.00	0.00	25.00	70.76	2375	2375	2375	2375
	8.50	10.0	9.00	99.50	72.50	72.50	0.500	34.00	0.73	33.00	0.00	25.00	72.16	2488	2488	2488	2488
	9.00	10.5	9.00	104.00	77.00	77.00	0.500	34.00	0.71	33.00	0.00	25.00	73.44	2600	2600	2600	2600
	9.50	11.0	9.00	108.50	81.50	81.50	0.500	34.00	0.69	33.00	0.00	25.00	74.59	2713	2713	2713	2713
	10.00	11.5	9.00	113.00	86.00	86.00	0.500	34.00	0.67	33.00	0.00	25.00	75.62	2825	2825	2825	2825
	10.50	12.0	9.00	117.50	90.50	90.50	0.500	34.00	0.65	33.00	0.00	25.00	76.53	2938	2938	2938	2938
	11.00	12.5	9.00	122.00	95.00	95.00	0.500	34.00	0.63	33.00	0.00	25.00	77.32	3050	3050	3050	3050
	11.50	13.0	9.00	126.50	99.50	99.50	0.500	34.00	0.62	33.00	0.00	25.00	78.00	3163	3163	3163	3163
	12.00	13.5	9.00	131.00	104.00	104.00	0.500	34.00	0.60	33.00	0.00	25.00	78.58	3275	3275	3275	3275
	12.50	14.0	9.00	135.50	108.50	108.50	0.500	34.00	0.58	33.00	0.00	25.00	79.04	3388	3388	3388	3388
	13.00	14.5	9.00	140.00	113.00	113.00	0.500	34.00	0.57	33.00	0.00	25.00	79.39	3500	3500	3500	3500
	13.50	15.0	9.00	144.50	117.50	117.50	0.500	34.00	0.55	33.00	0.00	25.00	79.64	3613	3613	3613	3613
	14.00	15.5	9.00	149.00	122.00	122.00	0.500	34.00	0.54	33.00	0.00	25.00	79.78	3725	3725	3725	3725
	14.50	16.0	9.00	153.50	126.50	126.50	0.500	34.00	0.52	33.00	0.00	25.00	79.82	3838	3838	3838	3838
	15.00	16.5	9.00	158.00	131.00	131.00	0.500	34.00	0.50	33.00	0.00	25.00	79.76	3950	3950	3950	3950

								Carico	(kN)	89	115	Carico	(kN)	135	
								R3 lat comp	R3 base		R3 lat traz.	R3 lat comp	R3 base		R3 lat traz.
								1.15	1.35		1.25	1.15	1.35		1.25
Calcolo			Caratteristica (ξ _y =1.70)					Progetto A1 M1 R3 STR				Progetto A1 M1 R3 SLV			
Qs-ult	Qb-ult	Tall	Qs-c,K	Qb-c,K	Qtot-c,k	Tall, c,k	Qs-d	Qb-d	Qtot-d	Tall, d	Qs-d	Qb-d	Qtot-d	Tall, d	
lat	base	(No Wp)	lat	base	totale	(No Wp)	lat	base	totale	(No Wp)	lat	base	totale	(No Wp)	
(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28	0	22	17	0	17	10	14	0	8	8	14	0	8	8	
59	120	47	34	71	105	20	30	52	16	16	30	52	16	16	
92	134	73	54	79	133	32	47	58	25	25	47	58	25	25	
127	148	101	75	87	161	44	65	64	35	35	65	64	35	35	
164	161	131	96	95	191	57	84	70	45	45	84	70	45	45	
203	175	163	120	103	223	70	104	76	56	56	104	76	56	56	
244	216	195	144	127	271	85	125	94	68	68	125	94	68	68	
287	185	230	169	109	278	99	147	81	80	80	147	81	80	80	
332	199	266	195	117	313	115	170	87	92	92	170	87	92	92	
379	214	303	223	126	348	131	194	93	105	105	194	93	105	105	
427	256	342	251	151	402	148	219	112	118	118	219	112	118	118	
477	340	382	281	200	481	165	244	148	132	132	244	148	132	132	
529	360	423	311	212	523	183	271	157	146	146	271	157	146	146	
582	380	466	342	223	566	201	298	166	161	161	298	166	161	161	
636	444	509	374	261	636	220	326	194	176	176	326	194	176	176	
692	466	554	407	274	681	239	354	203	192	192	354	203	192	192	
749	488	599	440	287	728	259	383	213	207	207	383	213	207	207	
806	510	645	474	300	775	279	412	222	223	223	412	222	223	223	
865	533	692	509	313	822	299	442	232	239	239	442	232	239	239	
924	555	739	544	326	870	320	473	242	256	256	473	242	256	256	
984	577	787	579	339	918	341	503	251	272	272	503	251	272	272	
1045	599	836	615	352	967	362	534	261	289	289	534	261	289	289	
1106	621	885	651	365	1016	383	566	271	306	306	566	271	306	306	
1168	643	934	687	378	1065	404	597	280	323	323	597	280	323	323	
1230	665	984	723	391	1115	426	629	290	340	340	629	290	340	340	
1292	687	1034	760	404	1164	447	661	299	358	358	661	299	358	358	
1355	709	1084	797	417	1214	469	693	309	375	375	693	309	375	375	
1417	731	1134	834	430	1264	490	725	319	392	392	725	319	392	392	
1480	753	1184	871	443	1314	512	757	328	410	410	757	328	410	410	
1543	776	1234	907	456	1364	534	789	338	427	427	789	338	427	427	





18.3 Verifica a pressoflessione

18.3.1 Verifica allo STR

Si schematizzano di seguito le verifiche dei pali circolari in calcestruzzo armato di diametro 500 mm effettuate per la combinazione STR più gravosa, ovvero quella corrispondente alla massima azione orizzontale agente in testa-palo.

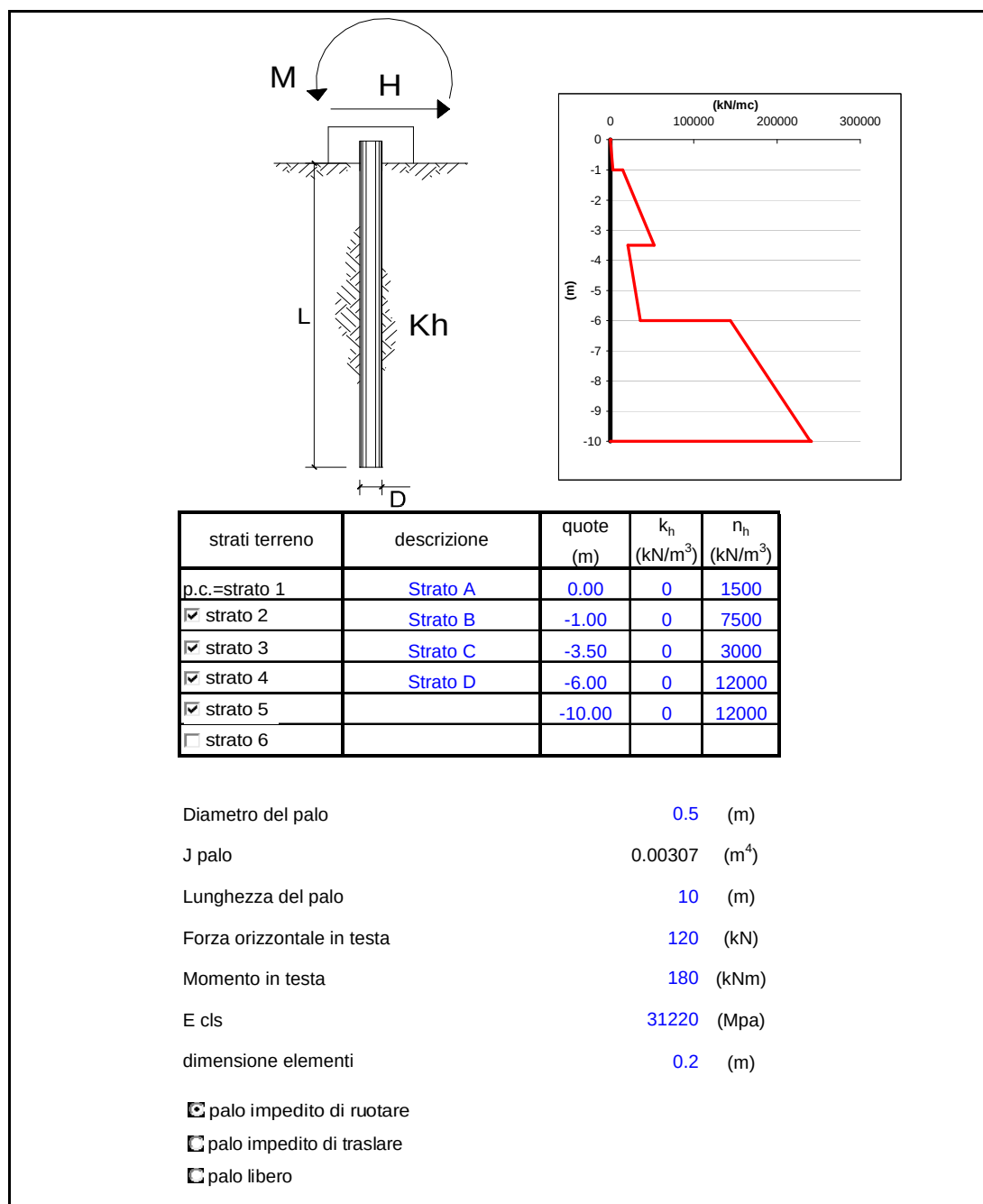
Per la valutazione delle azioni interne sul palo è necessario determinare preliminarmente il modulo di reazione orizzontale del terreno. Si fa comunque osservare che non è necessaria una grande precisione nella stima del modulo di reazione in quanto la lunghezza caratteristica $\cdot \cdot$ è funzione della radice quarta del modulo stesso. Nella fattispecie si assumono i seguenti valori di n_h per la stratigrafia considerata

