

Via San Glisente n° 14, Berzo Inferiore (Bs)
cell 3477345891
mail gabriele.scalvinoni@libero.it

ARCHITETTO
GABRIELE
SCALVINONI

Via Fa n° 2, Losine (Bs)
cell 3477873956
mail g.bersani@tin.it

ARCHITETTO
GABRIELE
BERSANI

FONDO PER LO SVILUPPO DEI COMUNI DI CONFINE
(D.p.c.m. 14 Gennaio 2011)



Comune di Ceto
Provincia di Brescia

PROGETTO ESECUTIVO
PER LAVORI DI RIQUALIFICAZIONE DELL'AREA
ADIACENTE IL CAMPO SPORTIVO DI CETO
CON REALIZZAZIONE STRUTTURA DA ADIBIRE
A SPAZIO FESTE, COMPLETAMENTO EDIFICIO
EX MUNICIPIO DA ADIBIRE A SEDE DELLE
ASSOCIAZIONI E MANUTENZIONE STRAORDINARIA
CON INCREMENTO DELL'EFFICIENZA
ENERGETICA DELLA PALESTRA COMUNALE

committenza

Comune di Ceto
Via G. Marconi n° 8, Ceto (Bs)

progettazione

Arch. Gabriele Scalvinoni - Berzo Inferiore (Bs)
Arch. Gabriele Bersani - Losine (Bs)

direzione lavori

-

esecuzione lavori

-

INTERVENTO A
STRUTTURE:
RELAZIONE DI CALCOLO

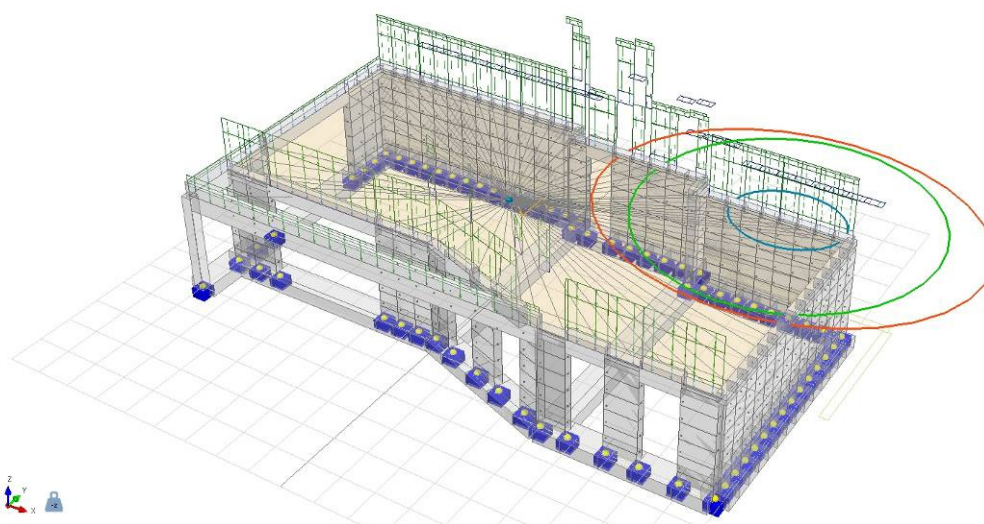
scala
INDICATA

data
01.2017

allegato
D.A01

Indice

1. Premessa
 2. Descrizione opera
 3. Dati generali relativi alla struttura
 4. Riferimenti legislativi
 5. Parametri dei materiali utilizzati
 6. Procedure di accettazione
 7. Caratteristiche di durabilità
 8. Metodi di verifica e caratteristiche del codice di calcolo
 9. Combinazioni di carico
 10. Azione sismica
 11. TRAVE DI FONDAZIONE TF.01
 12. TRAVE DI FONAZIONE TF-08
 13. TRAVE DI FONDAZIONE TF-14
 14. TRAVE DI FONDAZIONE TF-15
 15. TRAVE TR-01
 16. TRAVE TR-06
 17. TRAVE TR-08
 18. SETTO 1
 19. SETTO 4
 20. SETTO 12
 21. SETTO 13
 22. SETTO 17
- Conclusione
- Grafici
- MURO DI SOSTEGNO



1. Premessa

Il presente elaborato costituisce la relazione di calcolo strutturale, comprensiva di una descrizione generale dell'opera e dei criteri generali di analisi e verifica, in accordo con le prescrizioni contenute nel paragrafo 10.1 del Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni". Relativamente al progetto in oggetto il documento descrive in particolare le modalità operative di applicazione della normativa vigente.

Le fasi di progetto, analisi, calcolo e verifica sono state svolte a "regola d'arte" dal progettista, secondo i dettami della scienza e tecnica delle costruzioni. Per verificare gli elementi strutturali e le sezioni sollecitate dalle azioni di modello ed al fine di garantire la sicurezza della costruzione è stato utilizzato il metodo agli stati limite, rispettando le prescrizioni previste dalle normative di riferimento elencate nel documento. Si riporta di seguito in proposito l'insieme delle verifiche strutturali, atte a garantire la resistenza ed il comportamento della struttura sia in condizioni di esercizio che sotto l'azione di eventi di carico straordinari.

Secondo le indicazioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 la relazione di calcolo riporta infine una sezione relativa alle analisi svolte con l'ausilio di codici di calcolo automatico, al fine di facilitare l'interpretazione e la verifica dei calcoli svolti e di consentire elaborazioni indipendenti da parte di soggetti diversi dal redattore del documento.

2. Descrizione dell'opera

Realizzazione di nuovo fabbricato ad un solo piano con struttura costituita da setti e muri in c.a., solaio in lastre prefabbricate e solette piene in c.a. La parte posteriore del fabbricato è controterra ed è presente un cavedio aerato.

Superficie lorda in pianta: 150 mq

Altezza strutturale (da piano fondazione ad estradosso solaio): 3.80 m

Luce massima delle travi: 11.30 m

Luce netta massima dei solai: 6.95 m

Luce massima delle strutture a sbalzo: 1.10 m

3 Dati generali

In questo paragrafo si riportano le caratteristiche generali relative all'opera, alla località di ubicazione ed i dati anagrafici dei soggetti coinvolti nell'intervento.

3.1 Caratteristiche

Nome Progetto:

Tipologia opera:

Tipologia di intervento:

Normativa di riferimento: Stati limite Norme Tecniche 2008

Tipo di analisi: Statica equivalente

Classe d'uso dell'edificio: II

Numero di pratica:

Numero di variante:

3.2 Località

Descrizione area:

Comune: CETO

Provincia: BRESCIA

Longitudine: 10,351697°

Latitudine: 46,003215°

Altitudine: 460 mslm

Indirizzo:

3.3 Dati per analisi sismica

Vita nominale della struttura: 50 anni

Zona Sismica: 0

3.4 Soggetti coinvolti

Progettista strutture:

Progettista opera:

Impresa:

Proprietà:

Progettista architettonico:

Direttore Lavori:

Committente:

Collaudatore:

4. Riferimenti normativi

I calcoli della presente relazione fanno riferimento alla normativa vigente ed in particolare:

Normativa nazionale

- *Decreto Ministeriale 14 Gennaio 2008*
"Norme Tecniche per le Costruzioni 2008", pubblicato sul S.O. n° 30 alla G.U. n° 29 del 4 febbraio 2008.
- *Circolare 2 febbraio 2009, n. 617*
"Circolare applicativa delle NTC2008 D.M. 14.01.2008 - Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. (GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27)"

Regione Lombardia

- *D.G.R. 11 luglio 2014 n. X/2129 - Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)*
- *Legge Regionale 12 ottobre 2015 – n. 33 – Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche*
- *La D.G.R. al punto "6. Autorizzazione sismica" delle LINEE DI INDIRIZZO E COORDINAMENTO DI CUI ALL'ART. 3, COMMA 1, DELLA L.R. 33/2015 che "Gli interventi di cui all'art. 5 della L.R.33/2015, relativi ad opere pubbliche o private localizzate nelle zone definite ad alta sismicità, comprese le varianti in corso d'opera e le sopraelevazioni, sono soggetti ad autorizzazione sismica, ai sensi dell'art.8 della stessa legge regionale.*
- *D.g.r. 30 marzo 2016 - n. X/5001 - Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica (artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della l.r. 33/2015)*

Le norme dette si debbono in tal caso applicare integralmente, salvo per i materiali e i prodotti, le azioni e il collaudo statico, per i quali valgono le prescrizioni riportate nelle norme tecniche del 2008.

5. I Materiali

I materiali ed i prodotti ad uso strutturale, utilizzati nelle opere oggetto della presente relazione, rispondono ai requisiti indicati dal capitolo 11 del Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni". Questi sono stati identificati univocamente dal produttore, qualificati sotto la sua responsabilità ed accettati dal direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.

Sulla base delle verifiche effettuate in sito ed in conformità alle disposizioni normative vigenti si prevede per la realizzazione del progetto in analisi l'adozione dei materiali di seguito descritti.

Calcestruzzo	
Nome: C25/30 Classe di resistenza: C25/30 Descrizione:	Tipologia del materiale: calcestruzzo
Caratteristiche del calcestruzzo	
Densità ρ : 2 453 daN/m ³ Resistenza caratteristica cilindrica a compressione f_{ck} : 249,0 daN/cm ² Resistenza media a trazione semplice f_{ctm} : 25,6 daN/cm ² Resistenza caratt. trazione semplice, frattile 5% $f_{ctk,5}$: 17,9 daN/cm ² Modulo Elastico E_{cm} : 300 450,9 daN/cm ² Coefficiente di dilatazione termica lineare α_t : 1E-05 Coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo γ_c : 1,5 Resistenza a trazione di progetto, frattile 5% $f_{ctd,5}$: 11,9 daN/cm ²	Resistenza caratteristica cubica a compressione R_{ck} : 300,0 daN/cm ² Resistenza cilindrica media f_{cm} : 329,0 daN/cm ² Resistenza media a flessione f_{cfm} : 30,7 daN/cm ² Resistenza caratt. trazione semplice, frattile 95% $f_{ctk,95}$: 33,3 daN/cm ² Coefficiente di Poisson ν : 0,20 Coefficiente correttivo per la resistenza a compressione α_{cc} : 0,85 Resistenza a compressione di progetto f_{cd} : 141,1 daN/cm ² Resistenza a trazione di progetto, frattile 95% $f_{ctd,95}$: 22,2 daN/cm ²

Acciaio per cemento armato	
Nome: B450C Descrizione:	Tipologia del materiale: acciaio per cemento armato
Caratteristiche dell'acciaio	
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} : 4 500,0 daN/cm ² Modulo elastico E_S : 2 060 000,0 daN/cm ² Allungamento sotto carico massimo A_{gt} : 67,5 % Coefficiente di omogeneizzazione n : 15	Coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio γ_s : 1,15 Densità ρ : 7 652 daN/m ³ Tensione ammissibile σ_s : 2 600,0 daN/cm ²

6. Prove di accettazione

In questo paragrafo si riportano alcune indicazioni sui materiali impiegati per la realizzazione della costruzione al fine di garantire in fase di progetto la qualità e la resistenza degli stessi con riferimento a quanto richiesto nei capitoli 2 e 11 delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2008. Si forniscono in particolare importanti indicazioni in merito alle prove di accettazione del calcestruzzo, fornendo una stima del numero minimo di prelievi da effettuare per rendere attendibile la prova. E' compito del direttore dei lavori, rispetto ai criteri di accettazione dei materiali da costruzione, acquisire e verificare la documentazione di qualificazione e la marcatura CE dei materiali.

Controlli di qualità del calcestruzzo

Prelievo dei campioni

La seguente indicazione è una stima preventiva del numero di prelievi minimi di calcestruzzo da eseguire per attestare le caratteristiche dei materiali in uso; sarà compito del Direttore dei Lavori attestare che il prelievo di calcestruzzo sia effettuato in sua presenza, o in presenza di una persona da lui incaricata, e che siano così preparati i provini necessari in conformità a quanto prescritto dalle norme UNI EN 12390-1: 2002 e UNI EN 12390-2: 2002.

Classe	Quantità [m ³]	n° prelievi	Rck [daN/cm ²]
Non presenti			

Controllo di tipo A (§ 11.2.5.1 delle NTC 2008)

Il controllo di tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m³. Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m³ di getto di miscela omogenea. Ne risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m³ di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo. Nelle costruzioni con meno di 100 m³ di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

Controllo di tipo B (§ 11.2.5.2 delle NTC 2008)

Nella realizzazione di opere strutturali che richiedano l'impiego di più di 1500 m³ di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B). Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m³ di calcestruzzo. Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno un prelievo, e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 m³. Se si eseguono controlli statistici accurati, l'interpretazione dei risultati sperimentali può essere svolta con i metodi completi dell'analisi statistica assumendo anche distribuzioni diverse dalla normale. Si deve individuare la legge di distribuzione più corretta ed il valor medio unitamente al coefficiente di variazione (rapporto tra deviazione standard e valore medio). In questo caso la resistenza minima di prelievo R1 dovrà essere maggiore del valore corrispondente al frattile inferiore 1%.

Per calcestruzzi con coefficiente di variazione (s / R_m con s scarto quadratico medio e R_m resistenza media dei prelievi) superiore a 0,15 occorrono controlli più accurati, integrati con prove complementari di cui al §11.2.6 delle NTC 2008. Non sono accettabili calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,3.

Controllo della resistenza del calcestruzzo in opera

Al fine di validare, ma non sostituire, le prove di accettazione effettuate vengono riportate le prove previste per il calcestruzzo in opera.

L'analisi e la progettazione dell'opera non hanno alcun riferimento a elementi strutturali in cemento armato esistenti. Pertanto non viene prevista alcuna prova per il calcestruzzo in opera.

Prove complementari

Vengono qui riportate anche le prove eseguite per condizioni particolari di utilizzo e di messa in opera del calcestruzzo.

In fase progettuale non viene definita, né prevista, alcuna prova complementare di resistenza rispetto alle prove di accettazione del calcestruzzo già indicate.

7. Durabilità

Per garantire il requisito di durabilità delle strutture in calcestruzzo armato ordinario, esposte all'azione dell'ambiente, si delineano qui di seguito le condizioni ambientali del sito dove sorgerà la costruzione. Tali condizioni possono essere suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato nella Tab. 4.1.III delle NTC 2008, con riferimento alle classi di esposizione definite nelle Linee Guida per il calcestruzzo strutturale emesse dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Prospetto delle classi di esposizione in funzione delle condizioni ambientali (riferimento a UNI EN 206-1)

X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo e disgelo o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici: in ambiente molto asciutto
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato
XC2	Bagnato, raramente asciutto
XC3	Umidità moderata
XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato
XD1	Umidità moderata
XD2	Bagnato, raramente asciutto
XD3	Ciclicamente asciutto e bagnato
XS1	Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua
XS2	Permanentemente sommerso
XS3	Zone esposte agli spruzzi oppure alla marea
XF1	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante
XF2	Moderata saturazione d'acqua in presenza di agente disgelante
XF3	Elevata saturazione d'acqua in assenza di agente disgelante
XF4	Elevata saturazione d'acqua con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare
XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1
XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1
XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1

Facendo riferimento a quanto indicato negli estratti normativi per l'individuazione e la classificazione delle condizioni ambientali, il sito di realizzazione dell'opera è classificabile come XC1.

L'opera infatti non è influenzata da particolari condizioni idrologiche e le parti strutturali in cemento armato risultano sufficientemente schermate in misura delle variazioni termogrometriche previste.

In termini di protezione contro la corrosione delle armature metalliche l'ambiente è quindi definito come 'Ordinario'.

Copriferro minimo e regole di maturazione.

In fase di progetto vengono quindi prescritti, ai fini della durabilità dell'opera, i valori di copri ferro minimo e le regole di maturazione del calcestruzzo impiegato.

Eventuali prove di durabilità

Vengono inoltre previste le seguenti prove di penetrazione agli agenti aggressivi e di permeabilità, secondo quanto prescritto dalla norma UNI EN 12390-8: 2002.

In fase progettuale non viene definita alcuna prova specifica di durabilità. La previsione di queste prove e la definizione attuativa delle stesse viene demandata al tecnico eventualmente incaricato di effettuarle, nelle modalità e con la definizione tecnologica più appropriata definibili al momento dell'incarico.

8. Caratteristiche dell'Analisi e del Codice di Calcolo

L'analisi strutturale del progetto e le relative verifiche effettuate sono state condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. In conformità con quanto richiesto dalle NTC 2008 § 10.2 si riportano di seguito le caratteristiche riguardanti la tipologia di analisi svolta ed il codice di calcolo utilizzato.