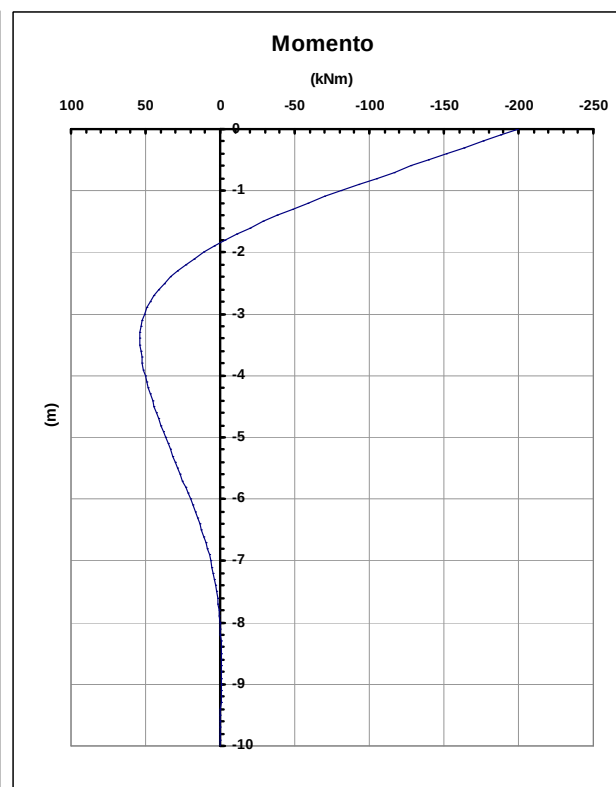
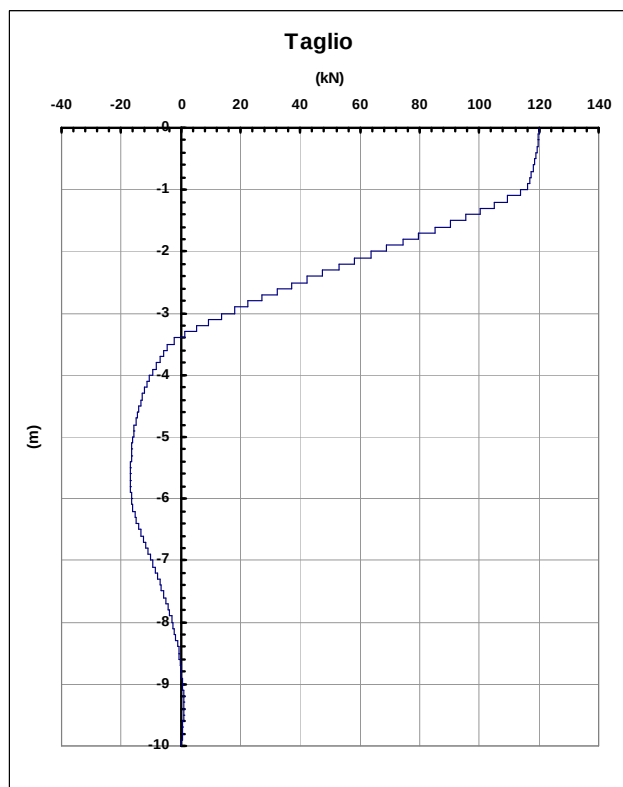
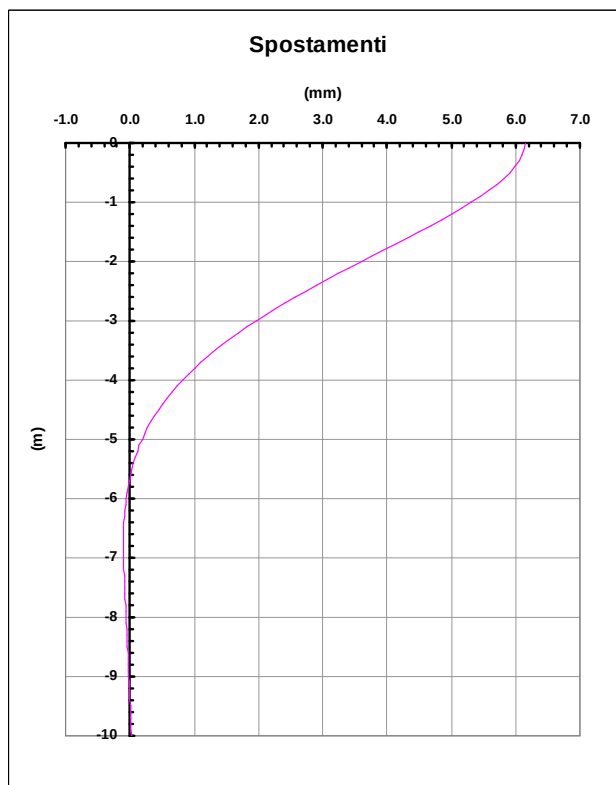
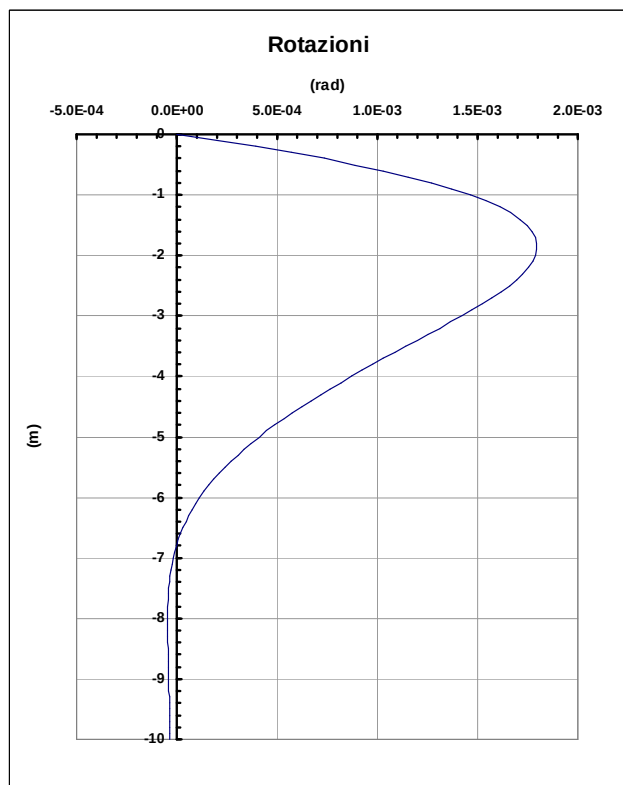
Livello	Stato	n_h [kN/m ³]
Strato A	Sciolto	1500
Strato B	Addensato	7500
Strato C	Moderatamente addensato	3000
Strato D	Addensato	12000

18.3.1.1 Verifica allo STR V_{sd}

Nel presente paragrafo si verifica il palo soggetto alla massima azione tagliante.

L'azione tagliante massima è pari a $V_{sd,max} = 119 \text{ kN}$ a cui corrisponde una azione assiale pari a $N_{sd} = -303 \text{ kN}$



**VERIFICA A PRESSOFLESSIONE STR**

$$M_{Sd} = 200 \text{ kNm}$$

$$N_{Sd} = -303 \text{ kN}$$

SEZIONE CIRCOLARE

ARMATURA

SOLLECITAZIONI

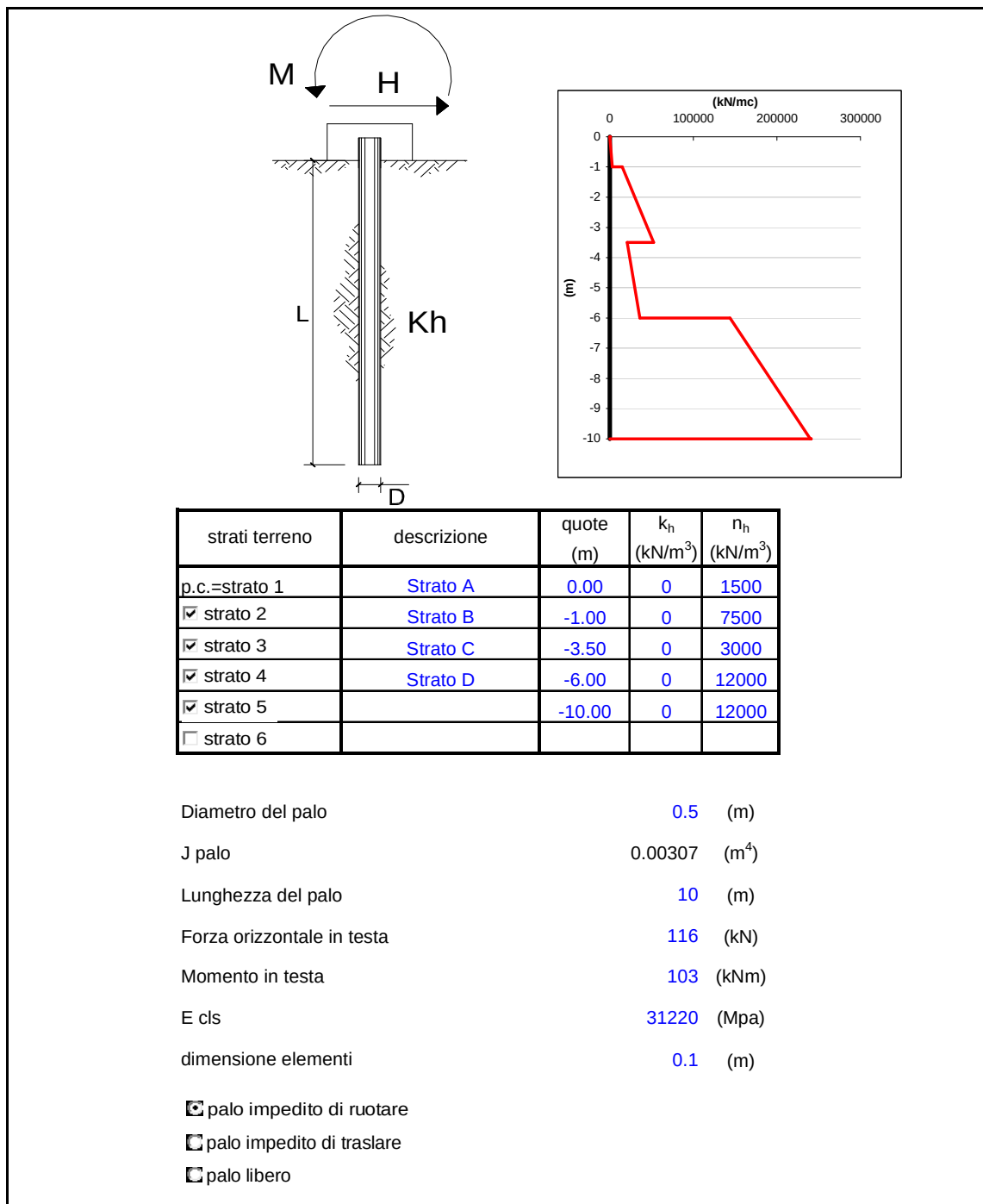
INDICI DI RESISTENZA

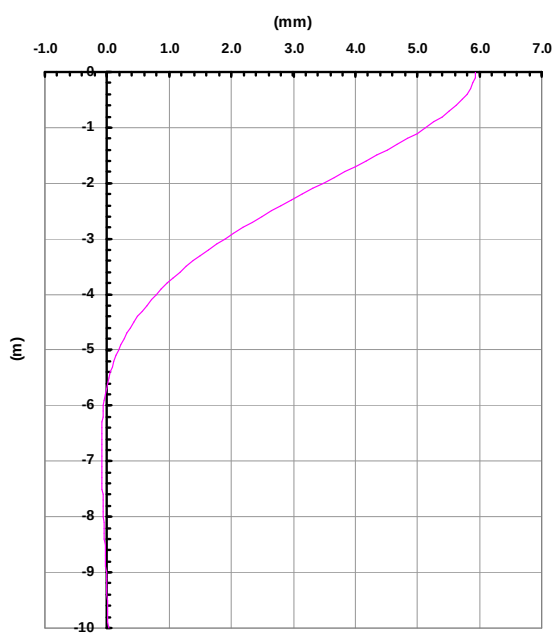
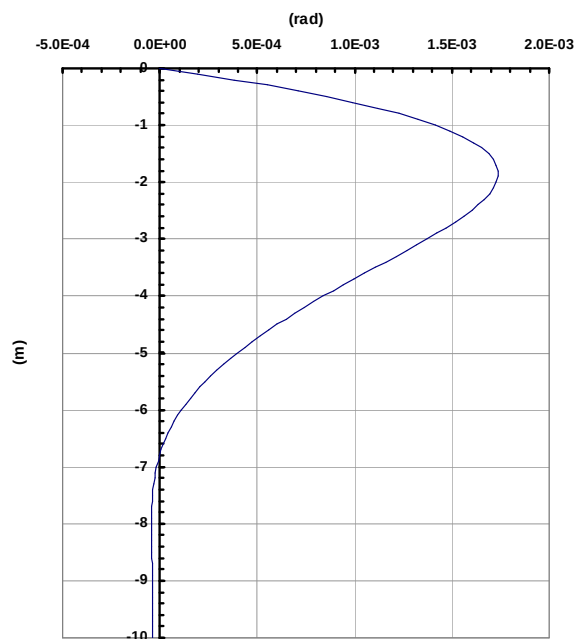
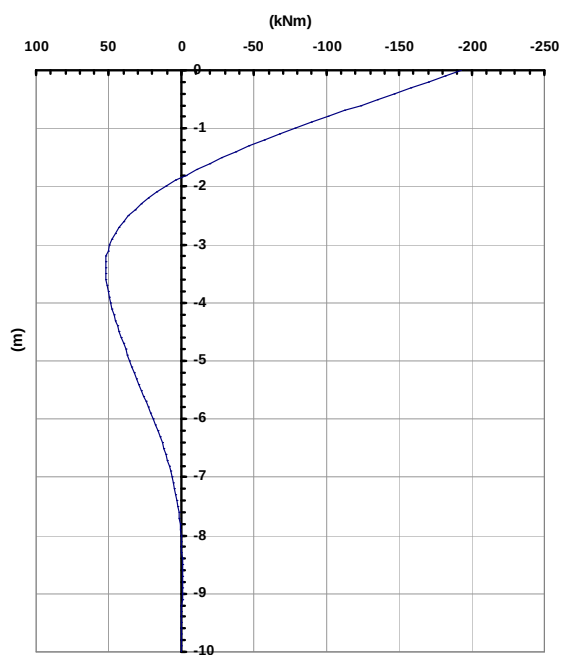
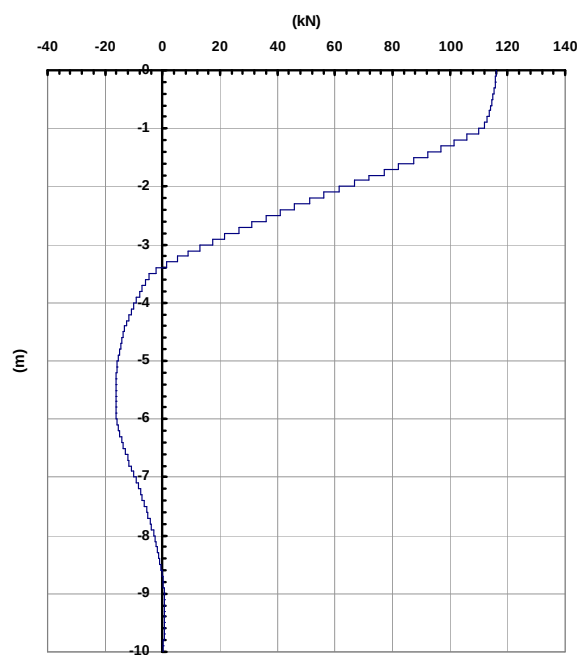
raggio (cm)	25
diffusa	12 ϕ 18 + 6 ϕ 20
$M_{sd} =$	267 kNm
$N_{sd} =$	-303 kN
$M_{rd} =$	315 kNm
$I_R =$	1,57

18.3.1.2 Verifica allo STR $N_{sd, max}$

Nel presente paragrafo si verifica il palo soggetto alla massima azione assiale.

L'azione tagliante massima è pari a per cui si ha la massima azione assiale è $V_{sd, max} = 116 \text{ kN}$ a cui corrisponde una azione assiale pari a $N_{sd} = -633 \text{ kN}$



Spostamenti**Rotazioni****Momento****Taglio****VERIFICA A PRESSOFLESSIONE STR Nmax**

$$M_{Sd} = 193 \text{ kNm}$$

$$N_{Sd} = -633 \text{ kN}$$

SEZIONE CIRCOLARE

raggio (cm) 25

ARMATURA

diffusa 12 ϕ 18 + 6 ϕ 20

SOLLECITAZIONI

 $M_{Sd} = 193 \text{ kNm}$ $N_{Sd} =$

-605 kN

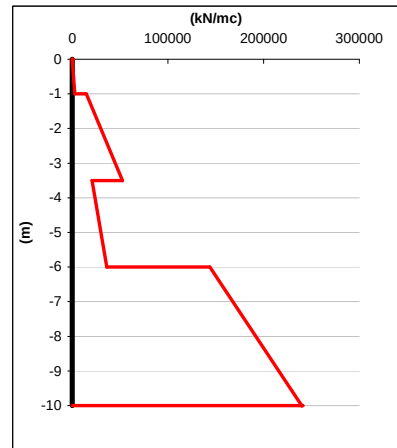
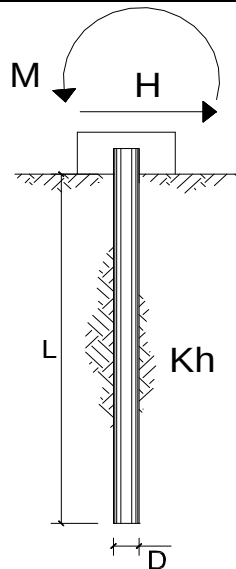
INDICI DI RESISTENZA

 $M_{rd} = 333 \text{ kNm}$ $I_R = 1,72$

18.3.1.3 Verifica allo STR $N_{sd,min}$

Nel presente paragrafo si verifica il palo soggetto alla massima azione assiale di trazione.