8.1 Analisi svolta

Tipo di analisi svolta	
Metodo numerico adottato	Metodo di calcolo agli elementi finiti
Solutore ad elementi finiti adottato	Xfinest di Harpaceas
Metodo di verifica	

8.2 Origine e Caratteristiche del Codice di Calcolo

Software	TRAVILOG TITANIUM 3 17
Autore, produttore e distributore	Logical Soft s.r.l – via Garibaldi 253, 20033 Desio (MB)
Solutore ad elementi finiti adottato	Xfinest di Harpaceas

8.3 Caratteristiche dell'Elaboratore

Sistema Operativo	Sistema Operativo Nome: Microsoft Windows XP Professional Versione: 5.1.2600.196608 RAM: 3327 MByte
Processore	Processore computer Tipo CPU: Intel(R) Core(TM)2 Duo CPU E6750 @ 2.66GHz x86 Family 6 Model 15 Stepping 11 Velocità CPU: 2133 MHz
Scheda Video	Scheda grafica Descrizione: ASUS EAH5450 Series Versione Driver: 6.14.10.7101 Modalità video: 1920 x 1080 x 4294967296 colori Processore video: ATI display adapter (0x68F9) Accelerazione: sconosciuta RAM: 1 024 MByte

(cfr. NTC2008 - § 10.2)

Descrizione del codice di calcolo

In questo paragrafo si fornisce un inquadramento teorico relativo alle metodologie di calcolo ed all'impostazione generale impiegata nel software di calcolo ad elementi finiti *TRAVILOG TITANIUM 3*, utilizzato nella modellazione della struttura.

Codice di calcolo

Il codice di *TRAVILOG TITANIUM 3* è stato sviluppato da Logical Soft s.r.l. in linguaggio Visual Studio 2008 e .Net Framework 2.0 e non può essere modificato o manipolato dall'utente. In allegato alla relazione si accludono alcuni test effettuati al fine di certificare l'affidabilità del codice di calcolo relativamente ad alcuni semplici casi prova, riportando analisi teorica, soluzione fornita da *TRAVILOG TITANIUM 3* ed altro codice di calcolo di confronto. Il solutore a elementi finiti utilizzato dal programma è Xfinest 8.1, prodotto da Harpaceas s.r.l. La bontà del solutore è certificata direttamente da CEAS s.r.l., produttore di XFinest 8.1. Per maggiori dettagli in merito si consiglia di consultare le specifiche relative al solutore di calcolo.

Metodo numerico adottato

Il software esegue l'analisi della struttura tramite **metodo di calcolo agli elementi finiti**, ovvero mediante la costruzione di un modello matematico costituito da un numero definito di elementi discreti, per ognuno dei quali è stata definita analiticamente una relazione tra forze e spostamenti. Da queste relazioni il programma assembla quindi la matrice di rigidezza e calcola la risposta dell'intera struttura.

Caratteristiche del modello

Ogni telaio, realizzato con materiali caratterizzati da comportamento perfettamente elastico, è modellato con 2 tipologie di elemento finito:

- **Tipo asta**, adatto per elementi aventi proprietà riconducibili ad un comportamento unidirezionale.

L'elemento asta è calcolato mediante funzioni di forma cubiche. Le matrici di rigidezza e di massa associate all'elemento sono costituite sulla base della teoria delle travi snelle, tipo Eulero – Bernoulli. Il programma mostra i diagrammi delle azioni interne discretizzando l'elemento in 17 punti di calcolo.

Se l'asta ha proprietà di suolo elastico, il software valuta le azioni interne e le pressioni sul terreno secondo la teoria delle travi su suolo elastico alla Winkler.

L'elemento finito di XFinest, al cui manuale si rimanda per maggiori dettagli, è l'elemento MBEAM.

- **Tipo shell** (elemento finito tipo QF46) per elementi aventi proprietà riconducibili ad un comportamento bidimensionale.

Il tipo di elemento utilizzato può lavorare in regime membranale e flessionale e, grazie alla linearità del sistema, i due effetti possono essere considerati separatamente.

L'elemento finito QF46 utilizzato è isoparametrico, basato sulla teoria dei gusci secondo Mindlin – Reissner. E' adatto sia per gusci spessi che sottili, non contiene modi spuri, consente di valutare i tagli fuori piano e può degenerare in un triangolo. Tutte le componenti del tensore delle deformazioni sono integrate nel piano medio con ordine di integrazione gaussiana 2×2 . Per maggiori dettagli si può fare riferimento al manuale di XFinest.

Tipologie di analisi svolte dal software

La scelta del metodo di analisi è effettuata dal progettista a seconda delle prescrizioni previste dalla normativa. Tali prescrizioni dipendono in generale dalla destinazione d'utilizzo della struttura, dalla forma in pianta e dallo sviluppo in altezza della stessa, nonché dalla zona sismica di riferimento. Il software esegue i seguenti metodi di analisi:

- **Analisi statica.** La struttura è soggetta a carichi statici, distribuiti o concentrati, applicati alle aste, ai nodi o agli elementi shell. L'equazione risolvibile in tal caso ha la seguente forma:

$$F = K x$$

dove:

F è il vettore dei carichi agenti sulla struttura

K è la matrice di rigidezza

x è il vettore di spostamenti e rotazioni (gradi di libertà del sistema).

- **Analisi sismica statica.** Se la struttura possiede le caratteristiche previste dalla normativa, l'azione del sisma può essere modellata con un sistema di forze di piano equivalenti, valutate e assegnate in funzione della rigidezza degli elementi. La precedente diventa pertanto:

$$F + F_s = K x$$

dove:

F_s è il vettore dei carichi sismici equivalenti agenti sulla struttura, valutati in base alle relative norme di riferimento.

- **Analisi sismica dinamica modale.** In questo caso il programma valuta un comportamento inerziale della struttura, attribuendo un'accelerazione al sistema di riferimento terreno, secondo uno spettro sismico previsto dalla normativa in funzione della classificazione del territorio e altri parametri.

$$M \ddot{x} + K x = - M \ddot{u}$$

dove:

M è la matrice di massa della struttura

K è la matrice di rigidezza

U è il vettore delle accelerazioni imposte

Gli effetti dinamici dovuti al comportamento inerziale della struttura e l'effetto dei carichi statici vengono successivamente combinati, secondo opportuni coefficienti stabiliti dalla norma.

Formulazione del metodo

Il software esegue il calcolo ad elementi finiti formulando un'**analisi di tipo lineare**. In questo caso la matrice di rigidezza non varia durante lo sviluppo dell'analisi, considerando l'approssimazione per piccoli spostamenti. Sotto tali ipotesi valgono i seguenti benefici:

- Vale il principio di sovrapposizione degli effetti.
- Non influisce la sequenza di applicazione dei carichi sulla struttura.
- La precedente storia di carico della struttura non ha alcuna influenza, pertanto gli sforzi residui possono essere trascurati.

L'applicazione del principio di sovrapposizione degli effetti permette di considerare indipendentemente le ipotesi di carico elementari, per poi combinarle secondo opportuni coefficienti di partecipazione. In questo modo è possibile calcolare la risposta come una combinazione lineare di carichi elementari, rendendo il processo di analisi estremamente efficiente. Le non linearità trascurate in questo tipo di analisi sono le seguenti:

- Non linearità dovuta a effetti geometrici. Grandi spostamenti e rotazioni possono introdurre significativi cambiamenti di forma e orientamento, variando drasticamente la rigidezza totale delle strutture.
- Non linearità delle caratteristiche dei materiali, legate al legame costitutivo o a eventuali anisotropie.
- Non linearità delle condizioni di vincolo.
- Non linearità dei carichi. La direzione di applicazione può variare in funzione della deformata della struttura.

Metodo di risoluzione del problema dinamico

La risoluzione del problema dinamico a n gradi di libertà si basa su un **metodo di sovrapposizione modale**. Tale metodo permette di trasformare un sistema di equazioni accoppiate a un sistema di equazioni disaccoppiate, utilizzando le proprietà di ortogonalità di autovalori e autovettori, ovvero i modi di vibrare della struttura. Lo studio della struttura non necessita dell'estrazione di tutti gli autovalori, ma solo di una parte significativa di essi, secondo limiti previsti dalle norme. Il metodo utilizzato dal software per l'estrazione degli autovalori è il metodo di *Lanczos*, adatto anche per matrici non simmetriche a termini complessi. Nel calcolo della risposta sismica i contributi derivanti dai singoli modi sono combinati secondo il metodo *CQC*, che consente di tener conto delle singole componenti modali X_k , ottenute da una combinazione quadratica delle componenti X_{kj} secondo opportuni coefficienti.

Metodi di verifica svolti dal software

TRAVILOG TITANIUM 3 è in grado di eseguire analisi di sezioni e di verificare il comportamento delle strutture secondo due metodi principali di verifica:

- **Tensioni ammissibili.** I carichi sono applicati alla struttura con il loro valore nominale. Le tensioni caratteristiche dei materiali vengono divise per opportuni coefficienti ottenendo delle tensioni massime a cui potranno lavorare i materiali stessi. Tali tensioni risultano al di sotto del limite elastico convenzionale.
- **Stati limite.** Le tensioni caratteristiche dei materiali vengono divise per dei coefficienti di sicurezza ottenendo dei valori limite in campo plastico. I carichi di esercizio, accidentali o permanenti vengono incrementati secondo opportuni coefficienti definiti dalla normativa (vedi in seguito). Il programma valuta diverse condizioni di stato limite:
 - o **Stato limite ultimo.** La normativa prevede in questo caso che la struttura sia soggetta in condizioni straordinarie a carichi che possano causare il collasso della stessa, quali ad esempio l'evento sismico.
 - o **Stato limite di esercizio.** Anche in questo caso il calcolo della struttura è effettuato incrementando i carichi secondo opportuni coefficienti. A differenza del caso precedente però la struttura è soggetta a carichi in condizioni di esercizio, sotto l'azione dei quali devono prodursi deformazioni controllate, che non impediscano il funzionamento previsto. Esistono tre diverse condizioni di esercizio: **Rara, Frequente, Quasi permanente.**
 - o **Stato limite di danno.** È il caso in cui la struttura è soggetta a forze di natura sismica. La verifica al danno è da effettuarsi sugli spostamenti.

La scelta dell'uno o dell'altro metodo dipende dalle prescrizioni previste dalle normative vigenti.

Sistemi di riferimento

Il programma possiede 2 diversi tipi di sistema di riferimento:

- **Riferimento globale.**

Il sistema di riferimento è definito da una terna cartesiana destrorsa, valido per tutti gli elementi della struttura e non dipende dal particolare orientamento di parti di essa.

I vincoli esterni, le reazioni vincolari e gli spostamenti nodali calcolati sono riferiti alla terna globale

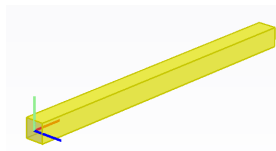


La terna di riferimento globale

- **Riferimento locale.**

In questo caso il sistema di riferimento è ancora definito da una terna cartesiana destrorsa, l'orientamento del quale varia elemento per elemento. Le azioni interne sono sempre riferite alla terna locale

- o **Riferimento locale per le Aste.** Per l'elemento asta la direzione x è coincidente con l'asse baricentrico dell'asta stessa, mentre y e z sono perpendicolari ad x e diretti secondo gli assi principali d'inerzia della sezione assegnata all'asta. Secondo l'impostazione di default y è diretto secondo la direzione di azione del peso, a meno di rotazioni assegnate alla sezione. Selezionando un'asta TRAVILOG TITANIUM 3 mostra la terna locale: asse locale X rosso, asse locale Y verde, asse locale Z blu.



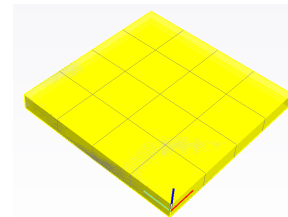
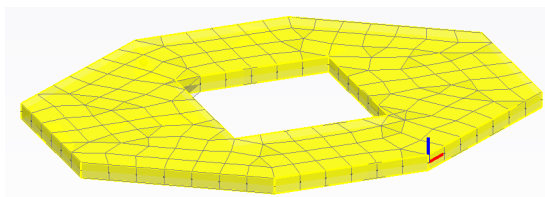
Terna locale dell'elemento asta

- o **Riferimento locale per gli elementi shell.** Per gli elementi bidimensionali TRAVILOG TITANIUM 3 trasforma le azioni interne in un unico sistema di riferimento.

Il riferimento adottato dipende da come vengono costruiti i macro elementi dai quali verrà generata automaticamente la mesh di calcolo:

Elemento poligonale. Si tratta di un macro elemento poligonale o quadrangolare a mesh regolare. La terna locale è così definita:

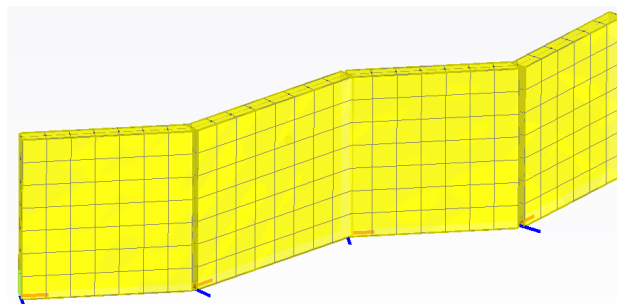
asse X locale (rosso) con origine nel primo nodo cliccato e in direzione primo nodo – secondo nodo. Asse Y locale (verde) ortogonale a X locale, complanare all'elemento ed in direzione del terzo nodo. Asse Z locale (blu) ortogonale al macro elemento. Per questo tipo di elemento è anche possibile definire fori poligonali. La mesh può essere generata manualmente (solo per elementi quadrangolari) o automaticamente.



Esempi terna locale elemento poligonale ed elemento quadrangolare

Elemento estruso (Muro o Nucleo):

Si tratta di un macro elemento a mesh regolare generato per estrusione in direzione delle forze peso a partire da una traccia. Per ciascuna faccia piana la terna locale è definita nel seguente modo: Asse locale X (rosso) lungo i nodi della traccia. Asse locale Y (verde) diretto come la direzione di estrusione. Asse locale Z (blu) ortogonale alla faccia a formare una terna destra con X e Y.



Esempio terna locali elemento nucleo estruso

9. Azioni e Carichi sulla struttura

Con riferimento al paragrafo 2.5.1.3 delle NTC 2008, le azioni che investono la struttura sono classificate in relazione alla durata della loro presenza nell'arco della vita di progetto come:

- *permanenti* (G): azioni con sufficiente approssimazione costanti nel tempo, tra le quali:
 - peso proprio di tutti gli elementi strutturali; peso proprio del terreno, quando pertinente; forze indotte dal terreno (esclusi gli effetti di carichi variabili applicati al terreno);
 - peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
 - spostamenti e deformazioni imposti, previsti dal progetto e realizzati all'atto della costruzione;
- *variabili* (Q): azioni sulla struttura o sull'elemento strutturale con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo:
 - di lunga durata: agiscono con un'intensità significativa, anche non continuativamente, per un tempo non trascurabile rispetto alla vita nominale della struttura;
 - di breve durata: azioni che agiscono per un periodo di tempo breve rispetto alla vita nominale della struttura;
- *sismiche* (E): azioni derivanti dai terremoti.

L'effetto delle azioni viene valutato ai fini delle verifiche con l'approccio semiprobabilistico agli stati limite, secondo diverse combinazioni:

- **Combinazione fondamentale SLU** dei carichi, impiegata per gli stati limite ultimi (nei risultati SLU statica)

$$\gamma G1 \cdot G1 + \gamma G2 \cdot G2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q1 \cdot Qk1 + \gamma Q2 \cdot \psi 02 \cdot Qk2 + \gamma Q3 \cdot \psi 03 \cdot Qk3 + \dots$$

- **Combinazione caratteristica CA rara**, impiegata per gli stati limite di esercizio irreversibili (nei risultati SLE rara)

$$G1 + G2 + P + Qk1 + \psi 02 \cdot Qk2 + \psi 03 \cdot Qk3 + \dots$$

- **Combinazione frequente FR**, impiegata per gli stati limite di esercizio reversibili (nei risultati SLE frequente)

$$G1 + G2 + P + \psi 11 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \dots$$

- **Combinazione quasi permanente QP**, impiegata per gli effetti a lungo termine (nei risultati SLE quasi permanente)

$$G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \dots$$

- **Combinazione sismica**, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (nei risultati SLU sisma)

$$E + G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \dots$$

Dettagli per la combinazione sismica

La valutazione dell'azione sismica E è condotta secondo le specifiche del capitolo 3.2 e in accordo con le prescrizioni del capitolo 7.3.3 delle NTC 2008 per i tipi di analisi sismica lineare sia dinamica che statica.

I risultati così ottenuti per ciascuna direzione, X e Y (eventualmente anche Z), vengono poi combinati secondo le indicazioni del capitolo 7.3.5 delle NTC 2008, ovvero vengono sommati i contributi secondo il seguente criterio:

$$E1 = 1,00 \times Ex + 0,30 \times Ey + 0,30 \times Ez$$

$$E2 = 0,30 \times Ex + 1,00 \times Ey + 0,30 \times Ez$$

$$E3 = 0,30 \times Ex + 0,30 \times Ey + 1,00 \times Ez$$

la rotazione dei coefficienti moltiplicativi permette l'individuazione degli effetti più gravosi, la direzione Z è opzionale in virtù delle prescrizioni al paragrafo 7.2.1 delle NTC 2008.

Nella verifica allo stato limite ultimo si distinguono le combinazioni **EQU**, **STR** e **GEO** (cfr NTC 2008 § 2.6.1), rispettivamente definite come: stato limite di equilibrio EQU, che considera la struttura ed il terreno come corpi rigidi; stato limite di resistenza della struttura STR, da riferimento per tutti gli elementi strutturali, e stato limite di resistenza del terreno GEO.

Nelle verifiche STR e GEO possono essere adottati in alternativa, due diversi approcci progettuali: per l'approccio 1 si considerano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti di sicurezza parziali per le azioni, per i materiali e per la resistenza complessiva, nell'approccio 2 si definisce un'unica combinazione per le azioni, per la resistenza dei materiali e per la resistenza globale.

Coefficienti parziali per le azioni [cfr. NTC 2008 Tabella 2.6.I].

		Coefficiente γ_f	EQU	STR	GEO
Carichi permanenti	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali	Favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

Le Norme Tecniche prescrivono i valori dei coefficienti ψ in dipendenza dalle caratteristiche della funzione di ripartizione di ciascuna azione: si ammette infatti che, assieme alle azioni permanenti, esistano combinazioni di azioni in cui una sola azione è presente al valore caratteristico mentre le altre hanno intensità ridotte $\psi 0Q_k$.

Le categorie di azioni variabili ed i rispettivi coefficienti di combinazione utilizzati nell'applicazione dei carichi al modello sono riportati nella tabella seguente:

Destinazione d'uso/azione	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Permanenti	1,00	1,00	1,00
Permanenti non strutturali	1,00	1,00	1,00
Categoria A (domestici e residenziali)	0,70	0,50	0,30
Categoria B (uffici)	0,70	0,50	0,30
Categoria C (aree di congresso)	0,70	0,70	0,60
Categoria D (aree di acquisto)	0,70	0,70	0,60
Categoria E (magazzini, Archivi, scale)	1,00	0,90	0,80
Categoria F (Peso veicoli $\leq 30kN$)	0,70	0,70	0,60
Categoria G (Peso veicoli $\leq 160kN$)	0,70	0,50	0,30
Categoria H (tetti)	0,00	0,00	0,00
Carichi da Neve	0,70	0,50	0,20
Carichi da Neve sotto 1000m	0,50	0,20	0,00
Carichi da Vento	0,60	0,20	0,00
Variazioni Termiche	0,60	0,50	0,00
Permanenti non strutturali	1,00	1,00	1,00
Categoria F (Peso veicoli $\leq 30kN$)	0,70	0,70	0,60
Carichi da Neve sotto 1000m	0,50	0,20	0,00
Permanenti non strutturali	1,00	1,00	1,00
Categoria F (Peso veicoli $\leq 30kN$)	0,70	0,70	0,60

Dettagli per le combinazioni di calcolo ed il progetto dell'armatura.

Per il progetto e la verifica della armature vengono distinti i risultati dell'analisi in condizione statica da quelli dell'analisi sismica.

Progetto dell'armatura in condizione statica

Il progetto iniziale dell'armatura è condotta considerando i risultati di ciascuna combinazione delle azioni di calcolo in condizione statica, ovvero vengono considerati ed inutilizzati i risultati massimi e minimi delle seguenti combinazioni:

- Combinazione fondamentale SLU
- Combinazione SLE caratteristica rara
- Combinazione SLE frequente
- Combinazione SLE quasi permanente

Per ciascuna combinazione elencata vengono valutate le distinte configurazioni di carico distinguendo i diversi gruppi di carico e considerando tutte le possibili varianti secondo i metodi del calcolo combinatorio ottenendo così $2^n + 1$ combinazioni, dove 'n' coincide con il numero di carichi accidentali considerati nell'analisi, qui di seguito un esempio esplicativo.

Carico permanente	P
Carico accidentale residenziale	A

Le combinazioni dedotte sono:

P	solo carico permanente
P A	carico permanente + carico accidentale A

Inoltre per le combinazioni SLU e SLE caratteristica vengono individuate in aggiunta le permutazioni di tali configurazioni aventi di volta in volta un carico accidentale principale differente fra quelli considerati, qui di seguito un esempio esplicativo.

Carico permanente	P
Carico accidentale residenziale	A1
Carico accidentale tipo neve	A2
Carico accidentale tipo vento	A3

Le combinazioni dedotte sono:

P	solo carico permanente
P A1	carico permanente + carico accidentale A1
P A2	carico permanente + carico accidentale A2
P A3	carico permanente + carico accidentale A3
P A1 A2	carico permanente + carico accidentale A1 (principale) + carico accidentale A2
P A2 A1	carico permanente + carico accidentale A1 + carico accidentale A2 (principale)
P A1 A3	carico permanente + carico accidentale A1 (principale) + carico accidentale A3
P A3 A1	carico permanente + carico accidentale A1 + carico accidentale A3 (principale)
P A2 A3	carico permanente + carico accidentale A2 (principale) + carico accidentale A3
P A3 A2	carico permanente + carico accidentale A2 + carico accidentale A3 (principale)
P A1 A2 A3	carico permanente + carico accidentale A1 (principale) + carico accidentale A2 + carico accidentale A3
P A2 A1 A3	carico permanente + carico accidentale A1 + carico accidentale A2 (principale) + carico accidentale A3
P A3 A1 A2	carico permanente + carico accidentale A1 + carico accidentale A2 + carico accidentale A3 (principale)

Le effettive combinazioni generate per i diversi stati limite sono riportate nei paragrafi seguenti.

Per gli elementi trave e pilastro vengono involuppati i risultati di ciascuna combinazione e vengono individuati i valori massimi e minimi dando luogo alle seguenti sollecitazioni:

- massima e minima per l'azione assiale N,
- massima e minima per le azioni di flessione attorno agli assi principali di inerzia di ciascun elemento Mz e My,
- massima e minima per le azioni taglianti lungo gli assi principali d'inerzia Tz e Ty.

Nella progettazione delle armature di travi e pilastri queste 6 sollecitazioni (N⁺, N⁻, Mz⁺, Mz⁻, My⁺, My⁻) vengono considerate in condizione di pressoflessione deviata e vengono ulteriormente combinate tra di loro in modo da garantire la copertura delle condizioni più gravose, dando luogo alle seguenti 8 combinazioni:

- N⁺, Mz⁺, My⁺
- N⁺, Mz⁺, My⁻
- N⁺, Mz⁻, My⁺
- N⁺, Mz⁻, My⁻
- N⁻, Mz⁺, My⁺
- N⁻, Mz⁺, My⁻
- N⁻, Mz⁻, My⁺
- N⁻, Mz⁻, My⁻

- N^-, M_z^-, M_y^-

Per il progetto delle sezioni a taglio vengono individuati i valori massimi in modulo per ciascuna direzione principale scegliendo tra i valori involuppati di progetto ($T_z^+, T_z^-, T_y^+, T_y^-$).

Per gli elementi shell vengono individuati i seguenti valori di progetto:

- massimi e minimi per le tensioni membranali σ_x e σ_y ,
- massimi e minimi per le tensioni membranali τ_{xy} ,
- massimi e minimi per le azioni flessionali M_x , M_y e M_{xy} ,
- massimi e minimi per le azioni taglianti T_{zx} e T_{zy} .

Il progetto dell'armatura degli elementi shell di tipo piastra è condotto valutando i valori massimi e minimi delle azioni involupate di flessione M_x , M_y e M_{xy} . Gli elementi bidimensionali a comportamento membranale vengono progettati combinando le sollecitazioni involupate in un calcolo sezionale indipendente.

Progetto dell'armatura in condizione sismica

L'armatura progettata in condizione statica è verificata ed integrata con i risultati della combinazione sismica (anche SLU sisma) e secondo le specifiche delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008, § 7.4.

I risultati dell'azione sismica E danno luogo a sollecitazioni involupate e prive di segno in accordo con la combinazione quadratica completa (CQC, § C7.3.3 della Circolare Ministeriale 617 del 2009) necessarie per considerare le correlazioni tra i massimi contributi modali. La combinazione dei risultati nelle diverse direzioni, attraverso gli opportuni coefficienti di interazione, dà luogo alla combinazione sismica più gravosa (E1, E2, E3).

Per la progettazione di travi e pilastri la componente E della combinazione sismica individuata viene considerata positiva e negativa; la combinazione sismica dà luogo quindi alle sollecitazioni di progetto le quali vengono considerate in condizione di pressoflessione deviata (NE^+ , NE^- , $ME1^+$, $ME1^-$, $ME2^+$, $ME2^-$) e vengono ulteriormente combinate tra di loro in modo da garantire la copertura delle condizioni più gravose, dando luogo alle seguenti 8 combinazioni:

- NE^+, MEz^+, MEy^+
- NE^+, MEz^+, MEy^-
- NE^+, MEz^-, MEy^+
- NE^+, MEz^-, MEy^-
- NE^-, MEz^+, MEy^+
- NE^-, MEz^+, MEy^-
- NE^-, MEz^-, MEy^+
- NE^-, MEz^-, MEy^-

Per il progetto delle sezioni a taglio vengono individuati i valori massimi in modulo per ciascuna direzione principale scegliendo tra i valori involuppati di progetto (TEz^+ , TEz^- , TEy^+ , TEy^-).

Per gli elementi shell vengono individuati i seguenti valori di progetto:

- massimi e minimi per le tensioni membranali σ_x e σ_y ,
- massimi e minimi per le tensioni membranali τ_{xy} ,
- massimi e minimi per le azioni flessionali M_x , M_y e M_{xy} ,
- massimi e minimi per le azioni taglianti T_{zx} e T_{zy} .

Il progetto dell'armatura degli elementi shell di tipo piastra è condotto valutando i valori massimi e minimi delle azioni involupate di flessione M_x , M_y e M_{xy} . Gli elementi bidimensionali a comportamento membranale vengono progettati combinando le sollecitazioni involupate in un calcolo sezionale indipendente.

9.1 Combinazioni SLU statica

Sono presenti 28 diverse combinazioni. Saranno riportate solo le prime 10.

1,3*Permanenti+1,5*Permanenti non strutturali+1,5*Categoria C+0,75*Carichi da Neve sotto 1000m

1,3*Permanenti+1,5*Permanenti non strutturali+1,05*Categoria C+1,5*Carichi da Neve sotto 1000m

1*Permanenti+1,5*Permanenti non strutturali+1,5*Categoria C+0,75*Carichi da Neve sotto 1000m

1*Permanenti+1,5*Permanenti non strutturali+1,05*Categoria C+1,5*Carichi da Neve sotto 1000m

1,3*Permanenti+1,5*Categoria C+0,75*Carichi da Neve sotto 1000m

1,3*Permanenti+1,05*Categoria C+1,5*Carichi da Neve sotto 1000m

1,3*Permanenti+1,5*Permanenti non strutturali+1,05*Categoria C

1,3*Permanenti+1,5*Permanenti non strutturali+1,5*Categoria C

1*Permanenti+1,5*Categoria C+0,75*Carichi da Neve sotto 1000m

1*Permanenti+1,05*Categoria C+1,5*Carichi da Neve sotto 1000m

1*Permanenti+1,5*Permanenti non strutturali+1,05*Categoria C

9.2 Combinazioni SLE caratteristica

Sono presenti 14 diverse combinazioni. Saranno riportate solo le prime 10.

1*Permanenti+1*Permanenti non strutturali+0,7*Categoria C+1*Carichi da Neve sotto 1000m

1*Permanenti+1*Permanenti non strutturali+1*Categoria C+0,5*Carichi da Neve sotto 1000m

1*Permanenti+0,7*Categoria C+1*Carichi da Neve sotto 1000m

1*Permanenti+1*Categoria C+0,5*Carichi da Neve sotto 1000m

1*Permanenti+1*Permanenti non strutturali+0,7*Categoria C

1*Permanenti+1*Permanenti non strutturali+1*Categoria C

1*Permanenti+1*Permanenti non strutturali+0,5*Carichi da Neve sotto 1000m

1*Permanenti+1*Permanenti non strutturali+1*Carichi da Neve sotto 1000m

1*Permanenti+0,7*Categoria C

1*Permanenti+1*Categoria C

1*Permanenti+0,5*Carichi da Neve sotto 1000m

9.3 Combinazioni SLE frequente

1*Permanenti+1*Permanenti non strutturali+0,6*Categoria C

1*Permanenti+0,6*Categoria C

1*Permanenti+0,7*Categoria C

1*Permanenti+0,2*Carichi da Neve sotto 1000m

1*Permanenti+1*Permanenti non strutturali

1*Permanenti

9.4 Combinazioni SLE quasi permanente

1*Permanenti+1*Permanenti non strutturali+0,6*Categoria C

1*Permanenti+0,6*Categoria C

1*Permanenti+1*Permanenti non strutturali

1*Permanenti

9.5 Analisi dei carichi

L'edificio è soggetto a carichi esterni dovuti alla presenza di elementi non strutturali ed alla distribuzione di carichi permanenti e accidentali. I carichi di superficie agenti sui solai sono riassumibili nelle seguenti analisi di carico per le quali si esprime nel dettaglio la composizione.

PESI PROPRI

Calcestruzzo armato

Muri e solette piene 2500 daN/m³

Solaio in lastre prefabbricate

Solaio in lastre prefabbricate (5+20+5) cm 415 daN/m²

PERMANENTI PORTATI

Intonaco e controsoffitto all'intradosso del solaio

Spessori vari 90 daN/m²

Formazione pendenza e guaine

Spessore 10 cm 60 daN/m²

Sottofondo pavimento

Spessore 10 cm 250 daN/m²

Pavimento in pietra

Spessore 8 cm 200 daN/m²

Sommano 600 daN/m²

PERMANENTI PORTATI (INSTALLAZIONI)

Tettoia-altare 250 daN/m²

Sommano 250 daN/m²

CARICHI ACCIDENTALI

Spazi suscettibili di affollamento (cat. C3) 500 daN/m²

Neve al suolo 195 daN/m²

10. Dati azione sismica

10.1 Caratteristiche del sito

Comune: Ceto

Provincia: BS

Longitudine: 10,351697°

Latitudine: 46,003215°

Categoria di sottosuolo: B

Amplificazione topografica: T1

10.2 Caratteristiche dell'edificio

Vita nominale Vn: 50 anni

Classe d'uso: II

Coefficiente d'uso Cu: 1

Periodo di riferimento VR: 50,00 anni

Periodo di vibrazione: 0,170

Nodo riferimento: 1

	PVR	TR	ag	F0	TC*
Stato Limite di Operatività	81 %	30,00	0,28	2,50	0,19
Stato Limite di Danno	63 %	50,00	0,34	2,56	0,21
Stato Limite di Salvaguardia della Vita	10 %	475,00	0,69	2,64	0,30
Stato Limite di Prevenzione del Collasso	5 %	975,00	0,86	2,66	0,31

10.3 Parametri sismici

Componente orizzontale

Coefficiente di amplificazione topografica ST: 1

Fattore di utilizzazione dello spettro elastico η : 1

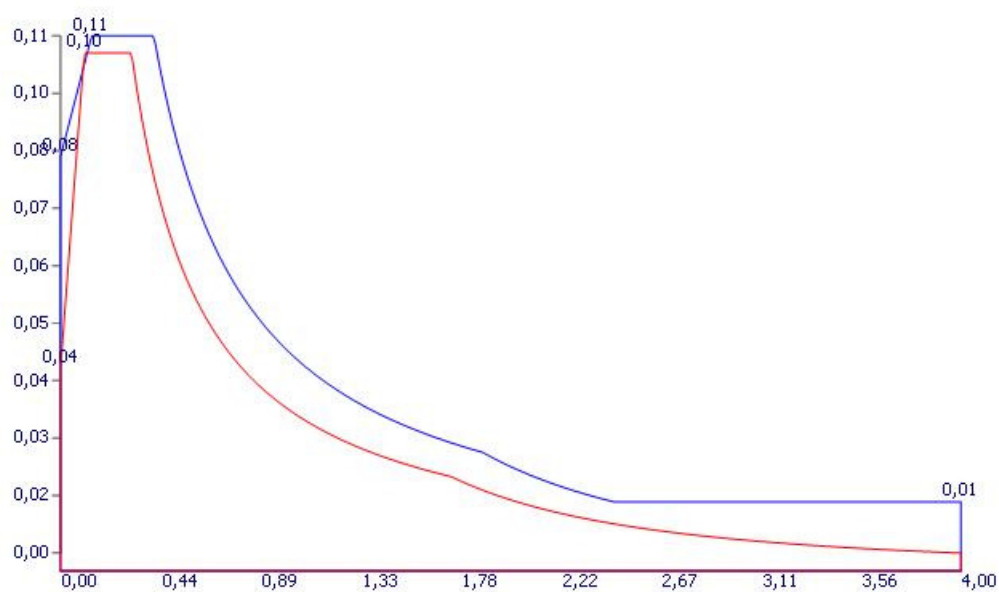
	SS	S	CC	TB	TC	TD
Stato Limite di Operatività	1,20	1,20	1,53	0,10	0,30	1,71
Stato Limite di Danno	1,20	1,20	1,50	0,11	0,32	1,73
Stato Limite di Salvaguardia della Vita	1,20	1,20	1,40	0,14	0,42	1,88
Stato Limite di Prevenzione del Collasso	1,20	1,20	1,39	0,14	0,43	1,94