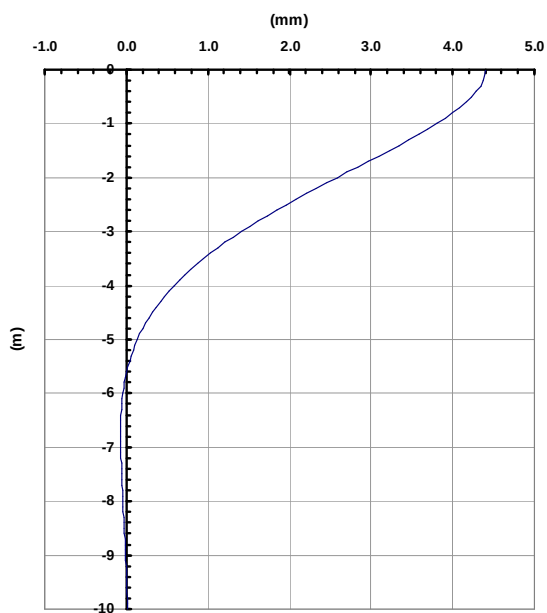
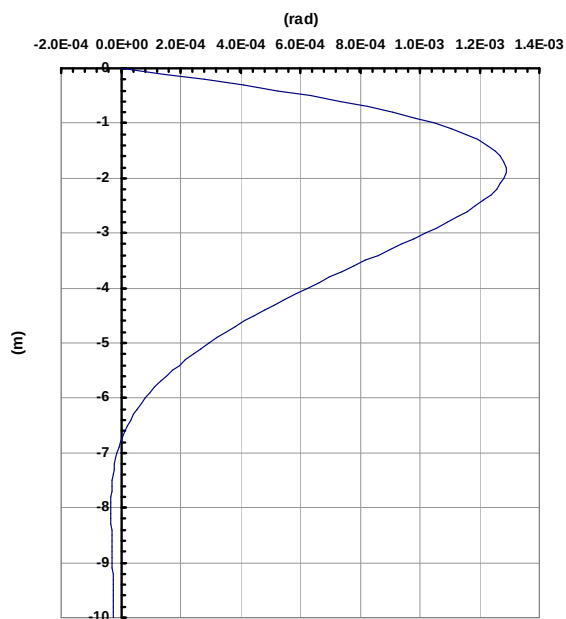
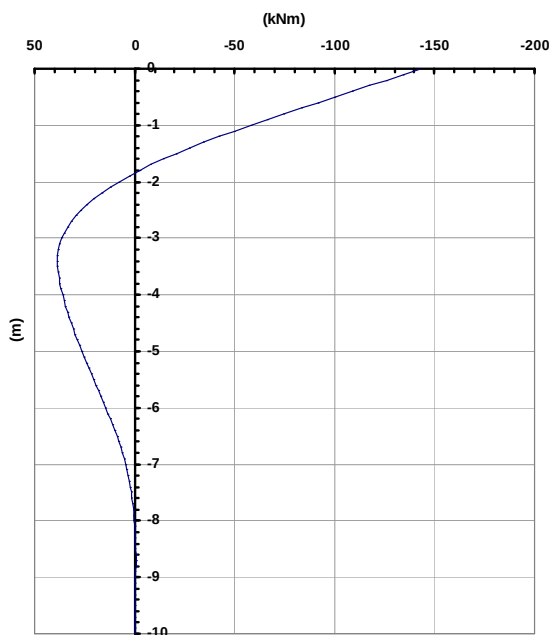
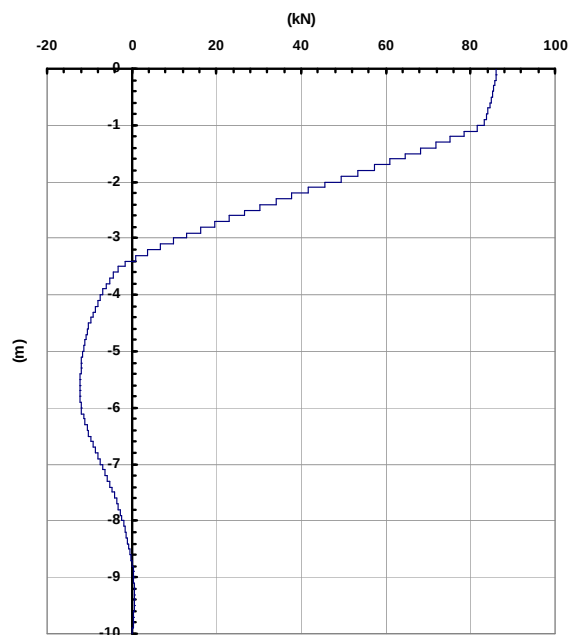
L'azione tagliante massima è pari a per cui si ha la massima azione assiale è $V_{sd,max} = 86 \text{ kN}$ a cui corrisponde una azione assiale pari a $N_{sd} = 89 \text{ kN}$



strati terreno	descrizione	quote (m)	k_h (kN/m³)	n_h (kN/m³)
p.c.=strato 1	Strato A	0.00	0	1500
☒ strato 2	Strato B	-1.00	0	7500
☒ strato 3	Strato C	-3.50	0	3000
☒ strato 4	Strato D	-6.00	0	12000
☒ strato 5		-10.00	0	12000
☐ strato 6				

Diametro del palo 0.5 (m)
 J palo 0.00307 (m⁴)
 Lunghezza del palo 10 (m)
 Forza orizzontale in testa 86 (kN)
 Momento in testa 118 (kNm)
 E cls 31220 (Mpa)
 dimensione elementi 0.1 (m)

- ☒ palo impedito di ruotare
☒ palo impedito di traslare
☒ palo libero

Spostamenti**Rotazioni****Momento****Taglio****VERIFICA A PRESSOFLESSIONE STR**

$$M_{Sd} = 160 \text{ kNm}$$

$$N_{Sd} = 89 \text{ kN}$$

SEZIONE CIRCOLARE
ARMATURA
SOLLECITAZIONI

raggio (cm) 25
diffusa 12 ϕ 18 + 6 ϕ 20
 $M_{Sd} = 160 \text{ kNm}$
 $N_{Sd} = 89 \text{ kN}$

INDICI DI RESISTENZA

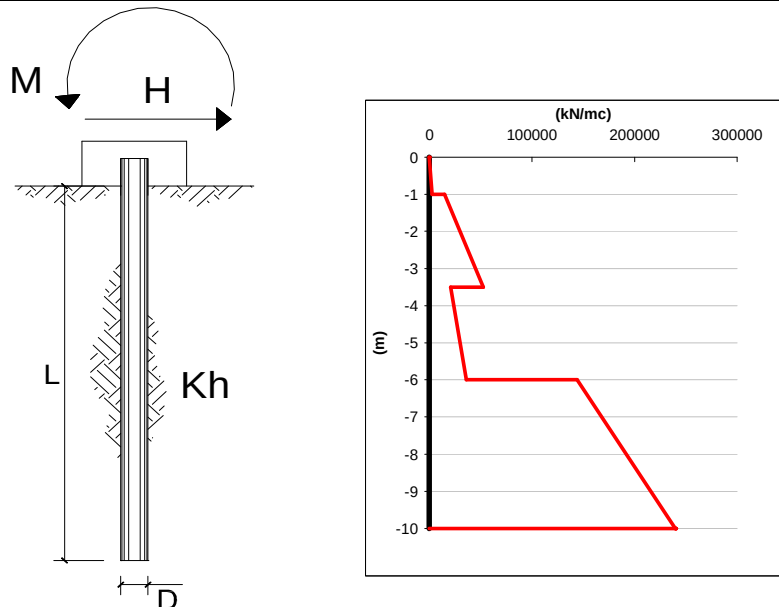
$$M_{rd} = 279 \text{ kNm}$$

$$I_R = 1,74$$

18.3.2 Verifica allo SLV

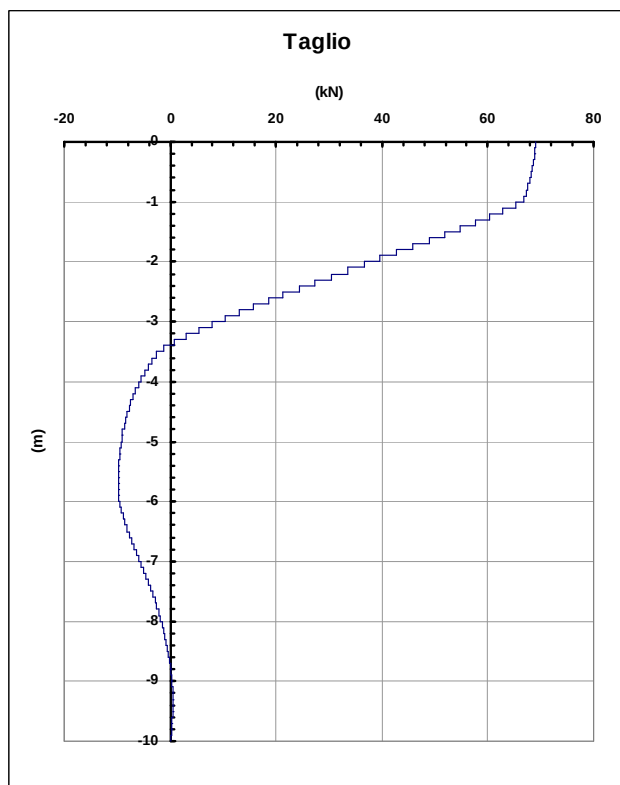
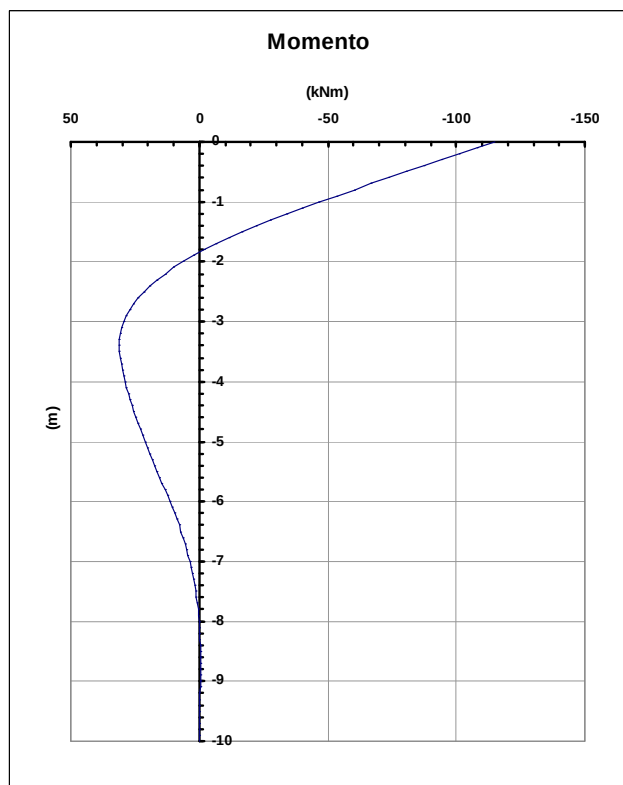
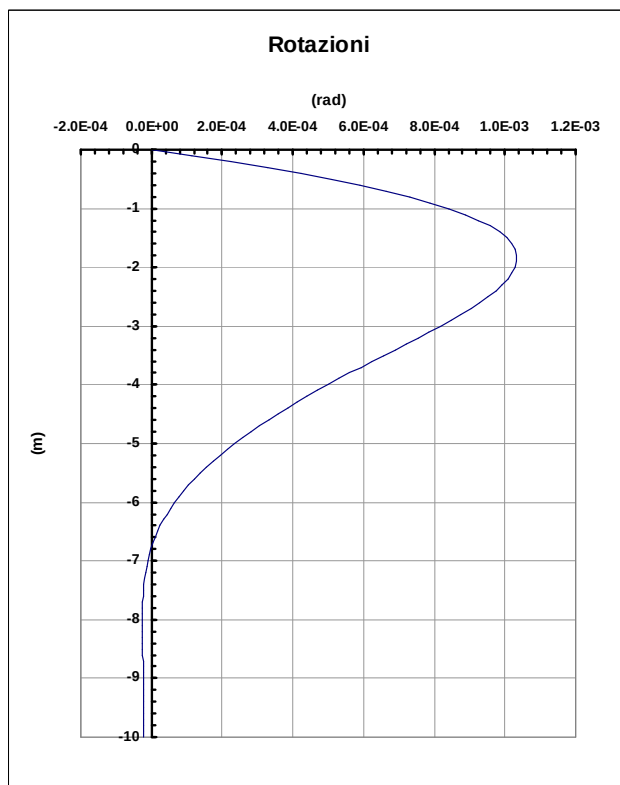
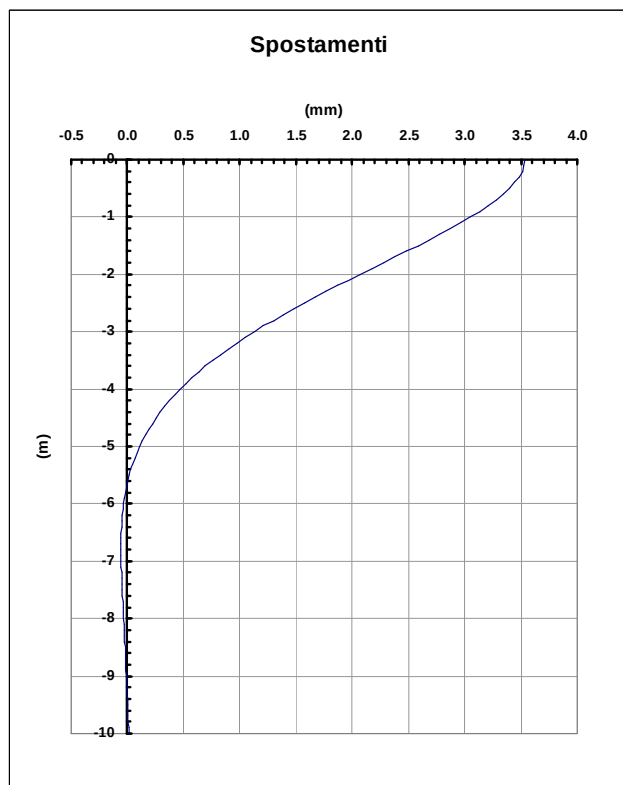
Si schematizzano di seguito le verifiche dei pali circolari in calcestruzzo armato di diametro 500 mm effettuate per la combinazione SLV più gravosa, ovvero quella corrispondente alla massima azione orizzontale agente in testa-palo.

$$V_{Sd,max} = 70 \text{ kN}$$



strati terreno	descrizione	quote (m)	k_h (kN/m ³)	n_h (kN/m ³)
p.c.=strato 1	Strato A	0.00	0	1500
☒ strato 2	Strato B	-1.00	0	7500
☒ strato 3	Strato C	-3.50	0	3000
☒ strato 4	Strato D	-6.00	0	12000
☒ strato 5		-10.00	0	12000
☐ strato 6				

Diametro del palo 0.5 (m)
 J palo 0.00307 (m⁴)
 Lunghezza del palo 10 (m)
 Forza orizzontale in testa 70 (kN)
 Momento in testa 105 (kNm)
 E cls 31220 (Mpa)
 dimensione elementi 0.1 (m)
☒ palo impedito di ruotare
☐ palo impedito di traslare
☐ palo libero

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE SLV V Nmax

$$M_{sd} = 140 \text{ kNm}$$

$$N_{sd} = -208 \text{ kN}$$

SEZIONE CIRCOLARE
ARMATURA
SOLLECITAZIONI

raggio (cm) 25
diffusa 12 ϕ 16
 $M_{sd} = 140 \text{ kNm}$
 $N_{sd} = -208 \text{ kN}$

INDICI DI RESISTENZA $M_{rd} = 202 \text{ kNm}$
 $I_R = 1,45$

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE SLV V Nmin

$$M_{Sd} = 140 \text{ kNm}$$

$$N_{Sd} = 135 \text{ kN}$$

SEZIONE CIRCOLARE	raggio (cm)	25
ARMATURA	diffusa	12 ϕ 16
SOLLECITAZIONI	$M_{sd} =$	140 kNm
	$N_{sd} =$	135 kN
INDICI DI RESISTENZA	$M_{rd} =$	145 kNm
	$I_R =$	1,05

18.3.3 Verifica a taglio

Per elementi con armature trasversali resistenti a taglio, la normativa al paragrafo 4.1.2.1.3.2 definisce la resistenza a taglio nel seguente modo:

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd})$$

dove:

V_{Rsd} è la resistenza di calcolo a "taglio trazione" offerta dall'armatura trasversale;

V_{Rcd} è la resistenza di calcolo a "taglio compressione" offerta dal calcestruzzo d'anima.

Le resistenze sopra citate vengono calcolate secondo le seguenti formule:

$$\text{resistenza di calcolo a "taglio trazione": } V_{Rsd} = 0,90 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\cot g\alpha + \cot g\theta) \cdot \sin \alpha;$$

$$\text{resistenza di calcolo a "taglio compressione": } V_{Rcd} = 0,90 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{(\cot g\alpha + \cot g\theta)}{(1 + \cot^2 g\theta)};$$

dove:

$d = 35 \text{ cm}$, corrispondente al lato del quadrato inscritto nella circonferenza

$b_w = 35 \text{ cm}$

$A_{sw} = \text{area armatura trasversale} = 2 \times 79 \text{ mm}^2 = \bullet \cdot 10 \text{ a } 2 \text{ braccia ogni } 10 \text{ cm per } 2,00 \text{ m a partire dalla testa palo};$

$\bullet \cdot 10 \text{ a } 2 \text{ bracci ogni } 20 \text{ cm per lo sviluppo restante.}$

$s = \text{interasse tra } 2 \text{ armature trasversali} = 100 \text{ mm}$

$f_{yd} = \text{valore di calcolo della tensione di snervamento} = 391,3 \text{ N/mm}^2$

$f'_{cd} = \text{è il valore della resistenza di calcolo a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima} = 7,62 \text{ N/mm}^2$

$\bullet_c = \text{coefficiente maggiorativo assunto a favore di sicurezza pari a } 1$

$\bullet = \text{inclinazione armatura trasversale} = 90^\circ$

$\bullet \cdot = \text{inclinazione puntoni di calcestruzzo} = 45^\circ$

Per cui:

$$V_{Rsd} = 0,90 \cdot 350 \cdot \frac{2 \cdot 79}{100} \cdot 391,3 \cdot (\cot g90^\circ + \cot g45^\circ) \cdot \sin 90^\circ \cdot 10^{-3} = 194 \text{ kN}$$

$$V_{Rcd} = 0,90 \cdot 350 \cdot 350 \cdot 1 \cdot 7,62 \cdot \frac{(\cot g90^\circ + \cot g45^\circ)}{(1 + \cot^2 g45^\circ)} \cdot 10^{-3} = 420 \text{ kN}$$

La verifica risulta quindi soddisfatta:

$$V_{Sd,max} = 119 \text{ kN} \leq V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd}) = 194 \text{ kN}$$

18.4 Verifica SLU al collasso per carichi trasversali

Secondo quanto indicato dalle NTC 2008 deve essere verificata la seguente disuguaglianza:

$$F_{tRd} \leq R_{tRd} \text{ , dove:}$$

F_{tRd} è il carico orizzontale massimo agente in testa al palo per la combinazione peggiorativa

R_{tRd} è la resistenza di progetto agli SLU del singolo palo

Tale resistenza deve essere calcolata con il seguente procedimento:

$$R_{tRd} = \frac{R_{tRk}}{\gamma_T} \text{ , dove:}$$

$$R_{tRk} = \frac{R_{tRcal}}{\xi} = \text{resistenza caratteristica ai carichi orizzontali}$$

γ_T = coefficiente di sicurezza parziale.

I coefficienti di sicurezza parziali da applicare alle resistenze caratteristiche sono forniti dalla tabella 6.4.VI delle NTC 2008:

Tabella 6.4.VI - Coefficienti parziali γ_T per le verifiche agli stati limite ultimi di pali soggetti a carichi trasversali.

COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
$\gamma_T=1,0$	$\gamma_T=1,6$	$\gamma_T=1,3$

$R_{tr,cal}$ rappresenta la resistenza di calcolo del palo ai carichi orizzontali H_{lim} valutata in accordo alla teoria proposta da Broms (1984).

Le ipotesi assunte da Broms sono le seguenti:

- Terreno omogeneo;
- Comportamento dell'interfaccia palo-terreno di tipo rigido-perfettamente plastico;
- la forma del palo è ininfluenza e l'interazione palo-terreno è determinata solo dalla dimensione caratteristica D della sezione del palo (il diametro per sezioni circolari, il lato per sezioni quadrate, etc.) misurata normalmente alla direzione del movimento;
- il palo ha comportamento rigido-perfettamente plastico, cioè si considerano trascurabili le deformazioni elastiche del palo.