Componente verticale

	SS	S	TB	TC	TD	Fv
Parametri dello spettro di risposta elastico verticale	1,0	1,20	0,05	0,15	1,0	2,96

- con
- SS coefficiente di amplificazione stratigrafica
 - S coefficiente di amplificazione topografica e stratigrafica
 - F0 fattore di amplificazione spettrale massima su sito rigido orizzontale
 - Fv fattore di amplificazione spettrale massima
 - TC periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro, in [s]
 - TB periodo di inizio del tratto ad accelerazione costante dello spettro, in [s]
 - TD periodo di inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, in [s]

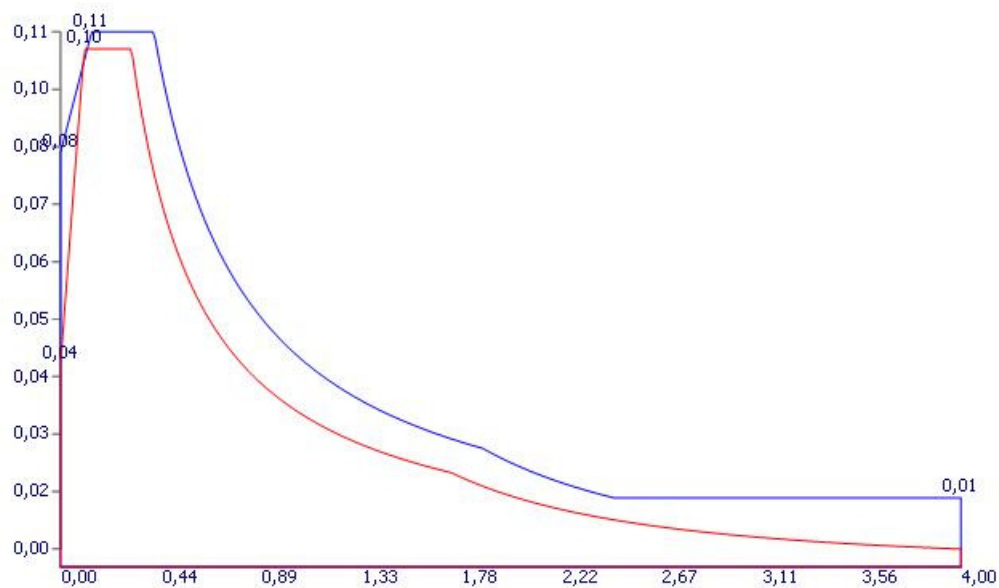
Direzione X



Spettro di risposta di progetto orizzontale per SLU
Spettro di risposta di progetto verticale per SLU

Spettro di risposta elastico orizzontale per SLE

Direzione Y



Spettro di risposta di progetto orizzontale per SLU
Spettro di risposta di progetto verticale per SLU

Spettro di risposta elastico orizzontale per SLE

10.5 Fattore di struttura (NTC 2008 §7.3.1)

Il valore del fattore di struttura q da utilizzare per ciascuna direzione della azione sismica, dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati e prende in conto le non linearità del materiale.

Il calcolo del fattore di struttura avviene con la seguente espressione:

$$q = q_0 K_R$$

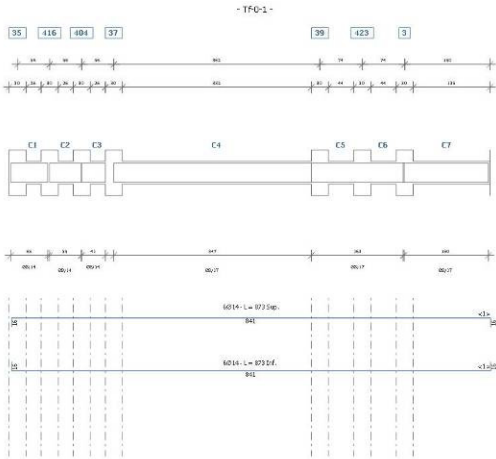
Per prevenire il collasso delle strutture a seguito della rottura delle pareti, i valori di q_0 devono essere ridotti mediante il fattore k_w assunto pari ad 1 per strutture a telaio e miste equivalenti a telaio o calcolato come $(1+\alpha_0)/3$ per strutture a pareti, miste equivalenti a pareti e torsionalmente deformabili.

Parametri di calcolo

Classe di duttilità: CD 'B'	Regolarità in pianta: Regolare
Tipologia di modello strutturale: Edifici a pareti accoppiate o miste equivalenti a pareti	Rapporto di sovrarresistenza α_u/α_1 (NTC 2008 § 7.4.3.2): 1,2
Tipologia strutturale: Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste	Fattore di struttura massimo q_0 (NTC 2008 Tab 7.4.I): 3,6
Regolarità in altezza: Edifici regolari	Fattore riduttivo K_R : 1
Rapporto tra altezza a larghezza delle pareti α_0 : -	Fattore correttivo k_w : 1
Fattore di struttura q_x – componente orizzontale in direzione X: 2,04	
Fattore di struttura q_y – componente orizzontale in direzione Y: 2,04	
Fattore di struttura q – componente verticale: 1,5	
Coefficiente di amplificazione dell'azione sismica in direzione X: 1	
Coefficiente di amplificazione dell'azione sismica in direzione Y: 1	

11. TRAVE DI FONDAZIONE TF.01

Caratteristiche dell'armatura



Lunghezza totale: 8,30 m

Calcestruzzo: C25/30

Numero di campate: 7

Acciaio d'armatura: B450C

Armatura longitudinale

Posizione	Tipologia di ferro	Barre	As [cm ²]	Lunghezza di calcolo [cm]	Ancoraggio [cm]	Lunghezza complessiva [cm]
1	Corrente - Superiore	6 Ø 14	9,24	841	32	873
2	Corrente - Inferiore	6 Ø 14	9,24	841	32	873

La lunghezza di calcolo delle barre è al netto dell'ancoraggio.

Armatura trasversale

Campata	Ampiezza campo [cm]	Φ [mm]	Passo s [cm]	Ast [cm ²]	Bracci
1	65	8	14	2,01	4
2	55	8	14	2,01	4
3	41	8	14	2,01	4
4	347	8	17	2,01	4
5	163	8	17	2,01	4
7	150	8	17	2,01	4

Verifiche agli stati limite ultimi (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1)

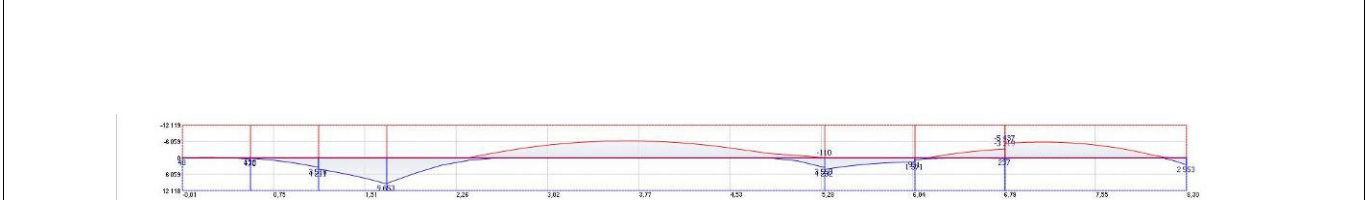
Combinazione di calcolo: SLU statica

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	εc [‰]	εs [‰]	Campo	ξ	ξlim	Verifica
1	0,00	48	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
1	0,00	-150	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
1	0,14	-128	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
1	0,21	-218	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
1	0,56	470	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
2	0,00	133	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
2	0,56	3 510	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
3	0,00	4 211	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
3	0,56	9 653	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
4	0,00	9 434	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
4	2,04	-6 353	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
4	2,26	-2 179	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
4	3,62	3 550	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
4	3,62	-110	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
5	0,00	4 232	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
5	0,23	115	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
5	0,74	1 571	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
6	0,00	951	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
6	0,47	34	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
6	0,74	237	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
6	0,74	-3 319	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
7	0,00	284	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
7	0,00	-5 437	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
7	0,28	-5 886	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
7	0,75	-823	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
7	1,50	2 553	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK

La verifica assicura un comportamento duttile per strutture iperstatiche e si intende soddisfatta quando $\xi < \xi_{lim}$

Verifica di resistenza a flessione (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.2)

Andamento della sollecitazione flessionale: momento sollecitante e momento resistente.



Momento massimo	Momento minimo	Momento resistente
-----------------	----------------	--------------------

Momento massimo	Momento minimo	Momento resistente
-----------------	----------------	--------------------

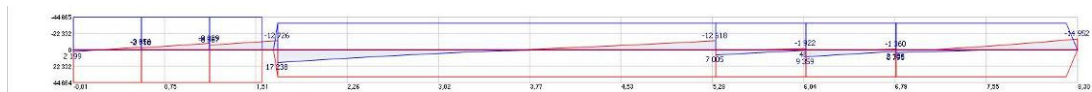
Momento massimo	Momento minimo	Momento resistente
-----------------	----------------	--------------------

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	As inf [cm ²]	As sup [cm ²]	Mrd [daN m]	Mrd/Msd	Verifica
1	0,00	48	9,24	9,24	12 187	251,88	OK
1	0,00	-150	9,24	9,24	-12 187	81,40	OK
1	0,14	-128	9,24	9,24	-12 187	94,94	OK
1	0,21	-218	9,24	9,24	-12 187	55,87	OK
1	0,56	470	9,24	9,24	12 187	25,93	OK
2	0,00	133	9,24	9,24	12 187	91,96	OK
2	0,56	3 510	9,24	9,24	12 187	3,47	OK
3	0.00	4 211	9,24	9,24	12 187	2,89	OK

3	0,56	9 653	9,24	9,24	12 187	1,26	OK
4	0,00	9 434	9,24	9,24	12 187	1,29	OK
4	2,04	-6 353	9,24	9,24	-12 187	1,92	OK
4	2,26	-2 179	9,24	9,24	-12 187	5,59	OK
4	3,62	3 550	9,24	9,24	12 187	3,43	OK
4	3,62	-110	9,24	9,24	-12 187	110,49	OK
5	0,00	4 232	9,24	9,24	12 187	2,88	OK
5	0,23	115	9,24	9,24	12 187	106,29	OK
5	0,74	1 571	9,24	9,24	12 187	7,76	OK
6	0,00	951	9,24	9,24	12 187	12,82	OK
6	0,47	34	9,24	9,24	12 187	355,14	OK
6	0,74	237	9,24	9,24	12 187	51,34	OK
6	0,74	-3 319	9,24	9,24	-12 187	3,67	OK
7	0,00	284	9,24	9,24	12 187	42,85	OK
7	0,00	-5 437	9,24	9,24	-12 187	2,24	OK
7	0,28	-5 886	9,24	9,24	-12 187	2,07	OK
7	0,75	-823	9,24	9,24	-12 187	14,82	OK
7	1,50	2 553	9,24	9,24	12 187	4,77	OK

Verifica di resistenza a taglio (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.3)

Andamento della sollecitazione tagliante.



Taglio massimo

Taglio minimo

Taglio resistente

Campata	Ascissa [m]	α	θ	Vsd [daN]	VRd [daN]	VRsd [daN]	VRcd [daN]	Verifica
1	-0,12	90°	21,8	3 363	11 686	50 326	65 921	OK
1	0,53	90°	21,8	3 386	11 476	44 665	58 505	OK
2	0,00	90°	21,8	3 023	11 476	44 665	58 505	OK
2	0,55	90°	21,8	8 828	11 476	44 665	58 505	OK
3	0,00	90°	21,8	6 677	11 476	44 665	58 505	OK
3	0,41	90°	21,8	10 997	11 476	44 665	58 505	OK
4	0,00	90°	21,8	17 133	11 476	36 783	58 505	OK
4	3,47	90°	21,8	11 225	11 476	36 783	58 505	OK
5	-0,15	90°	21,8	8 255	11 476	36 783	58 505	OK
5	1,48	90°	21,8	5 819	11 476	36 783	58 505	OK
7	-0,03	90°	21,8	3 911	11 476	36 783	58 505	OK
7	1,47	90°	21,8	14 377	11 476	36 782	58 505	OK

α : angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave.

θ : inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave. θ rispetta il limite: $1 \leq \cotan\theta \leq 2,5$ (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.3.2)

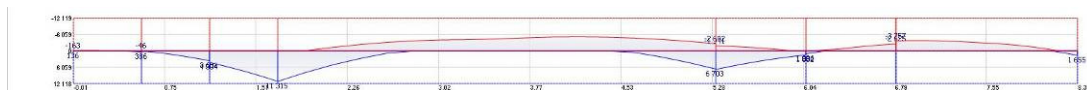
Combinazione di calcolo: SLU sisma

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	ϵ_c [‰]	ϵ_s [‰]	Campo	ξ	ξ_{lim}	Verifica
1	0,00	136	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
1	0,00	-163	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
1	0,14	-223	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
1	0,25	-101	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
1	0,56	386	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
2	0,00	211	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
2	0,00	-46	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
2	0,04	204	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
2	0,56	3 682	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
3	0,00	4 304	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
3	0,18	1 244	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
3	0,56	11 315	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
4	0,00	11 317	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
4	1,81	-3 614	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
4	2,49	-5 256	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
4	3,62	6 703	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
4	3,62	-2 692	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
5	0,00	6 874	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
5	0,00	-1 941	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
5	0,74	1 502	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
6	0,00	1 096	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
6	0,61	-1 002	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
6	0,74	-2 625	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
7	0,00	-3 757	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
7	0,19	-3 855	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
7	0,47	-3 168	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
7	1,50	1 655	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK

La verifica assicura un comportamento duttile per strutture iperstatiche e si intende soddisfatta quando $\xi < \xi_{lim}$

Verifica di resistenza a flessione (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.2)

Andamento della sollecitazione flessionale: momento sollecitante e momento resistente.



Momento massimo

Momento minimo

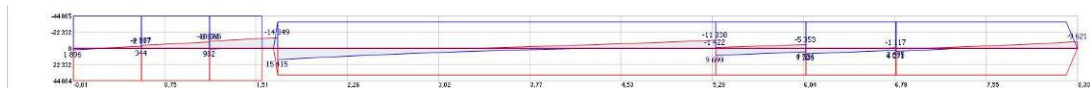
Momento resistente

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	As inf [cm ²]	As sup [cm ²]	Mrd [daN m]	Mrd/Msd	Verifica
1	0,00	136	9,24	9,24	12 187	89,74	OK
1	0,00	-163	9,24	9,24	-12 187	74,78	OK
1	0,14	-223	9,24	9,24	-12 187	54,73	OK
1	0,25	-101	9,24	9,24	-12 187	121,13	OK
1	0,56	386	9,24	9,24	12 187	31,61	OK
2	0,00	211	9,24	9,24	12 187	57,65	OK
2	0,00	-46	9,24	9,24	-12 187	267,25	OK
2	0,04	204	9,24	9,24	12 187	59,80	OK
2	0,56	3 682	9,24	9,24	12 187	3,31	OK
3	0,00	4 304	9,24	9,24	12 187	2,83	OK

3	0,18	1 244	9,24	9,24	12 187	9,80	OK
3	0,56	11 315	9,24	9,24	12 187	1,08	OK
4	0,00	11 317	9,24	9,24	12 187	1,08	OK
4	1,81	-3 614	9,24	9,24	-12 187	3,37	OK
4	2,49	-5 256	9,24	9,24	-12 187	2,32	OK
4	3,62	6 703	9,24	9,24	12 187	1,82	OK
4	3,62	-2 692	9,24	9,24	-12 187	4,53	OK
5	0,00	6 874	9,24	9,24	12 187	1,77	OK
5	0,00	-1 941	9,24	9,24	-12 187	6,28	OK
5	0,74	1 502	9,24	9,24	12 187	8,11	OK
6	0,00	1 096	9,24	9,24	12 187	11,12	OK
6	0,61	-1 002	9,24	9,24	-12 187	12,16	OK
6	0,74	-2 625	9,24	9,24	-12 187	4,64	OK
7	0,00	-3 757	9,24	9,24	-12 187	3,24	OK
7	0,19	-3 855	9,24	9,24	-12 187	3,16	OK
7	0,47	-3 168	9,24	9,24	-12 187	3,85	OK
7	1,50	1 655	9,24	9,24	12 187	7,36	OK

Verifica di resistenza a taglio (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.3)

Andamento della sollecitazione tagliante.