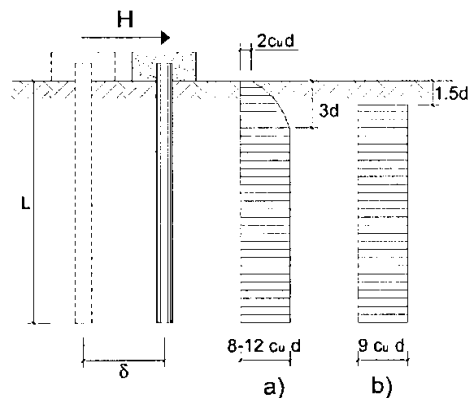
Questa ultima ipotesi comporta che il palo abbia solo moti rigidi finché non si raggiunge il momento di plasticizzazione M_y del palo. A questo punto si ha la formazione di una cerniera plastica in cui la rotazione continua indefinitamente con momento costante.

In accordo alla condizione di vincolo dei pali nei plinti di fondazione, il palo è considerato impedito di ruotare in testa.

Terreno a comportamento coesivo

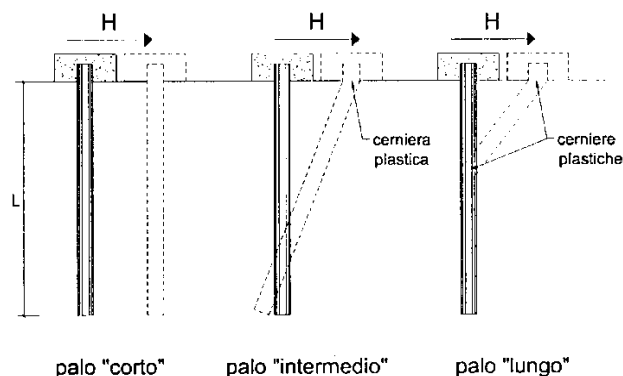
Il diagramma di distribuzione della resistenza p offerta dal terreno lungo il fusto del palo è quello riportato nella figura seguente (a). Broms adotta al fine delle analisi una distribuzione semplificata (b) con reazione nulla fino a $1.5 D$ e costante con valore $9 c_u D$ per profondità maggiori.

Nella figura sottostante è schematizzata la distribuzione di resistenza offerta dal terreno coesivo ai carichi orizzontali per pali impediti di ruotare alla testa.



I meccanismi di rottura del complesso palo-terreno sono condizionati dalla lunghezza del palo, dal momento di plasticizzazione della sezione e dalla resistenza esercitata dal terreno. I possibili meccanismi di rottura sono riportati nella figura seguente e sono solitamente indicati come "palo corto", "intermedio" e "lungo".

La figura seguente espone i meccanismi di rottura del complesso palo – terreno per carichi orizzontali a seconda della tipologia di pali.



Facendo ricorso a semplici equazioni di equilibrio ed imponendo la formazione di una cerniera plastica nelle sezioni che raggiungono un momento pari a M_y , è possibile calcolare il carico limite orizzontale corrispondente ai tre meccanismi di rottura:

$$H_{lim} = 9 \cdot c_u \cdot D^2 \cdot \left(\frac{L}{D} - 1,50 \right) \quad \text{palo corto}$$

$$H_{lim} = -9 \cdot c_u \cdot D^2 \cdot \left(\frac{L}{D} - 1,50 \right) + 9 \cdot c_u \cdot D^2 \cdot \sqrt{2 \cdot \left(\frac{L}{D} \right)^2 + \frac{4}{9} \cdot \frac{M_y}{c_u \cdot D^3} + 4,50} \quad \text{palo intermedio}$$

$$H_{lim} = -13,5 \cdot c_u \cdot D^2 + c_u \cdot D^2 \cdot \sqrt{182,25 \cdot \left(\frac{L}{D} \right)^2 + 36 \cdot \frac{M_y}{c_u \cdot D^3}} \quad \text{palo lungo}$$

Con riferimento ai casi in oggetto, il meccanismo di rottura è sempre quello di palo lungo.

Nel caso di palo scalzato e per il caso di palo lungo, il valore di H_{lim} si ottiene risolvendo il seguente sistema di equazioni:

$$H_{lim} = 9 \cdot c_u \cdot D \cdot (f - 1,50 \cdot D)$$

$$H_{lim} \cdot (d_s + f) - 4,50 \cdot c_u \cdot D \cdot (f - 1,50 \cdot D)^2 - 2 \cdot M_y = 0$$

essendo:

f = profondità della cerniera plastica dal piano di campagna

d_s = altezza della testa palo rispetto al piano di scalzamento

Terreno a comportamento incoerente

Per un terreno incoerente si assume che la resistenza opposta dal terreno alla traslazione del palo vari linearmente con la profondità con legge:

$$p = 3 \cdot k_p \cdot \gamma \cdot Z \cdot D$$

I valori del carico limite corrispondenti ai diversi meccanismi di rottura sono di seguito riportati:

$$H_{lim} = 1,50 \cdot k_p \cdot \gamma \cdot D^3 \cdot \left(\frac{L}{D}\right)^2 \quad \text{palo corto}$$

$$H_{lim} = \frac{1}{2} \cdot k_p \cdot \gamma \cdot D^3 \cdot \left(\frac{L}{D}\right)^2 + \frac{M_y}{L} \quad \text{palo intermedio}$$

$$H_{lim} = k_p \cdot \gamma \cdot D^3 \cdot \sqrt[3]{\left(3,676 \cdot \frac{M_y}{k_p \cdot \gamma \cdot D^4}\right)} \quad \text{palo lungo}$$

Nel caso di palo scalzato e per il caso di palo lungo, il valore di H_{lim} si ottiene risolvendo il seguente sistema di equazioni:

$$H_{lim} = 1,50 \cdot k_p \cdot \gamma \cdot D \cdot f^2$$

$$f^3 + 1,50 \cdot D \cdot f^2 - \left(\frac{2 \cdot M_y}{\gamma \cdot k_p \cdot D}\right) = 0$$

essendo:

f = profondità dal piano campagna della cerniera plastica.

Si verificano al collasso per carichi orizzontali i pali di fondazione secondo gli approcci definiti dalla normativa; il fattore di correlazione • • • per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate, definito in tabella 6.4.IV della normativa, è assunto pari a 1,70.

18.4.1 Approccio 2 Combinazione SLU (Vsd max):

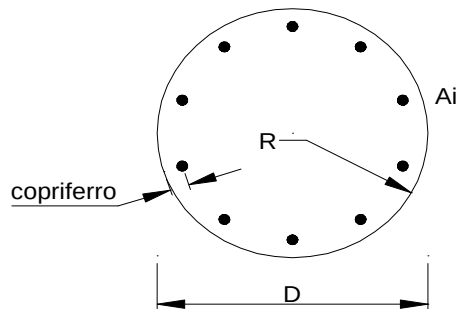
Si determina il momento di plasticizzazione del palo soggetto al carico assiale $N_{sd} = -303$ kN corrispondente alla azione tagliante massima

Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare

Diametro = 500 (mm)
 Raggio = 250 (mm)
 Sforzo Normale = 303 (kN)

Caratteristiche dei Materiali**calcestruzzo**

$R_{ck} = 30$ (N/mm²)
 $\gamma_{m,c} = 1.5$
 $\alpha = 0.8$
 $f_{cd} = R_{ck} / \gamma_c = 20.00$ (N/mm²)

**Acciaio**

tipo di acciaio B450C ▼
 $f_{yk} = 450$ (N/mm²)
 $\gamma_E = 1.00$
 $\gamma_S = 1.15$
 $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S / \gamma_E = 391.3$ (N/mm²)
 $E_s = 206000$ (N/mm²)
 $\epsilon_{ys} = 0.190\%$
 $\epsilon_{uk} = 1.111\%$
 $\epsilon_{ud} = 1.000\%$
 $\alpha = 0.9$

Armature

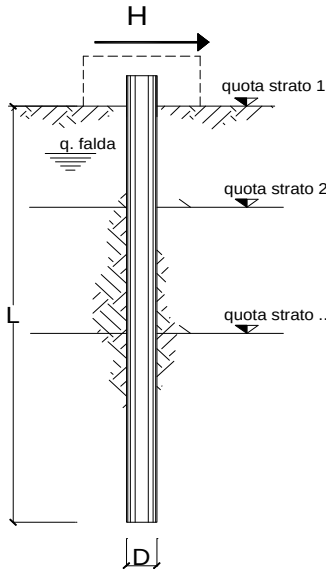
numero	diametro (mm)	area (mm ²)	copriferro (mm)
12	18	3053.63	50
6	20	1884.96	80
0	8	0.00	30

Momento di Plasticizzazione

$M_y = 326.4$ (kN m)

opera

Ponte ciclopedonale sul fiume Oglio



strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	φ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1	Strato A	0.00	18	9	27	2.66	
☒ strato 2	Strato B	-3.50	19	10	34	3.54	
☒ strato 3	Strato C	-6.00	18.5	9	32	3.25	
☒ strato 4	Strato D	-10.00	19	10	34	3.54	
☐ strato 5						1.00	
☐ strato 6						1.00	

Quota falda -0.5 (m)

Diametro del palo D 0.50 (m)

Lunghezza del palo L 10.00 (m)

Momento di plasticizzazione palo M_y 326.4 (kNm)

Step di calcolo 0.01 (m)

☒ palo impedito di ruotare☐ palo libero

Palo lungo H = 287.3 (kN)

Palo intermedio H = 688.6 (kN)

Palo corto H = 2464.6 (kN)

Hlim = 287.3 (kN) Palo lungo

$$R_{tRd} = \frac{R_{tRcaI}}{\gamma_t \cdot \xi} = \frac{287}{1,30 \cdot 1,70} = 129 \text{ kN} \geq 119 \text{ kN}$$

18.4.2 Approccio 2 Combinazione SLU (Vsd con Nsd trazione):

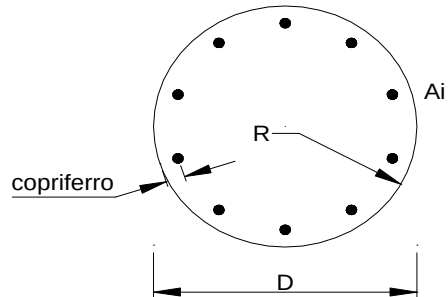
Si determina il momento di plasticizzazione del palo soggetto alla massima azione di trazione assiale $N_{sd} = 135 \text{ kN}$ e si valuta la resistenza alla corrispondente azione tagliante $V_{sd} = 83 \text{ kN}$

Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare

Diametro = 500 (mm)
 Raggio = 250 (mm)
 Sforzo Normale = -135 (kN)

Caratteristiche dei Materiali**calcestruzzo**

$R_{ck} = 30 \text{ (N/mm}^2\text{)}$
 $\gamma_{m,c} = 1.5$
 $\alpha = 0.8$
 $f_{cd} = R_{ck} / \gamma_c = 20.00 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

**Acciaio**

tipo di acciaio | B450C ▼

$f_{yk} = 450 \text{ (N/mm}^2\text{)}$
 $\gamma_E = 1.00$
 $\gamma_S = 1.15$
 $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S / \gamma_E = 391.3 \text{ (N/mm}^2\text{)}$
 $E_s = 206000 \text{ (N/mm}^2\text{)}$
 $\epsilon_{ys} = 0.190\%$
 $\epsilon_{uk} = 1.111\%$
 $\epsilon_{ud} = 1.000\%$
 $\alpha = 0.9$

Armature

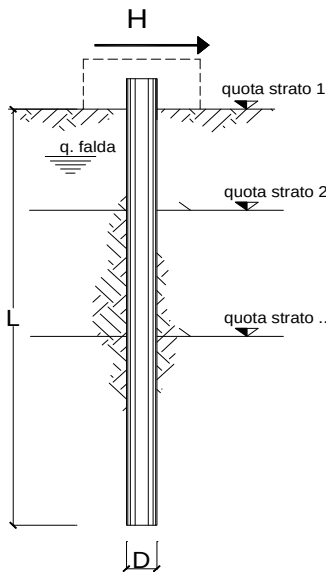
numero	diametro (mm)	area (mm ²)	copriferro (mm)
12	φ 18	3053.63	50
6	φ 20	1884.96	80
0	φ 8	0.00	30

Momento di Plasticizzazione

$M_y = 286.4 \text{ (kN m)}$

opera

Ponte ciclopedonale sul fiume Oglio



strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	φ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1	Strato A	0.00	18	9	27	2.66	
☒ strato 2	Strato B	-3.50	19	10	34	3.54	
☒ strato 3	Strato C	-6.00	18.5	9	32	3.25	
☒ strato 4	Strato D	-10.00	19	10	34	3.54	
☐ strato 5						1.00	
☐ strato 6						1.00	

Quota falda -0.5 (m)

Diametro del palo D 0.50 (m)

Lunghezza del palo L 10.00 (m)

Momento di plasticizzazione palo M_y 286.4 (kNm)

Step di calcolo 0.01 (m)

☒ palo impedito di ruotare☐ palo libero

Palo lungo H = 263.7 (kN)

Palo intermedio H = 680.9 (kN)

Palo corto H = 2464.6 (kN)

Hlim = 263.7 (kN)

Palo lungo

$$R_{tRd} = \frac{R_{tRcal}}{\gamma_t \cdot \xi} = \frac{263}{1,30 \cdot 1,70} = 119 \text{ kN} \geq 69 \text{ kN}$$

18.4.3 Approccio 2 Combinazione SLV

Si determina il momento di plasticizzazione del palo soggetto al carico assiale $N_{sd} = -208$ kN corrispondente alla azione tagliante massima per le combinazioni SLV

Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare

Diametro = 500 (mm)
 Raggio = 250 (mm)
 Sforzo Normale = 208 (kN)

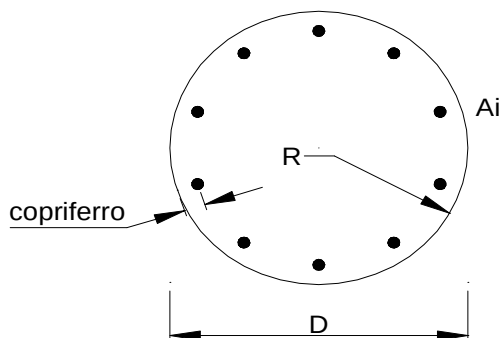
Caratteristiche dei Materiali**calcestruzzo**

$R_{ck} = 30$ (N/mm²)

$\gamma_{m,c} = 1.5$

$\alpha = 0.8$

$f_{cd} = R_{ck} / \gamma_c = 20.00$ (N/mm²)

**Acciaio**

tipo di acciaio B450C ▼

$f_{yk} = 450$ (N/mm²)

$\gamma_E = 1.00$

$\gamma_S = 1.15$

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S / \gamma_E = 391.3$ (N/mm²)

$E_s = 206000$ (N/mm²)

$\epsilon_{ys} = 0.190\%$

$\epsilon_{uk} = 1.111\%$

$\epsilon_{ud} = 1.000\%$

$\alpha = 0.9$

Armature

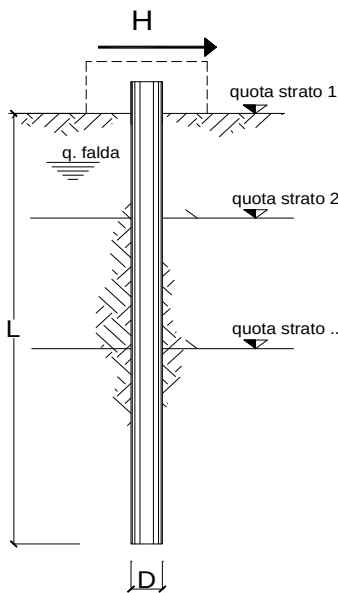
numero	diametro (mm)	area (mm ²)	copriferro (mm)
12	φ 18	3053.63	50
6	φ 20	1884.96	80
0	φ 8	0.00	30

Momento di Plasticizzazione

$M_y = 318.8$ (kN m)

opera

Ponte ciclopedonale sul fiume Oglio



strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	ϕ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1	Strato A	0.00	18	9	27	2.66	
☒ strato 2	Strato B	-3.50	19	10	34	3.54	
☒ strato 3	Strato C	-6.00	18.5	9	32	3.25	
☒ strato 4	Strato D	-10.00	19	10	34	3.54	
☐ strato 5						1.00	
☐ strato 6						1.00	

Quota falda -0.5 (m)
 Diametro del palo D 0.50 (m)
 Lunghezza del palo L 10.00 (m)
 Momento di plasticizzazione palo My 318.8 (kNm)
 Step di calcolo 0.01 (m)

☒ palo impedito di ruotare
☐ palo libero

Palo lungo H = 283.4 (kN)
 Palo intermedio H = 688.6 (kN)
 Palo corto H = 2464.6 (kN)

Hlim = 283.4 (kN) Palo lungo

$$R_{tRd} = \frac{R_{tRcaI}}{\gamma_t \cdot \xi} = \frac{283}{1,30 \cdot 1,70} = 128 \text{ kN} \geq 70 \text{ kN}$$

18.4.4 Approccio 2 Combinazione SLV

Si determina il momento di plasticizzazione del palo soggetto al carico assiale di trazione $N_{sd} = 135$ kN a corrispondente un'azione tagliante pari a 60 kN

Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare

Diametro = 500 (mm)

Raggio = 250 (mm)

Sforzo Normale = -135 (kN)

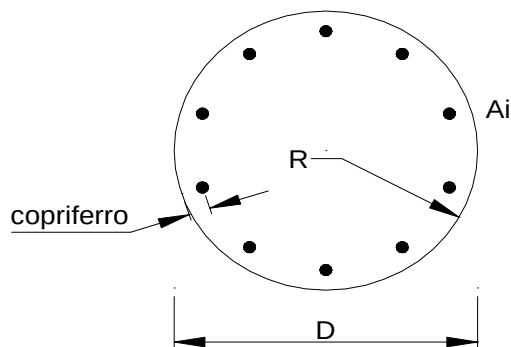
Caratteristiche dei Materiali**calcestruzzo**

$R_{ck} = 30$ (N/mm²)

$\gamma_{m,c} = 1.5$

$\alpha = 0.8$

$f_{cd} = R_{ck} / \gamma_c = 20.00$ (N/mm²)

**Acciaio**

tipo di acciaio B450C ▼

$f_{yk} = 450$ (N/mm²)

$\gamma_E = 1.00$

$\gamma_S = 1.15$

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S / \gamma_E = 391.3$ (N/mm²)

$E_s = 206000$ (N/mm²)

$\epsilon_{ys} = 0.190\%$

$\epsilon_{uk} = 1.111\%$

$\epsilon_{ud} = 1.000\%$

$\alpha = 0.9$

Armature

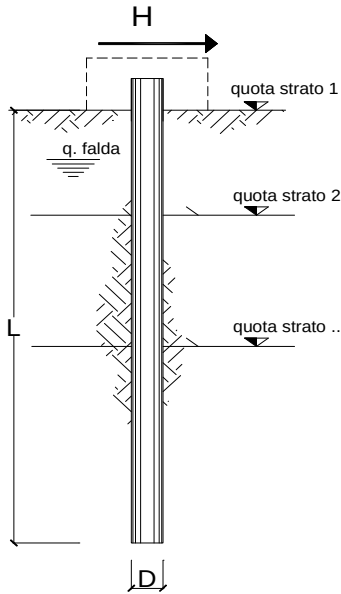
numero	diametro (mm)	area (mm ²)	copriferro (mm)
12	φ 18	3053.63	50
6	φ 20	1884.96	80
0	φ 8	0.00	30

Momento di Plasticizzazione

$M_y = 286.4$ (kN m)

opera

Ponte ciclopedonale sul fiume Oglio



strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	ϕ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1	Strato A	0.00	18	9	27	2.66	
☒ strato 2	Strato B	-3.50	19	10	34	3.54	
☒ strato 3	Strato C	-6.00	18.5	9	32	3.25	
☒ strato 4	Strato D	-10.00	19	10	34	3.54	
☐ strato 5						1.00	
☐ strato 6						1.00	