Taglio massimo

Taglio minimo

Taglio resistente

Campata	Ascissa [m]	α	θ	Vsd [daN]	VRd [daN]	VRsd [daN]	VRcd [daN]	Verifica
1	-0,12	90°	21,8	2 739	11 686	50 326	65 921	OK
1	0,53	90°	21,8	2 650	11 476	44 665	58 505	OK
2	0,00	90°	21,8	4 460	11 476	44 665	58 505	OK
2	0,55	90°	21,8	8 679	11 476	44 665	58 505	OK
3	0,00	90°	21,8	10 149	11 476	44 665	58 505	OK
3	0,41	90°	21,8	13 481	11 476	44 665	58 505	OK
4	0,00	90°	21,8	15 331	11 476	36 783	58 505	OK
4	3,47	90°	21,8	10 288	11 476	36 783	58 505	OK
5	-0,15	90°	21,8	10 631	11 476	36 783	58 505	OK
5	1,48	90°	21,8	9 607	11 476	36 783	58 505	OK
7	-0,03	90°	21,8	4 220	11 476	36 783	58 505	OK
7	1,47	90°	21,8	9 177	11 476	36 782	58 505	OK

α : angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave.

θ : inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave. θ rispetta il limite: $1 \leq \cotan \theta \leq 2,5$ (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.3.2)

Verifiche agli stati limite di esercizio (cfr NTC 2008 § 4.1.2.2)

Verifica di fessurazione (cfr NTC 2008 § 4.1.2.2.4)

CONDIZIONI AMBIENTALI: Ambiente Ordinario

Combinazione frequente.

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	Asinf [cm ²]	Assup [cm ²]	Wm [mm]	Wd [mm]	Wlim [mm]	Verifica
1	0,00	-101	9,24	9,24	0,000	0,000	0,400	OK
1	0,14	-128	9,24	9,24	0,000	0,000	0,400	OK
1	0,56	314	9,24	9,24	0,000	0,000	0,400	OK
2	0,00	83	9,24	9,24	0,000	0,000	0,400	OK
2	0,56	2 352	9,24	9,24	0,000	0,000	0,400	OK
3	0,00	2 813	9,24	9,24	0,000	0,000	0,400	OK
3	0,56	6 512	9,24	9,24	0,162	0,275	0,400	OK
4	0,00	6 377	9,24	9,24	0,156	0,264	0,400	OK
4	2,04	-4 135	9,24	9,24	0,040	0,068	0,400	OK
4	3,62	2 005	9,24	9,24	0,000	0,000	0,400	OK
4	3,62	-85	9,24	9,24	0,000	0,000	0,400	OK
5	0,00	2 466	9,24	9,24	0,000	0,000	0,400	OK
5	0,23	115	9,24	9,24	0,000	0,000	0,400	OK
5	0,74	1 014	9,24	9,24	0,000	0,000	0,400	OK
6	0,00	615	9,24	9,24	0,000	0,000	0,400	OK
6	0,74	168	9,24	9,24	0,000	0,000	0,400	OK
6	0,74	-1 770	9,24	9,24	0,000	0,000	0,400	OK
7	0,00	188	9,24	9,24	0,000	0,000	0,400	OK
7	0,00	188	9,24	9,24	0,000	0,000	0,400	OK
7	0,38	-3 416	9,24	9,24	0,000	0,000	0,400	OK
7	1,50	1 490	9,24	9,24	0,000	0,000	0,400	OK

Combinazione quasi permanente.

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	Asinf [cm ²]	Assup [cm ²]	Wm [mm]	Wd [mm]	Wlim [mm]	Verifica
1	0,00	-101	9,24	9,24	0,000	0,000	0,300	OK
1	0,14	-128	9,24	9,24	0,000	0,000	0,300	OK
1	0,56	314	9,24	9,24	0,000	0,000	0,300	OK
2	0,00	83	9,24	9,24	0,000	0,000	0,300	OK
2	0,56	2 352	9,24	9,24	0,000	0,000	0,300	OK
3	0,00	2 813	9,24	9,24	0,000	0,000	0,300	OK
3	0,56	6 512	9,24	9,24	0,162	0,275	0,300	OK
4	0,00	6 377	9,24	9,24	0,156	0,264	0,300	OK
4	2,04	-4 135	9,24	9,24	0,040	0,068	0,300	OK
4	3,62	2 005	9,24	9,24	0,000	0,000	0,300	OK
4	3,62	-85	9,24	9,24	0,000	0,000	0,300	OK
5	0,00	2 466	9,24	9,24	0,000	0,000	0,300	OK
5	0,23	115	9,24	9,24	0,000	0,000	0,300	OK
5	0,74	1 014	9,24	9,24	0,000	0,000	0,300	OK
6	0,00	615	9,24	9,24	0,000	0,000	0,300	OK
6	0,74	168	9,24	9,24	0,000	0,000	0,300	OK
6	0,74	-1 770	9,24	9,24	0,000	0,000	0,300	OK
7	0,00	188	9,24	9,24	0,000	0,000	0,300	OK
7	0,00	188	9,24	9,24	0,000	0,000	0,300	OK
7	0,38	-3 416	9,24	9,24	0,000	0,000	0,300	OK
7	1,50	1 490	9,24	9,24	0,000	0,000	0,300	OK

Verifica delle tensioni di esercizio (cfr NTC 2008 § 4.1.2.2.5)

Combinazione rara.

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	As inf [cm ²]	As sup [cm ²]	σc [daN/cm ²]]	σc limite [daN/cm ²]]	σs,t [daN/cm ²]]	σs,c [daN/cm ²]]	σs limite [daN/cm ²]]	Verifica
1	0,00	-113	9,24	9,24	-0,9	-149,4	38,0	-6,5	3 600,0	OK
1	0,14	-128	9,24	9,24	-1,0	-149,4	43,1	-7,3	3 600,0	OK
1	0,21	-161	9,24	9,24	-1,2	-149,4	54,1	-9,2	3 600,0	OK
1	0,56	339	9,24	9,24	-2,6	-149,4	113,8	-19,4	3 600,0	OK
2	0,00	92	9,24	9,24	-0,7	-149,4	31,0	-5,3	3 600,0	OK
2	0,56	2 537	9,24	9,24	-19,3	-149,4	851,9	-145,1	3 600,0	OK
3	0,00	3 038	9,24	9,24	-23,1	-149,4	1 020,3	-173,8	3 600,0	OK
3	0,56	7 001	9,24	9,24	-53,3	-149,4	2 350,8	-400,3	3 600,0	OK
4	0,00	6 849	9,24	9,24	-52,2	-149,4	2 300,0	-391,7	3 600,0	OK
4	2,04	-4 521	9,24	9,24	-34,4	-149,4	1 518,1	-258,5	3 600,0	OK
4	2,26	-2 179	9,24	9,24	-16,6	-149,4	731,6	-124,6	3 600,0	OK
4	3,62	2 339	9,24	9,24	-17,8	-149,4	785,3	-133,7	3 600,0	OK
4	3,62	-85	9,24	9,24	-0,6	-149,4	28,5	-4,9	3 600,0	OK
5	0,00	2 845	9,24	9,24	-21,7	-149,4	955,5	-162,7	3 600,0	OK
5	0,23	115	9,24	9,24	-0,9	-149,4	38,5	-6,6	3 600,0	OK
5	0,70	1 112	9,24	9,24	-8,5	-149,4	373,4	-63,6	3 600,0	OK
5	0,74	1 113	9,24	9,24	-8,5	-149,4	373,6	-63,6	3 600,0	OK
6	0,00	675	9,24	9,24	-5,1	-149,4	226,6	-38,6	3 600,0	OK
6	0,42	25	9,24	9,24	-0,2	-149,4	8,4	-1,4	3 600,0	OK
6	0,74	181	9,24	9,24	-1,4	-149,4	60,7	-10,3	3 600,0	OK
6	0,74	-2 157	9,24	9,24	-16,4	-149,4	724,3	-123,3	3 600,0	OK
7	0,00	215	9,24	9,24	-1,6	-149,4	72,1	-12,3	3 600,0	OK
7	0,00	-3 562	9,24	9,24	-27,1	-149,4	1 196,3	-203,7	3 600,0	OK
7	0,38	-3 989	9,24	9,24	-30,4	-149,4	1 339,6	-228,1	3 600,0	OK
7	0,75	-823	9,24	9,24	-6,3	-149,4	276,2	-47,0	3 600,0	OK
7	1,50	1 735	9,24	9,24	-13,2	-149,4	582,6	-99,2	3 600,0	OK

σc limite: tensione limite di compressione del calcestruzzo calcolata con la formula 4.1.40 § 4.1.2.2.5

σs limite: tensione limite di compressione del calcestruzzo calcolata con la formula 4.1.42 § 4.1.2.2.5

Combinazione quasi permanente.

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	Ac [cm ²]	Asinf [cm ²]	Assup [cm ²]	σc [daN/cm ²]	σc limite [daN/cm ²]	Verifica
1	0,00	-101	3 000,00	9,24	9,24	-0,8	-112,1	OK
1	0,14	-128	3 000,00	9,24	9,24	-1,0	-112,1	OK
1	0,21	-150	3 000,00	9,24	9,24	-1,1	-112,1	OK
1	0,56	314	3 000,00	9,24	9,24	-2,4	-112,1	OK
2	0,00	83	3 000,00	9,24	9,24	-0,6	-112,1	OK
2	0,56	2 352	3 000,00	9,24	9,24	-17,9	-112,1	OK
3	0,00	2 813	3 000,00	9,24	9,24	-21,4	-112,1	OK
3	0,56	6 512	3 000,00	9,24	9,24	-49,6	-112,1	OK
4	0,00	6 377	3 000,00	9,24	9,24	-48,6	-112,1	OK
4	2,04	-4 135	3 000,00	9,24	9,24	-31,5	-112,1	OK
4	2,26	-2 179	3 000,00	9,24	9,24	-16,6	-112,1	OK
4	3,62	2 005	3 000,00	9,24	9,24	-15,3	-112,1	OK
4	3,62	2 005	3 000,00	9,24	9,24	-0,6	-112,1	OK
5	0,00	2 466	3 000,00	9,24	9,24	-18,8	-112,1	OK
5	0,23	115	3 000,00	9,24	9,24	-0,9	-112,1	OK
5	0,70	1 006	3 000,00	9,24	9,24	-7,7	-112,1	OK
5	0,74	1 014	3 000,00	9,24	9,24	-7,7	-112,1	OK
6	0,00	615	3 000,00	9,24	9,24	-4,7	-112,1	OK
6	0,42	16	3 000,00	9,24	9,24	-0,1	-112,1	OK
6	0,74	168	3 000,00	9,24	9,24	-1,3	-112,1	OK
6	0,74	168	3 000,00	9,24	9,24	-13,5	-112,1	OK
7	0,00	188	3 000,00	9,24	9,24	-1,4	-112,1	OK

7	0,00	188	3 000,00	9,24	9,24	-22,3	-112,1	OK
7	0,38	-3 416	3 000,00	9,24	9,24	-26,0	-112,1	OK
7	0,75	-823	3 000,00	9,24	9,24	-6,3	-112,1	OK
7	1,50	1 490	3 000,00	9,24	9,24	-11,3	-112,1	OK

σ_c limite: tensione limite di compressione del calcestruzzo calcolata con la formula 4.1.41 § 4.1.2.2.5

11.1 Verifiche geometriche dell'armatura Tf-0-1

Verifiche di dettaglio costruttivo (cfr NTC 2008 § 4.1.2.2.5)

Lunghezze critiche e vincoli geometrici (cfr. NTC2008 - § 4.1.6.1.1 e § 7.4.6.1.1)

Campata	Lunghezza [m]	Sezione	B min [cm]	B [cm]	B max [cm]	Verifica	H [cm]	B/H min	B/H	Verifica	Zona Critica [cm]
1	56	SCALV-BAR-FOND	20	75	115	ok	40	0,25	1,88	ok	40
2	56	SCALV-BAR-FOND	20	75	115	ok	40	0,25	1,88	ok	40
3	56	SCALV-BAR-FOND	20	75	115	ok	40	0,25	1,88	ok	40
4	362	SCALV-BAR-FOND	20	75	115	ok	40	0,25	1,88	ok	40
5	75	SCALV-BAR-FOND	20	75	115	ok	40	0,25	1,88	ok	40
6	74	SCALV-BAR-FOND	20	75	115	ok	40	0,25	1,88	ok	40
7	150	SCALV-BAR-FOND	20	75	115	ok	40	0,25	1,88	ok	40

CRITERIO STATICO

Armatura longitudinale (cfr. NTC2008 - § 4.1.6.1.1)

Campata	Zona	Ascissa [cm]	As,c [cm ²]	As,c,max [cm ²]	As,t,min [cm ²]	As,t [cm ²]	As,t,max [cm ²]	Verifica
1	estremo sx	0,2	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
1	campata	0,0	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
1	estremo dx	0,4	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
2	estremo sx	0,2	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
2	campata	0,0	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
2	estremo dx	0,4	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
3	estremo sx	0,2	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
3	campata	0,0	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
3	estremo dx	0,4	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
4	estremo sx	0,2	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
4	campata	0,0	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
4	estremo dx	3,5	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
5	estremo sx	0,2	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
5	campata	0,0	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
5	estremo dx	0,6	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
6	estremo sx	0,2	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
6	campata	0,0	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
6	estremo dx	0,6	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
7	estremo sx	0,2	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
7	campata	0,0	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
7	estremo dx	1,5	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK

Armatura trasversale (cfr. NTC2008 - § 4.1.6.1.1)

Campata	Zona	Astasse min [mm ² /m]	Astasse [mm ² /m]	Verifica	Passo [cm]	Passomax [cm]	Verifica
1	estremo sx	11,3	14,4	OK	14	17,9	OK
1	campata	11,3	14,4	OK	14	17,9	OK
1	estremo dx	11,3	14,4	OK	14	17,9	OK
2	estremo sx	11,3	14,4	OK	14	17,9	OK
2	campata	11,3	14,4	OK	14	17,9	OK
2	estremo dx	11,3	14,4	OK	14	17,9	OK

3	estremo sx	11,3	14,4	OK	14	17,9	OK
3	campata	11,3	14,4	OK	14	17,9	OK
3	estremo dx	11,3	14,4	OK	14	17,9	OK
4	estremo sx	11,3	11,8	OK	17	17,9	OK
4	campata	11,3	11,8	OK	17	17,9	OK
4	estremo dx	11,3	11,8	OK	17	17,9	OK
5	estremo sx	11,3	11,8	OK	17	17,9	OK
5	campata	11,3	11,8	OK	17	17,9	OK
5	estremo dx	11,3	11,8	OK	17	17,9	OK
6	estremo sx	11,3	11,8	OK	17	17,9	OK
6	campata	11,3	11,8	OK	17	17,9	OK
6	estremo dx	11,3	11,8	OK	17	17,9	OK
7	estremo sx	11,3	11,8	OK	17	17,9	OK
7	campata	11,3	11,8	OK	17	17,9	OK
7	estremo dx	11,3	11,8	OK	17	17,9	OK

CRITERIO SISMICO

Armatura longitudinale (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.2.1)

Campata	Zona	Φ [mm]	Φmin [mm]	Verifica	Φ inf n°	Φ sup n°	Φ min n°	Verifica	pt,min %	pt %	pt,max %	pc,max %	pc %	Verifica
1	estremo sx	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,16	0,32	OK
1	campata	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,08	0,32	OK
1	estremo dx	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,16	0,32	OK
2	estremo sx	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,16	0,32	OK
2	campata	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,08	0,32	OK
2	estremo dx	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,16	0,32	OK
3	estremo sx	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,16	0,32	OK
3	campata	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,08	0,32	OK
3	estremo dx	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,16	0,32	OK
4	estremo sx	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,16	0,32	OK
4	campata	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,08	0,32	OK
4	estremo dx	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,16	0,32	OK
5	estremo sx	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,16	0,32	OK
5	campata	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,08	0,32	OK
5	estremo dx	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,16	0,32	OK
6	estremo sx	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,16	0,32	OK
6	campata	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,08	0,32	OK
6	estremo dx	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,16	0,32	OK
7	estremo sx	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,16	0,32	OK
7	campata	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,08	0,32	OK
7	estremo dx	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,16	0,32	OK

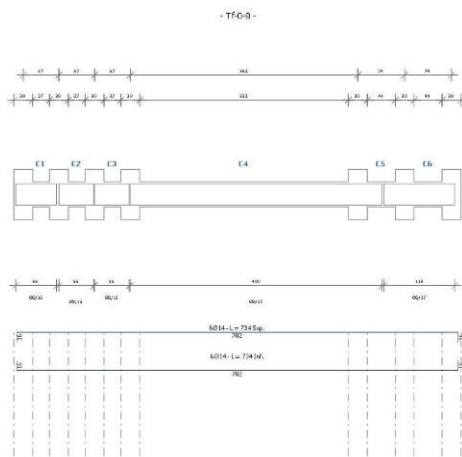
Armatura trasversale (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.2.2)

Campata	Zona	Φstaffe [mm]	Φstaffe,min [mm]	Verifica	Passo [cm]	Passomasx [cm]	Verifica
1	estremo sx	8	6	OK	14	14	OK
1	campata	8	6	OK	14	17,9	OK
1	estremo dx	8	6	OK	14	14	OK
2	estremo sx	8	6	OK	14	14	OK
2	campata	8	6	OK	14	17,9	OK
2	estremo dx	8	6	OK	14	14	OK
3	estremo sx	8	6	OK	14	14	OK
3	campata	8	6	OK	14	17,9	OK
3	estremo dx	8	6	OK	14	14	OK
4	estremo sx	8	6	OK	17	14	OK
4	campata	8	6	OK	17	17,9	OK
4	estremo dx	8	6	OK	17	14	OK
5	estremo sx	8	6	OK	17	14	OK
5	campata	8	6	OK	17	17,9	OK

5	estremo dx	8	6	OK	14	14	OK
6	estremo sx	8	6	OK	14	14	OK
6	campata	8	6	OK	17	17,9	OK
6	estremo dx	8	6	OK	14	14	OK
7	estremo sx	8	6	OK	14	14	OK
7	campata	8	6	OK	17	17,9	OK
7	estremo dx	8	6	OK	14	14	OK

12. TRAVE DI FONDAZIONE TF.08

Caratteristiche dell'armatura



Lunghezza totale: 6,81 m

Calcestruzzo: C25/30

Numero di campate: 6

Acciaio d'armatura: B450C

Armatura longitudinale

Posizione	Tipologia di ferro	Barre	As [cm ²]	Lunghezza di calcolo [cm]	Ancoraggio [cm]	Lunghezza complessiva [cm]
1	Corrente - Superiore	6 Ø 14	9,24	702	32	734
2	Corrente - Inferiore	6 Ø 14	9,24	702	32	734

La lunghezza di calcolo delle barre è al netto dell'ancoraggio.

Armatatura trasversale

Campata	Ampiezza campo [cm]	Φ [mm]	Passo s [cm]	Ast [cm ²]	Bracci
1	65	8	15	2,01	4
2	55	8	15	2,01	4
3	55	8	15	2,01	4
4	400	8	17	2,01	4
6	113	8	17	2,01	4

Verifiche agli stati limite ultimi (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1)

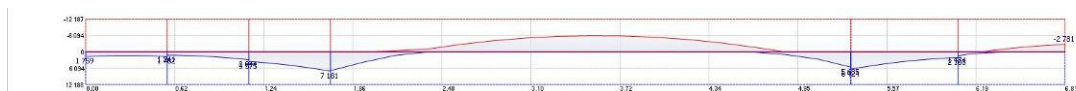
Combinazione di calcolo: SLU statica

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	ϵ_c [‰]	ϵ_s [‰]	Campo	ξ	ξ_{lim}	Verifica
1	0,00	1 759	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
1	0,28	1 363	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
1	0,35	286	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
1	0,57	1 762	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
2	0,00	1 241	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
2	0,11	265	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
2	0,57	2 944	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
3	0,00	3 575	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
3	0,57	7 181	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
4	0,00	6 986	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
4	1,58	-1 648	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
4	1,81	-6 060	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
4	3,62	5 685	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
5	0,00	6 424	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
5	0,74	2 108	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
6	0,00	1 474	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
6	0,74	-2 781	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK

La verifica assicura un comportamento duttile per strutture iperstatiche e si intende soddisfatta quando $\xi < \xi_{lim}$

Verifica di resistenza a flessione (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.2)

Andamento della sollecitazione flessionale: momento sollecitante e momento resistente.



Momento massimo

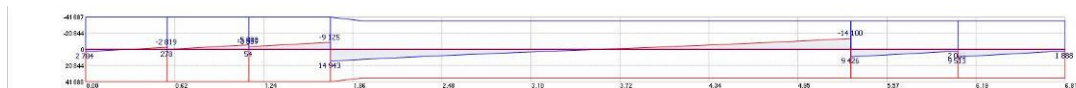
Momento minimo

Momento resistente

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	As inf [cm ²]	As sup [cm ²]	Mrd [daN m]	Mrd/Msd	Verifica
1	0,00	1 759	9,24	9,24	12 187	6,93	OK
1	0,28	1 363	9,24	9,24	12 187	8,94	OK
1	0,35	286	9,24	9,24	12 187	42,66	OK
1	0,57	1 762	9,24	9,24	12 187	6,92	OK
2	0,00	1 241	9,24	9,24	12 187	9,82	OK
2	0,11	265	9,24	9,24	12 187	46,04	OK
2	0,57	2 944	9,24	9,24	12 187	4,14	OK
3	0,00	3 575	9,24	9,24	12 187	3,41	OK
3	0,57	7 181	9,24	9,24	12 187	1,70	OK
4	0,00	6 986	9,24	9,24	12 187	1,74	OK
4	1,58	-1 648	9,24	9,24	-12 187	7,39	OK
4	1,81	-6 060	9,24	9,24	-12 187	2,01	OK
4	3,62	5 685	9,24	9,24	12 187	2,14	OK
5	0,00	6 424	9,24	9,24	12 187	1,90	OK
5	0,74	2 108	9,24	9,24	12 187	5,78	OK
6	0,00	1 474	9,24	9,24	12 187	8,27	OK
6	0,74	-2 781	9,24	9,24	-12 187	4,38	OK

Verifica di resistenza a taglio (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.3)

Andamento della sollecitazione tagliante.



Taglio massimo

Taglio minimo

Taglio resistente

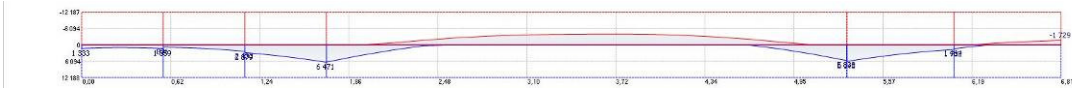
Campata	Ascissa [m]	α	θ	Vsd [daN]	VRd [daN]	VRsd [daN]	VRcd [daN]	Verifica
1	-0,12	90°	21,8	3 855	11 686	46 971	65 921	OK
1	0,53	90°	21,8	2 346	11 476	41 687	58 505	OK
2	0,00	90°	21,8	332	11 476	41 687	58 505	OK
2	0,55	90°	21,8	5 560	11 476	41 687	58 505	OK
3	0,00	90°	21,8	3 655	11 476	41 687	58 505	OK
3	0,55	90°	21,8	8 857	11 476	41 687	58 505	OK
4	0,00	90°	21,8	14 849	11 476	36 783	58 505	OK
4	4,00	90°	21,8	17 536	11 476	36 783	58 505	OK
6	-0,33	90°	21,8	12 750	11 476	36 783	58 505	OK
6	0,80	90°	21,8	1 476	11 476	36 783	58 505	OK

α : angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave.

θ : inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave. θ rispetta il limite: $1 \leq \cotan\theta \leq 2,5$ (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.3.2)

Combinazione di calcolo: SLU sisma								
Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	ϵ_c [‰]	ϵ_s [‰]	Campo	ξ	ξ_{lim}	Verifica
1	0,00	1 333	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
1	0,28	1 010	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
1	0,32	712	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
1	0,57	1 359	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
2	0,00	876	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
2	0,11	672	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
2	0,57	2 433	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
3	0,00	2 879	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
3	0,04	1 562	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
3	0,57	6 471	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
4	0,00	6 391	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
4	1,81	-3 676	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
4	2,04	-4 094	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
4	3,62	5 838	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
5	0,00	6 148	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
5	0,70	1 036	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
5	0,74	1 732	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
6	0,00	1 464	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
6	0,74	-1 729	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK

La verifica assicura un comportamento duttile per strutture iperstatiche e si intende soddisfatta quando $\xi < \xi_{lim}$

Verifica di resistenza a flessione (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.2)							
Andamento della sollecitazione flessionale: momento sollecitante e momento resistente.							
							
Momento massimo			Momento minimo			Momento resistente	
Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	As inf [cm ²]	As sup [cm ²]	Mrd [daN m]	Mrd/Msd	Verifica
1	0,00	1 333	9,24	9,24	12 187	9,14	OK
1	0,28	1 010	9,24	9,24	12 187	12,07	OK
1	0,32	712	9,24	9,24	12 187	17,13	OK
1	0,57	1 359	9,24	9,24	12 187	8,97	OK
2	0,00	876	9,24	9,24	12 187	13,92	OK
2	0,11	672	9,24	9,24	12 187	18,13	OK
2	0,57	2 433	9,24	9,24	12 187	5,01	OK
3	0,00	2 879	9,24	9,24	12 187	4,23	OK
3	0,04	1 562	9,24	9,24	12 187	7,80	OK
3	0,57	6 471	9,24	9,24	12 187	1,88	OK
4	0,00	6 391	9,24	9,24	12 187	1,91	OK
4	1,81	-3 676	9,24	9,24	-12 187	3,32	OK
4	2,04	-4 094	9,24	9,24	-12 187	2,98	OK
4	3,62	5 838	9,24	9,24	12 187	2,09	OK
5	0,00	6 148	9,24	9,24	12 187	1,98	OK
5	0,70	1 036	9,24	9,24	12 187	11,76	OK
5	0,74	1 732	9,24	9,24	12 187	7,04	OK
6	0,00	1 464	9,24	9,24	12 187	8,32	OK
6	0,74	-1 729	9,24	9,24	-12 187	7,05	OK

Verifica di resistenza a taglio (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.3)

Andamento della sollecitazione tagliante.



Taglio massimo

Taglio minimo

Taglio resistente

Campata	Ascissa [m]	α	θ	Vsd [daN]	VRd [daN]	VRsd [daN]	VRcd [daN]	Verifica
1	-0,12	90°	21,8	2 945	11 686	46 971	65 921	OK
1	0,53	90°	21,8	2 146	11 476	41 687	58 505	OK
2	0,00	90°	21,8	1 009	11 476	41 687	58 505	OK
2	0,55	90°	21,8	4 676	11 476	41 687	58 505	OK
3	0,00	90°	21,8	4 408	11 476	41 687	58 505	OK
3	0,55	90°	21,8	8 113	11 476	41 687	58 505	OK
4	0,00	90°	21,8	11 184	11 476	36 783	58 505	OK
4	4,00	90°	21,8	13 427	11 476	36 783	58 505	OK
6	-0,33	90°	21,8	9 306	11 476	36 783	58 505	OK
6	0,80	90°	21,8	1 301	11 476	36 783	58 505	OK

α : angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave.

θ : inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave. θ rispetta il limite: $1 \leq \cotan\theta \leq 2,5$ (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.3.2)

Verifiche agli stati limite di esercizio (cfr NTC 2008 § 4.1.2.2)

Verifica di fessurazione (cfr NTC 2008 § 4.1.2.2.4)

CONDIZIONI AMBIENTALI: Ambiente Ordinario

Combinazione frequente.

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	Asinf [cm ²]	Assup [cm ²]	Wm [mm]	Wd [mm]	Wlim [mm]	Verifica
1	0,00	1 126	9,24	9,24	0,000	0,000	0,400	OK
1	0,28	862	9,24	9,24	0,000	0,000	0,400	OK
1	0,57	1 100	9,24	9,24	0,000	0,000	0,400	OK
2	0,00	784	9,24	9,24	0,000	0,000	0,400	OK
2	0,57	1 824	9,24	9,24	0,000	0,000	0,400	OK
3	0,00	2 222	9,24	9,24	0,000	0,000	0,400	OK
3	0,57	4 399	9,24	9,24	0,056	0,095	0,400	OK
4	0,00	4 270	9,24	9,24	0,048	0,082	0,400	OK
4	1,58	-1 648	9,24	9,24	0,000	0,000	0,400	OK
4	3,62	3 812	9,24	9,24	0,020	0,034	0,400	OK
5	0,00	4 256	9,24	9,24	0,047	0,080	0,400	OK
5	0,74	1 389	9,24	9,24	0,000	0,000	0,400	OK
6	0,00	1 008	9,24	9,24	0,000	0,000	0,400	OK
6	0,74	-1 644	9,24	9,24	0,000	0,000	0,400	OK

Combinazione quasi permanente.

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	Asinf [cm ²]	Assup [cm ²]	Wm [mm]	Wd [mm]	Wlim [mm]	Verifica
1	0,00	1 126	9,24	9,24	0,000	0,000	0,300	OK
1	0,28	862	9,24	9,24	0,000	0,000	0,300	OK
1	0,57	1 100	9,24	9,24	0,000	0,000	0,300	OK
2	0,00	784	9,24	9,24	0,000	0,000	0,300	OK
2	0,57	1 824	9,24	9,24	0,000	0,000	0,300	OK
3	0,00	2 222	9,24	9,24	0,000	0,000	0,300	OK
3	0,57	4 399	9,24	9,24	0,056	0,095	0,300	OK
4	0,00	4 270	9,24	9,24	0,048	0,082	0,300	OK
4	1,58	-1 648	9,24	9,24	0,000	0,000	0,300	OK
4	3,62	3 812	9,24	9,24	0,020	0,034	0,300	OK
5	0,00	4 256	9,24	9,24	0,047	0,080	0,300	OK
5	0,74	1 389	9,24	9,24	0,000	0,000	0,300	OK
6	0,00	1 008	9,24	9,24	0,000	0,000	0,300	OK
6	0,74	-1 644	9,24	9,24	0,000	0,000	0,300	OK

Verifica delle tensioni di esercizio (cfr NTC 2008 § 4.1.2.2.5)

Combinazione rara.

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	As inf [cm ²]	As sup [cm ²]	σc [daN/cm ²]]	σc limite [daN/cm ²]]	σs,t [daN/cm ²]]	σs,c [daN/cm ²]]	σs limite [daN/cm ²]]	Verifica
1	0,00	1 230	9,24	9,24	-9,4	-149,4	412,9	-70,3	3 600,0	OK
1	0,28	948	9,24	9,24	-7,2	-149,4	318,3	-54,2	3 600,0	OK
1	0,35	286	9,24	9,24	-2,2	-149,4	96,2	-16,4	3 600,0	OK
1	0,57	1 220	9,24	9,24	-9,3	-149,4	409,6	-69,7	3 600,0	OK
2	0,00	864	9,24	9,24	-6,6	-149,4	290,0	-49,4	3 600,0	OK
2	0,11	265	9,24	9,24	-2,0	-149,4	88,9	-15,1	3 600,0	OK
2	0,57	2 030	9,24	9,24	-15,5	-149,4	681,8	-116,1	3 600,0	OK
3	0,00	2 470	9,24	9,24	-18,8	-149,4	829,5	-141,3	3 600,0	OK
3	0,57	4 920	9,24	9,24	-37,5	-149,4	1 652,1	-281,4	3 600,0	OK
4	0,00	4 781	9,24	9,24	-36,4	-149,4	1 605,3	-273,4	3 600,0	OK
4	1,58	-1 648	9,24	9,24	-12,6	-149,4	553,4	-94,2	3 600,0	OK
4	1,81	-4 258	9,24	9,24	-32,4	-149,4	1 430,0	-243,5	3 600,0	OK
4	3,62	4 131	9,24	9,24	-31,5	-149,4	1 387,1	-236,2	3 600,0	OK
5	0,00	4 635	9,24	9,24	-35,3	-149,4	1 556,3	-265,0	3 600,0	OK
5	0,74	1 509	9,24	9,24	-11,5	-149,4	506,6	-86,3	3 600,0	OK
6	0,00	1 074	9,24	9,24	-8,2	-149,4	360,6	-61,4	3 600,0	OK
6	0,74	-1 895	9,24	9,24	-14,4	-149,4	636,3	-108,4	3 600,0	OK

σc limite: tensione limite di compressione del calcestruzzo calcolata con la formula 4.1.40 § 4.1.2.2.5

σs limite: tensione limite di compressione del calcestruzzo calcolata con la formula 4.1.42 § 4.1.2.2.5

Combinazione quasi permanente.