Quota falda -0.5 (m)
 Diametro del palo D 0.50 (m)
 Lunghezza del palo L 10.00 (m)
 Momento di plasticizzazione palo My 286.4 (kNm)
 Step di calcolo 0.01 (m)

☒ palo impedito di ruotare
☐ palo libero

Palo lungo H = 263.7 (kN)
 Palo intermedio H = 680.9 (kN)
 Palo corto H = 2464.6 (kN)

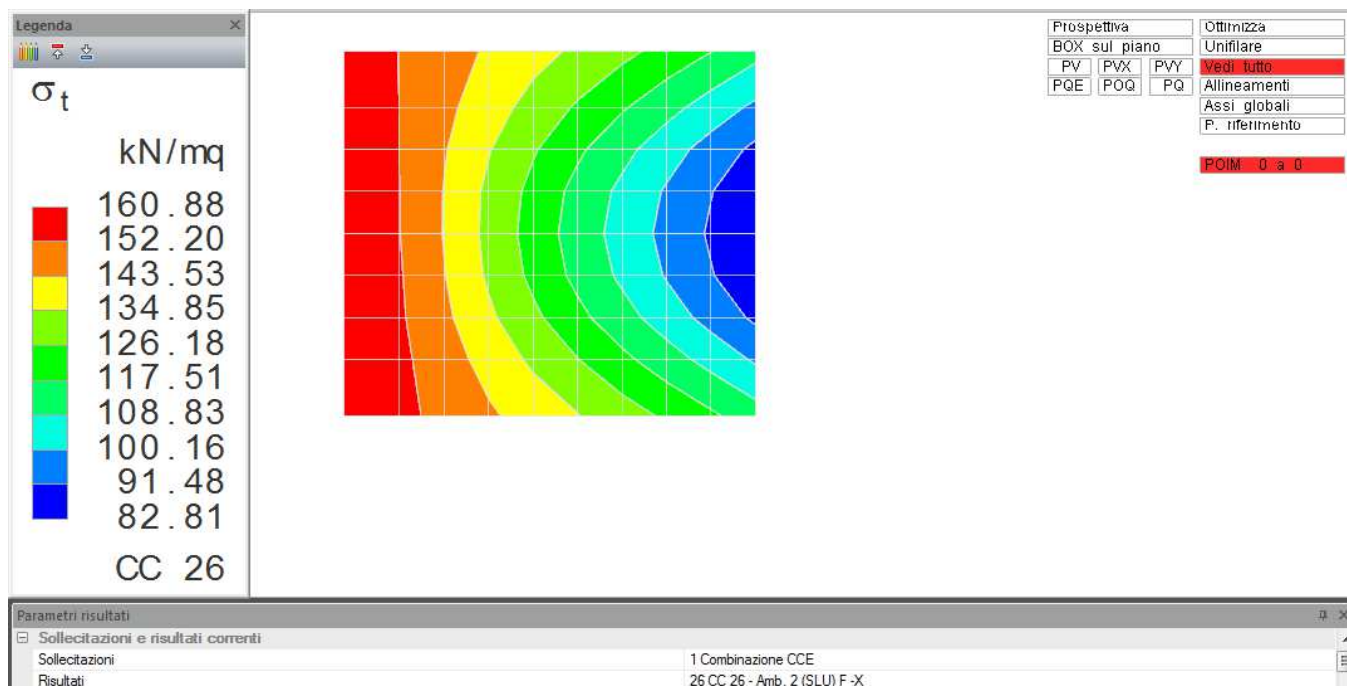
Hlim = 263.7 (kN) Palo lungo

$$R_{tRd} = \frac{R_{tRcal}}{\gamma_t \cdot \xi} = \frac{263}{1.30 \cdot 1.70} = 119 \text{ kN} \geq 60 \text{ kN}$$

19 VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE SPALLE RAMPE ACCESSO

Le spalle delle rampe di accesso presentano fondazioni di tipo diretto costituite da una platea di lunghezza pari a 4,80 m , larghezza pari a 4,04 e spessore di 40 cm. La quota di imposta della fondazione dal piano campagna è pari -0,85 m nel livello tipo A.

Di seguito si riporta la rappresentazione della pressione sul terreno per la condizione di carico allo SLU.



Fondazioni Dirette
Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q \cdot \theta \cdot 0,5 \cdot B \cdot N \cdot s \cdot d \cdot i \cdot b \cdot g$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = M_b/N$)

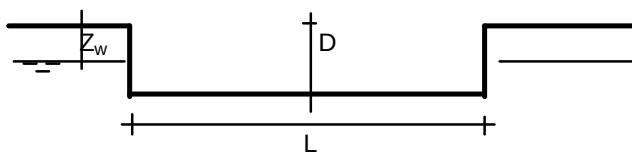
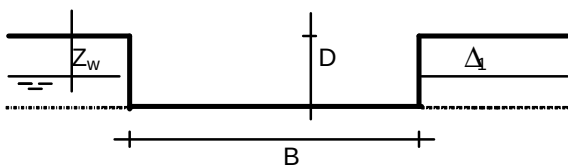
e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = M_l/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

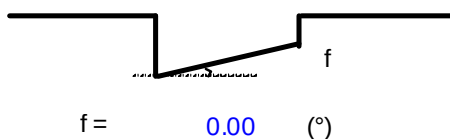
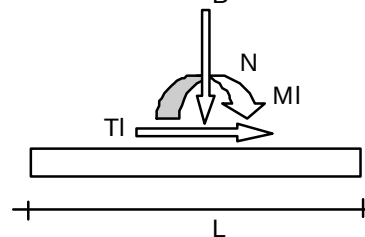
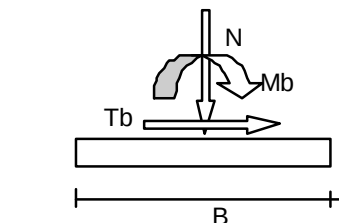
(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

			coefficienti parziali				
			azioni		proprietà del terreno		resistenze
Metodo di calcolo			permanenti	temporanee variabili	$\tan \phi$	c'	q_{lim}
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	○	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M2+R2	○	1.00	1.30	1.25	1.25	1.80
	SISMA	○	1.00	1.00	1.25	1.25	1.80
	A1+M1+R3	○	1.30	1.50	1.00	1.00	2.30
	SISMA	○	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30
Tensioni Ammissibili			1.00	1.00	1.00	1.00	3.00
Definiti dal Progettista			1.00	1.00	1.00	1.00	2.30
							1.10

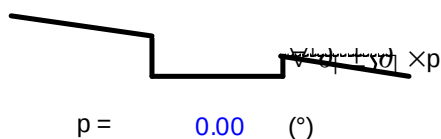


(Per fondazione nastriforme L = 100 m)

B = 4.04 (m)
 L = 4.80 (m)
 D = 0.85 (m)



f = 0.00 (°)



p = 0.00 (°)

AZIONI			
	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	2483.00		2483.00
Mb [kNm]	0.00		0.00
MI [kNm]	635.00		635.00
Tb [kN]	0.00		0.00
TI [kN]	0.00		0.00
H [kN]	0.00	0.00	0.00

Peso unità di volume del terreno

$$\gamma_1 = 18.00 \quad (\text{kN/mc})$$

$$\gamma = 18.00 \quad (\text{kN/mc})$$

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$$c' = 0.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\phi' = 27.00 \quad (^\circ)$$

Valori di progetto

$$c' = 0.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\phi' = 27.00 \quad (^\circ)$$

Profondità della falda

$$Z_w = 10.00 \quad (\text{m})$$

$$e_B = 0.00 \quad (\text{m})$$

$$e_L = 0.26 \quad (\text{m})$$

$$B^* = 4.04 \quad (\text{m})$$

$$L^* = 4.29 \quad (\text{m})$$

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 15.30 \quad (\text{kN/mq})$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 18.00 \quad (\text{kN/mc})$$

Nc, Nq, N γ : coefficienti di capacità portante

$$N_q = \tan^2(45 + \phi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \phi')}$$

$$N_q = 13.20$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \phi'$$

$$N_c = 23.94$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \phi'$$

$$N_\gamma = 14.47$$

s_c, s_q, s_γ : fattori di forma

$$s_c = 1 + B^* N_q / (L^* N_c)$$

$$s_c = 1.52$$

$$s_q = 1 + B^* \tan \varphi' / L^*$$

$$s_q = 1.48$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 B^* / L^*$$

$$s_\gamma = 0.62$$

 i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.51 \quad \theta = \arctg(T_b/T_l) = 90.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.49 \quad m = 1.51 \quad (-)$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastriforme e $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri casi)

$$i_q = (1 - H/(N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^m$$

$$i_q = 1.00$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q)/(N_q - 1)$$

$$i_c = 1.00$$

$$i_\gamma = (1 - H/(N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 1.00$$

 d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di appoggio

per $D/B^* \leq 1$; $d_q = 1 + 2 D \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2 / B^*$

per $D/B^* > 1$; $d_q = 1 + (2 \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2) * \arctan (D / B^*)$

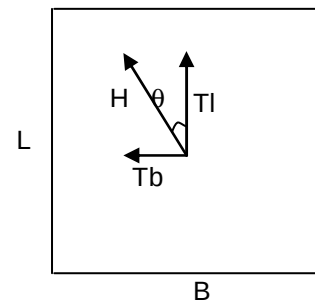
$$d_q = 1.06$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$d_c = 1.07$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$



b_c, b_q, b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan \varphi')^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1.00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$b_c = 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1.00$$

 g_c, g_q, g_γ : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan \beta_p)^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1.00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$g_c = 1.00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 645.85 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 143.31 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 280.8 \geq q = 143.31 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Cremona, 13 ottobre 2014

Il Progettista
Dott. Ing. Giuseppe Cimini