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	Ac [cm ²]	Asinf [cm ²]	Assup [cm ²]	σc [daN/cm ²]	σc limite [daN/cm ²]	Verifica
1	0,00	1 126	3 000,00	9,24	9,24	-8,6	-112,1	OK
1	0,28	862	3 000,00	9,24	9,24	-6,6	-112,1	OK
1	0,35	288	3 000,00	9,24	9,24	-2,2	-112,1	OK
1	0,57	1 100	3 000,00	9,24	9,24	-8,4	-112,1	OK
2	0,00	784	3 000,00	9,24	9,24	-6,0	-112,1	OK
2	0,11	265	3 000,00	9,24	9,24	-2,0	-112,1	OK
2	0,57	1 824	3 000,00	9,24	9,24	-13,9	-112,1	OK
3	0,00	2 222	3 000,00	9,24	9,24	-16,9	-112,1	OK
3	0,57	4 399	3 000,00	9,24	9,24	-33,5	-112,1	OK
4	0,00	4 270	3 000,00	9,24	9,24	-32,5	-112,1	OK
4	1,58	-1 648	3 000,00	9,24	9,24	-12,6	-112,1	OK
4	1,81	-3 861	3 000,00	9,24	9,24	-29,4	-112,1	OK
4	3,62	3 812	3 000,00	9,24	9,24	-29,0	-112,1	OK

5	0,00	4 256	3 000,00	9,24	9,24	-32,4	-112,1	OK
5	0,74	1 389	3 000,00	9,24	9,24	-10,6	-112,1	OK
6	0,00	1 008	3 000,00	9,24	9,24	-7,7	-112,1	OK
6	0,74	-1 644	3 000,00	9,24	9,24	-12,5	-112,1	OK

σ_c limite: tensione limite di compressione del calcestruzzo calcolata con la formula 4.1.41 § 4.1.2.2.5

12.1 Verifiche geometriche dell'armatura Tf-0-8

Verifiche di dettaglio costruttivo (cfr NTC 2008 § 4.1.2.2.5)

Lunghezze critiche e vincoli geometrici (cfr. NTC2008 - § 4.1.6.1.1 e § 7.4.6.1.1)

Campata	Lunghezza [m]	Sezione	B min [cm]	B [cm]	B max [cm]	Verifica	H [cm]	B/H min	B/H	Verifica	Zona Critica [cm]
1	57	SCALV-BAR-FOND	20	75	115	ok	40	0,25	1,88	ok	40
2	57	SCALV-BAR-FOND	20	75	115	ok	40	0,25	1,88	ok	40
3	57	SCALV-BAR-FOND	20	75	115	ok	40	0,25	1,88	ok	40
4	362	SCALV-BAR-FOND	20	75	115	ok	40	0,25	1,88	ok	40
5	74	SCALV-BAR-FOND	20	75	115	ok	40	0,25	1,88	ok	40
6	74	SCALV-BAR-FOND	20	75	115	ok	40	0,25	1,88	ok	40

CRITERIO STATICO

Armatura longitudinale (cfr. NTC2008 - § 4.1.6.1.1)

Campata	Zona	Ascissa [cm]	As,c [cm ²]	As,c,max [cm ²]	As,t,min [cm ²]	As,t [cm ²]	As,t,max [cm ²]	Verifica
1	estremo sx	0,2	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
1	campata	0,0	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
1	estremo dx	0,4	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
2	estremo sx	0,2	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
2	campata	0,0	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
2	estremo dx	0,4	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
3	estremo sx	0,2	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
3	campata	0,0	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
3	estremo dx	0,4	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
4	estremo sx	0,2	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
4	campata	0,0	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
4	estremo dx	3,5	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
5	estremo sx	0,2	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
5	campata	0,0	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
5	estremo dx	0,6	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
6	estremo sx	0,2	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
6	campata	0,0	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
6	estremo dx	0,6	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK

Armatura trasversale (cfr. NTC2008 - § 4.1.6.1.1)

Campata	Zona	Astiffe min [mm ² /m]	Astiffe [mm ² /m]	Verifica	Passo [cm]	Passomax [cm]	Verifica
1	estremo sx	11,3	13,4	OK	15	17,9	OK
1	campata	11,3	13,4	OK	15	17,9	OK
1	estremo dx	11,3	13,4	OK	15	17,9	OK
2	estremo sx	11,3	13,4	OK	15	17,9	OK
2	campata	11,3	13,4	OK	15	17,9	OK
2	estremo dx	11,3	13,4	OK	15	17,9	OK
3	estremo sx	11,3	13,4	OK	15	17,9	OK
3	campata	11,3	13,4	OK	15	17,9	OK
3	estremo dx	11,3	13,4	OK	15	17,9	OK
4	estremo sx	11,3	11,8	OK	17	17,9	OK
4	campata	11,3	11,8	OK	17	17,9	OK

4	estremo dx	11,3	11,8	OK	17	17,9	OK
5	estremo sx	11,3	11,8	OK	17	17,9	OK
5	campata	11,3	11,8	OK	17	17,9	OK
5	estremo dx	11,3	11,8	OK	17	17,9	OK
6	estremo sx	11,3	11,8	OK	17	17,9	OK
6	campata	11,3	11,8	OK	17	17,9	OK
6	estremo dx	11,3	11,8	OK	17	17,9	OK

CRITERIO SISMICO

Armatura longitudinale (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.2.1)

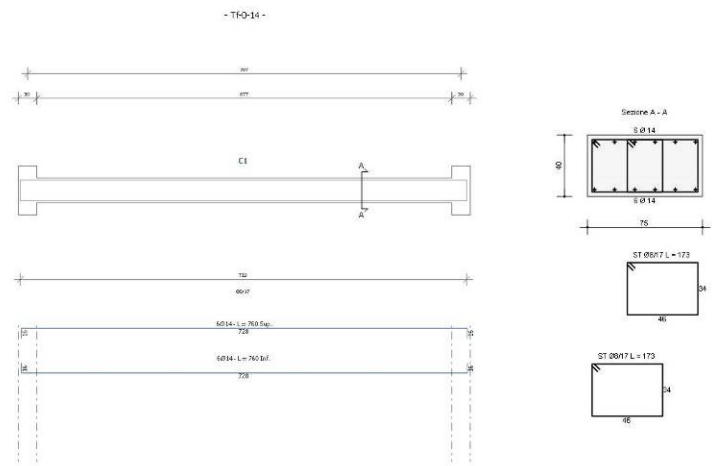
Campata	Zona	Φ [mm]	Φ_{min} [mm]	Verifica	Φ_{inf} n°	Φ_{sup} n°	Φ_{min} n°	Verifica	$\rho_{t,min}$ %	ρ_t %	$\rho_{t,max}$ %	$\rho_{c,max}$ %	ρ_c %	Verifica
1	estremo sx	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,16	0,32	OK
1	campata	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,08	0,32	OK
1	estremo dx	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,16	0,32	OK
2	estremo sx	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,16	0,32	OK
2	campata	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,08	0,32	OK
2	estremo dx	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,16	0,32	OK
3	estremo sx	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,16	0,32	OK
3	campata	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,08	0,32	OK
3	estremo dx	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,16	0,32	OK
4	estremo sx	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,16	0,32	OK
4	campata	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,08	0,32	OK
4	estremo dx	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,16	0,32	OK
5	estremo sx	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,16	0,32	OK
5	campata	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,08	0,32	OK
5	estremo dx	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,16	0,32	OK
6	estremo sx	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,16	0,32	OK
6	campata	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,08	0,32	OK
6	estremo dx	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,16	0,32	OK

Armatura trasversale (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.2.2)

Campata	Zona	Φ_{staffe} [mm]	$\Phi_{staffe,min}$ [mm]	Verifica	Passo [cm]	Passomasx [cm]	Verifica
1	estremo sx	8	6	OK	15	15	OK
1	campata	8	6	OK	15	17,9	OK
1	estremo dx	8	6	OK	15	15	OK
2	estremo sx	8	6	OK	15	15	OK
2	campata	8	6	OK	15	17,9	OK
2	estremo dx	8	6	OK	15	15	OK
3	estremo sx	8	6	OK	15	15	OK
3	campata	8	6	OK	15	17,9	OK
3	estremo dx	8	6	OK	15	15	OK
4	estremo sx	8	6	OK	17	15	OK
4	campata	8	6	OK	17	17,9	OK
4	estremo dx	8	6	OK	17	15	OK
5	estremo sx	8	6	OK	17	15	OK
5	campata	8	6	OK	17	17,9	OK
5	estremo dx	8	6	OK	17	15	OK
6	estremo sx	8	6	OK	17	15	OK
6	campata	8	6	OK	17	17,9	OK
6	estremo dx	8	6	OK	17	15	OK

13. TRAVE DI FONDAZIONE TF.014

Caratteristiche dell'armatura



Lunghezza totale: 7,07 m
Calcestruzzo: C25/30

Numero di campate: 1
Acciaio d'armatura: B450C

Armatura longitudinale

Posizione	Tipologia di ferro	Barre	As [cm ²]	Lunghezza di calcolo [cm]	Ancoraggio [cm]	Lunghezza complessiva [cm]
1	Corrente - Superiore	6 Ø 14	9,24	728	32	760
2	Corrente - Inferiore	6 Ø 14	9,24	728	32	760

La lunghezza di calcolo delle barre è al netto dell'ancoraggio.

Armatura trasversale

Campata	Ampiezza campo [cm]	Φ [mm]	Passo s [cm]	Ast [cm ²]	Bracci
1	728	8	17	2,01	4

Verifiche agli stati limite ultimi (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1)

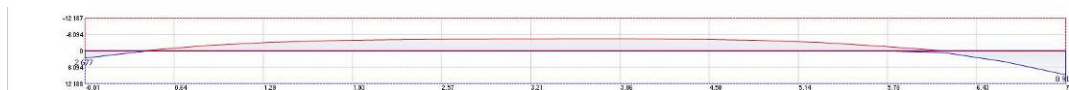
Combinazione di calcolo: SLU statica

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	ϵ_c [‰]	ϵ_s [‰]	Campo	ξ	ξ_{lim}	Verifica
1	0,00	2 677	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
1	3,53	-4 498	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
1	3,98	-1 064	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
1	7,07	8 918	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK

La verifica assicura un comportamento duttile per strutture iperstatiche e si intende soddisfatta quando $\xi < \xi_{lim}$

Verifica di resistenza a flessione (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.2)

Andamento della sollecitazione flessionale: momento sollecitante e momento resistente.



Momento massimo

Momento minimo

Momento resistente

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	As inf [cm ²]	As sup [cm ²]	Mrd [daN m]	Mrd/Msd	Verifica
1	0,00	2 677	9,24	9,24	12 187	4,55	OK
1	3,53	-4 498	9,24	9,24	-12 187	2,71	OK
1	3,98	-1 064	9,24	9,24	-12 187	11,46	OK
1	7,07	8 918	9,24	9,24	12 187	1,37	OK

Verifica di resistenza a taglio (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.3)

Andamento della sollecitazione tagliente.



Taglio massimo

Taglio minimo

Taglio resistente

Campata	Ascissa [m]	α	θ	Vsd [daN]	VRd [daN]	VRsd [daN]	VRcd [daN]	Verifica
1	-0,12	90°	21,8	8 355	11 686	41 445	65 921	OK
1	7,16	90°	21,8	13 480	11 476	36 783	58 505	OK

α : angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave.

θ : inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave. θ rispetta il limite: $1 \leq \cotan \theta \leq 2,5$ (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.3.2)

Combinazione di calcolo: SLU sisma

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	ϵ_c [‰]	ϵ_s [‰]	Campo	ξ	ξ_{lim}	Verifica
1	0,00	2 383	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
1	3,09	-3 228	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
1	3,98	-2 539	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
1	7,07	5 882	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK

La verifica assicura un comportamento duttile per strutture iperstatiche e si intende soddisfatta quando $\xi < \xi_{lim}$

Verifica di resistenza a flessione (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.2)

Andamento della sollecitazione flessionale: momento sollecitante e momento resistente.



Momento massimo

Momento minimo

Momento resistente

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	As inf [cm ²]	As sup [cm ²]	Mrd [daN m]	Mrd/Msd	Verifica
1	0,00	2 383	9,24	9,24	12 187	5,11	OK
1	3,09	-3 228	9,24	9,24	-12 187	3,78	OK
1	3,98	-2 539	9,24	9,24	-12 187	4,80	OK
1	7,07	5 882	9,24	9,24	12 187	2,07	OK

Verifica di resistenza a taglio (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.3)

Andamento della sollecitazione tagliante.



Taglio massimo

Taglio minimo

Taglio resistente

Campata	Ascissa [m]	α	θ	Vsd [daN]	VRd [daN]	VRsd [daN]	VRcd [daN]	Verifica
1	-0,12	90°	21,8	6 700	11 686	41 445	65 921	OK
1	7,16	90°	21,8	8 978	11 476	36 783	58 505	OK

α : angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave.

θ : inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave. θ rispetta il limite: $1 \leq \cotan \theta \leq 2,5$ (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.3.2)

Verifiche agli stati limite di esercizio (cfr NTC 2008 § 4.1.2.2)

Verifica di fessurazione (cfr NTC 2008 § 4.1.2.2.4)

CONDIZIONI AMBIENTALI: Ambiente Ordinario

Combinazione frequente.

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	Asinf [cm ²]	Assup [cm ²]	Wm [mm]	Wd [mm]	Wlim [mm]	Verifica
1	0,00	1 742	9,24	9,24	0,000	0,000	0,400	OK
1	3,53	-2 858	9,24	9,24	0,000	0,000	0,400	OK
1	7,07	5 535	9,24	9,24	0,116	0,197	0,400	OK

Combinazione quasi permanente.

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	Asinf [cm ²]	Assup [cm ²]	Wm [mm]	Wd [mm]	Wlim [mm]	Verifica
1	0,00	1 742	9,24	9,24	0,000	0,000	0,300	OK
1	3,53	-2 858	9,24	9,24	0,000	0,000	0,300	OK
1	7,07	5 535	9,24	9,24	0,116	0,197	0,300	OK

Verifica delle tensioni di esercizio (cfr NTC 2008 § 4.1.2.2.5)

Combinazione rara.

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	As inf [cm ²]	As sup [cm ²]	σ_c [daN/cm ²]]	σ_c limite [daN/cm ²]]	$\sigma_{s,t}$ [daN/cm ²]]	$\sigma_{s,c}$ [daN/cm ²]]	σ_s limite [daN/cm ²]]	Verifica
1	0,00	1 891	9,24	9,24	-14,4	-149,4	634,8	-108,1	3 600,0	OK
1	3,53	-3 143	9,24	9,24	-23,9	-149,4	1 055,3	-179,7	3 600,0	OK
1	7,07	6 174	9,24	9,24	-47,0	-149,4	2 073,3	-353,1	3 600,0	OK

σ_c limite: tensione limite di compressione del calcestruzzo calcolata con la formula 4.1.40 § 4.1.2.2.5

σ_s limite: tensione limite di compressione del calcestruzzo calcolata con la formula 4.1.42 § 4.1.2.2.5

Combinazione quasi permanente.

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	Ac [cm ²]	Asinf [cm ²]	Assup [cm ²]	σ_c [daN/cm ²]	σ_c limite [daN/cm ²]	Verifica
1	0,00	1 742	3 000,00	9,24	9,24	-13,3	-112,1	OK
1	3,53	-2 858	3 000,00	9,24	9,24	-21,8	-112,1	OK
1	7,07	5 535	3 000,00	9,24	9,24	-42,1	-112,1	OK

σ_c limite: tensione limite di compressione del calcestruzzo calcolata con la formula 4.1.41 § 4.1.2.2.5

13.1. Verifiche geometriche dell'armatura Tf-0-14

Verifiche di dettaglio costruttivo (cfr NTC 2008 § 4.1.2.2.5)

Lunghezze critiche e vincoli geometrici (cfr. NTC2008 - § 4.1.6.1.1 e § 7.4.6.1.1)

Campata	Lunghezza [m]	Sezione	B min [cm]	B [cm]	B max [cm]	Verifica	H [cm]	B/H min	B/H	Verifica	Zona Critica [cm]
1	707	SCALV-BAR-FOND	20	75	115	ok	40	0,25	1,88	ok	40

CRITERIO STATICO

Armatura longitudinale (cfr. NTC2008 - § 4.1.6.1.1)

Campata	Zona	Ascissa [cm]	As,c [cm ²]	As,c,max [cm ²]	As,t,min [cm ²]	As,t [cm ²]	As,t,max [cm ²]	Verifica
1	estremo sx	0,2	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
1	campata	0,0	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
1	estremo dx	6,9	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK

Armatura trasversale (cfr. NTC2008 - § 4.1.6.1.1)

Campata	Zona	Astasse min [mm ² /m]	Astasse [mm ² /m]	Verifica	Passo [cm]	Passomax [cm]	Verifica
1	estremo sx	11,3	11,8	OK	17	17,9	OK
1	campata	11,3	11,8	OK	17	17,9	OK
1	estremo dx	11,3	11,8	OK	17	17,9	OK

CRITERIO SISMICO

Armatura longitudinale (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.2.1)

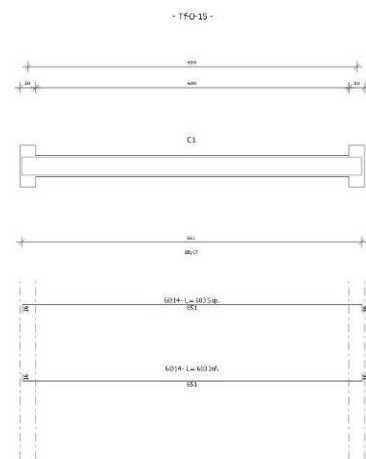
Campata	Zona	Φ [mm]	Φmin [mm]	Verifica	Φ inf n°	Φ sup n°	Φ min n°	Verifica	pt,min %	pt %	pt,max %	pc,max %	pc %	Verifica
1	estremo sx	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,16	0,32	OK
1	campata	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,08	0,32	OK
1	estremo dx	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,16	0,32	OK

Armatura trasversale (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.2.2)

Campata	Zona	Φstaffe [mm]	Φstaffe,min [mm]	Verifica	Passo [cm]	Passomax [cm]	Verifica
1	estremo sx	8	6	OK	15	15	OK
1	campata	8	6	OK	17	17,9	OK
1	estremo dx	8	6	OK	15	15	OK

14. TRAVE DI FONDAZIONE TF.15

Caratteristiche dell'armatura



Lunghezza totale: 6,30 m
Calcestruzzo: C25/30

Numero di campate: 1
Acciaio d'armatura: B450C

Armatura longitudinale

Posizione	Tipologia di ferro	Barre	As [cm ²]	Lunghezza di calcolo [cm]	Ancoraggio [cm]	Lunghezza complessiva [cm]
1	Corrente - Superiore	6 Ø 14	9,24	651	32	683
2	Corrente - Inferiore	6 Ø 14	9,24	651	32	683

La lunghezza di calcolo delle barre è al netto dell'ancoraggio.

Armatura trasversale

Campata	Ampiezza campo [cm]	Φ [mm]	Passo s [cm]	Ast [cm ²]	Bracci
1	651	8	17	2,01	4

Verifiche agli stati limite ultimi (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1)

Combinazione di calcolo: SLU statica

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	ϵ_c [‰]	ϵ_s [‰]	Campo	ξ	ξ_{lim}	Verifica
1	0,00	6 965	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
1	3,15	-5 407	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
1	6,30	7 251	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK

La verifica assicura un comportamento duttile per strutture iperstatiche e si intende soddisfatta quando $\xi < \xi_{lim}$

Verifica di resistenza a flessione (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.2)

Andamento della sollecitazione flessionale: momento sollecitante e momento resistente.



Momento massimo

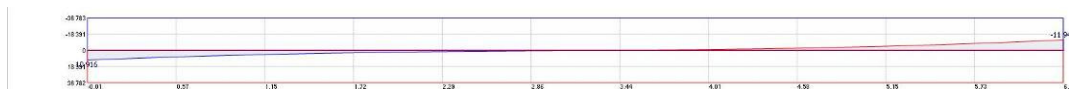
Momento minimo

Momento resistente

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	As inf [cm ²]	As sup [cm ²]	Mrd [daN m]	Mrd/Msd	Verifica
1	0,00	6 965	9,24	9,24	12 187	1,75	OK
1	3,15	-5 407	9,24	9,24	-12 187	2,25	OK
1	6,30	7 251	9,24	9,24	12 187	1,68	OK

Verifica di resistenza a taglio (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.3)

Andamento della sollecitazione tagliante.



Taglio massimo

Taglio minimo

Taglio resistente

Campata	Ascissa [m]	α	θ	Vsd [daN]	VRd [daN]	VRsd [daN]	VRcd [daN]	Verifica
1	-0,12	90°	21,8	11 624	11 686	41 445	65 921	OK
1	6,39	90°	21,8	12 530	11 476	36 783	58 505	OK

α : angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave.

θ : inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave. θ rispetta il limite: $1 \leq \cotan\theta \leq 2,5$ (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.3.2)

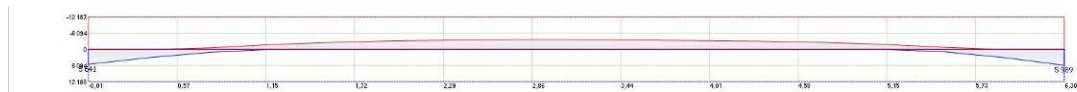
Combinazione di calcolo: SLU sisma

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	ϵ_c [‰]	ϵ_s [‰]	Campo	ξ	ξ_{lim}	Verifica
1	0,00	5 641	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
1	3,15	-3 673	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
1	3,54	-3 296	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK
1	6,30	5 989	3,50	24,40	III	0,125	0,45	OK

La verifica assicura un comportamento duttile per strutture iperstatiche e si intende soddisfatta quando $\xi < \xi_{lim}$

Verifica di resistenza a flessione (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.2)

Andamento della sollecitazione flessionale: momento sollecitante e momento resistente.



Momento massimo

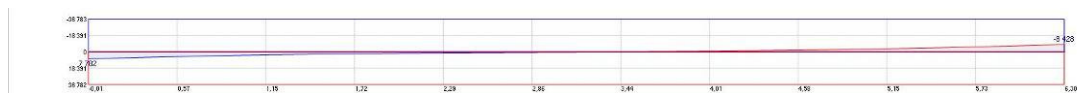
Momento minimo

Momento resistente

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	As inf [cm ²]	As sup [cm ²]	Mrd [daN m]	Mrd/Msd	Verifica
1	0,00	5 641	9,24	9,24	12 187	2,16	OK
1	3,15	-3 673	9,24	9,24	-12 187	3,32	OK
1	3,54	-3 296	9,24	9,24	-12 187	3,70	OK
1	6,30	5 989	9,24	9,24	12 187	2,04	OK

Verifica di resistenza a taglio (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.3)

Andamento della sollecitazione tagliante.



Taglio massimo

Taglio minimo

Taglio resistente

Campata	Ascissa [m]	α	θ	Vsd [daN]	VRd [daN]	VRsd [daN]	VRcd [daN]	Verifica
1	-0,12	90°	21,8	8 277	11 686	41 445	65 921	OK
1	6,39	90°	21,8	8 817	11 476	36 783	58 505	OK

α : angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave.

θ : inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave. θ rispetta il limite: $1 \leq \cotan \theta \leq 2,5$ (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.3.2)

Verifiche agli stati limite di esercizio (cfr NTC 2008 § 4.1.2.2)

Verifica di fessurazione (cfr NTC 2008 § 4.1.2.2.4)

CONDIZIONI AMBIENTALI: Ambiente Ordinario

Combinazione frequente.

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	Asinf [cm ²]	Assup [cm ²]	Wm [mm]	Wd [mm]	Wlim [mm]	Verifica
1	0,00	4 540	9,24	9,24	0,064	0,108	0,400	OK
1	3,15	-3 444	9,24	9,24	0,000	0,000	0,400	OK
1	6,30	4 508	9,24	9,24	0,062	0,105	0,400	OK

Combinazione quasi permanente.

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	Asinf [cm ²]	Assup [cm ²]	Wm [mm]	Wd [mm]	Wlim [mm]	Verifica
1	0,00	4 540	9,24	9,24	0,064	0,108	0,300	OK
1	3,15	-3 444	9,24	9,24	0,000	0,000	0,300	OK
1	6,30	4 508	9,24	9,24	0,062	0,105	0,300	OK

Verifica delle tensioni di esercizio (cfr NTC 2008 § 4.1.2.2.5)

Combinazione rara.

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	As inf [cm ²]	As sup [cm ²]	σ_c [daN/cm ²]]	σ_c limite [daN/cm ²]]	$\sigma_{s,t}$ [daN/cm ²]]	$\sigma_{s,c}$ [daN/cm ²]]	σ_s limite [daN/cm ²]]	Verifica
1	0,00	4 928	9,24	9,24	-37,5	-149,4	1 655,0	-281,8	3 600,0	OK
1	3,15	-3 777	9,24	9,24	-28,8	-149,4	1 268,4	-216,0	3 600,0	OK
1	6,30	5 001	9,24	9,24	-38,1	-149,4	1 679,3	-286,0	3 600,0	OK

σ_c limite: tensione limite di compressione del calcestruzzo calcolata con la formula 4.1.40 § 4.1.2.2.5

σ_s limite: tensione limite di compressione del calcestruzzo calcolata con la formula 4.1.42 § 4.1.2.2.5

Combinazione quasi permanente.

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	Ac [cm ²]	Asinf [cm ²]	Assup [cm ²]	σ_c [daN/cm ²]	σ_c limite [daN/cm ²]	Verifica
1	0,00	4 540	3 000,00	9,24	9,24	-34,6	-112,1	OK
1	3,15	-3 444	3 000,00	9,24	9,24	-26,2	-112,1	OK
1	6,30	4 508	3 000,00	9,24	9,24	-34,3	-112,1	OK

σ_c limite: tensione limite di compressione del calcestruzzo calcolata con la formula 4.1.41 § 4.1.2.2.5

14.1 Verifiche geometriche dell'armatura Tf-0-15

Verifiche di dettaglio costruttivo (cfr NTC 2008 § 4.1.2.2.5)

Lunghezze critiche e vincoli geometrici (cfr. NTC2008 - § 4.1.6.1.1 e § 7.4.6.1.1)

Campata	Lunghezza [m]	Sezione	B min [cm]	B [cm]	B max [cm]	Verifica	H [cm]	B/H min	B/H	Verifica	Zona Critica [cm]
1	630	SCALV-BAR-FOND	20	75	115	ok	40	0,25	1,88	ok	40

CRITERIO STATICO

Armatura longitudinale (cfr. NTC2008 - § 4.1.6.1.1)

Campata	Zona	Ascissa [cm]	As,c [cm ²]	As,c,max [cm ²]	As,t,min [cm ²]	As,t [cm ²]	As,t,max [cm ²]	Verifica
1	estremo sx	0,2	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
1	campata	0,0	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK
1	estremo dx	6,2	9,24	36,00	4,10	9,24	103,50	OK

Armatura trasversale (cfr. NTC2008 - § 4.1.6.1.1)

Campata	Zona	Astasse min [mm ² /m]	Astasse [mm ² /m]	Verifica	Passo [cm]	Passomax [cm]	Verifica
1	estremo sx	11,3	11,8	OK	17	17,9	OK
1	campata	11,3	11,8	OK	17	17,9	OK
1	estremo dx	11,3	11,8	OK	17	17,9	OK

CRITERIO SISMICO

Armatura longitudinale (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.2.1)

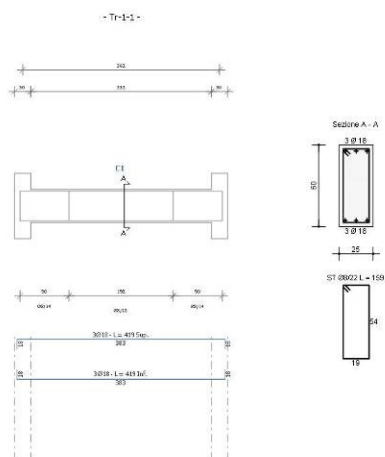
Campata	Zona	Φ [mm]	Φmin [mm]	Verifica	Φ inf n°	Φ sup n°	Φ min n°	Verifica	pt,min %	pt %	pt,max %	pc,max %	pc %	Verifica
1	estremo sx	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,16	0,32	OK
1	campata	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,08	0,32	OK
1	estremo dx	14	14	OK	6	6	2	OK	0,31	0,32	1,09	0,16	0,32	OK

Armatura trasversale (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.2.2)

Campata	Zona	Φstaffe [mm]	Φstaffe,min [mm]	Verifica	Passo [cm]	Passomax [cm]	Verifica
1	estremo sx	8	6	OK	17	15	OK
1	campata	8	6	OK	17	17,9	OK
1	estremo dx	8	6	OK	17	15	OK

15. TRAVE TR.01

Caratteristiche dell'armatura



Lunghezza totale: 3,62 m

Calcestruzzo: C25/30

Numero di campate: 1

Acciaio d'armatura: B450C

Armatura longitudinale

Posizione	Tipologia di ferro	Barre	As [cm ²]	Lunghezza di calcolo [cm]	Ancoraggio [cm]	Lunghezza complessiva [cm]
1	Corrente - Superiore	3 Ø 18	7,63	383	36	419
2	Corrente - Inferiore	3 Ø 18	7,63	383	36	419

La lunghezza di calcolo delle barre è al netto dell'ancoraggio.

Armatura trasversale

Campata	Ampiezza campo [cm]	Φ [mm]	Passo s [cm]	Ast [cm ²]	Bracci
1	90	8	14	1,01	2
1	192	8	22	1,01	2
1	90	8	14	1,01	2

Verifiche agli stati limite ultimi (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1)

Combinazione di calcolo: SLU statica

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	ϵ_c [‰]	ϵ_s [‰]	Campo	ξ	ξ_{lim}	Verifica
1	0,00	-5 617	3,50	29,15	III	0,107	0,45	OK
1	1,58	1 891	3,50	29,15	III	0,107	0,45	OK
1	1,81	10 606	3,50	29,15	III	0,107	0,45	OK
1	3,62	-5 615	3,50	29,15	III	0,107	0,45	OK

La verifica assicura un comportamento duttile per strutture iperstatiche e si intende soddisfatta quando $\xi < \xi_{lim}$

Verifica di resistenza a flessione (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.2)

Andamento della sollecitazione flessionale: momento sollecitante e momento resistente.



Momento massimo

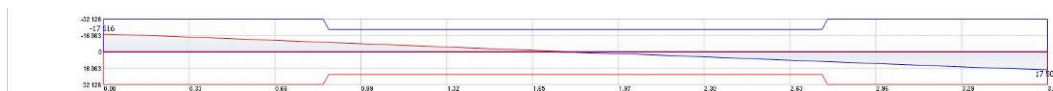
Momento minimo

Momento resistente

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	As inf [cm ²]	As sup [cm ²]	Mrd [daN m]	Mrd/Msd	Verifica
1	0,00	-5 617	7,63	7,63	-15 557	2,77	OK
1	1,58	1 891	7,63	7,63	15 557	8,23	OK
1	1,81	10 606	7,63	7,63	15 557	1,47	OK
1	3,62	-5 615	7,63	7,63	-15 557	2,77	OK

Verifica di resistenza a taglio (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.3)

Andamento della sollecitazione tagliante.



Taglio massimo

Taglio minimo

Taglio resistente

Campata	Ascissa [m]	α	θ	Vsd [daN]	VRd [daN]	VRsd [daN]	VRcd [daN]	Verifica
1	-0,05	90°	23,6	17 958	6 376	32 126	32 321	OK
1	0,85	90°	23,6	9 609	6 376	32 126	32 321	OK
1	0,85	90°	21,8	9 411	6 376	22 218	30 489	OK
1	2,77	90°	21,8	9 412	6 376	22 218	30 489	OK
1	2,77	90°	23,6	9 610	6 376	32 126	32 321	OK
1	3,67	90°	23,6	17 825	6 376	32 126	32 321	OK

α : angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave.

θ : inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave. θ rispetta il limite: $1 \leq \cotan \theta \leq 2,5$ (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.3.2)

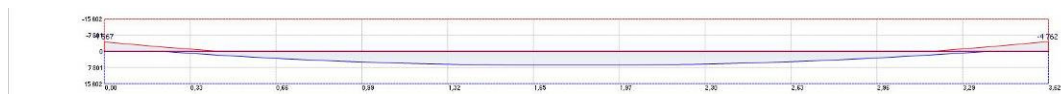
Combinazione di calcolo: SLU sisma

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	ϵ_c [‰]	ϵ_s [‰]	Campo	ξ	ξ_{lim}	Verifica
1	0,00	-4 567	3,50	29,15	III	0,107	0,45	OK
1	1,58	6 613	3,50	29,15	III	0,107	0,45	OK
1	1,81	6 571	3,50	29,15	III	0,107	0,45	OK
1	3,62	-4 762	3,50	29,15	III	0,107	0,45	OK

La verifica assicura un comportamento duttile per strutture iperstatiche e si intende soddisfatta quando $\xi < \xi_{lim}$

Verifica di resistenza a flessione (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.2)

Andamento della sollecitazione flessionale: momento sollecitante e momento resistente.



Momento massimo

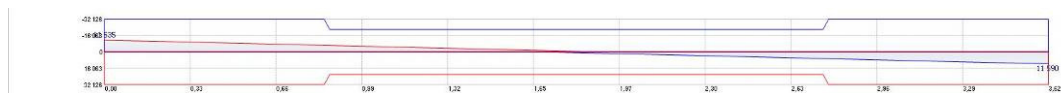
Momento minimo

Momento resistente

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	As inf [cm ²]	As sup [cm ²]	Mrd [daN m]	Mrd/Msd	Verifica
1	0,00	-4 567	7,63	7,63	-15 557	3,41	OK
1	1,58	6 613	7,63	7,63	15 557	2,35	OK
1	1,81	6 571	7,63	7,63	15 557	2,37	OK
1	3,62	-4 762	7,63	7,63	-15 557	3,27	OK

Verifica di resistenza a taglio (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.3)

Andamento della sollecitazione tagliante.



Taglio massimo

Taglio minimo

Taglio resistente

Campata	Ascissa [m]	α	θ	Vsd [daN]	VRd [daN]	VRsd [daN]	VRcd [daN]	Verifica
1	-0,05	90°	23,6	11 748	6 376	32 126	32 321	OK
1	0,85	90°	23,6	6 558	6 376	32 126	32 321	OK
1	0,85	90°	21,8	6 435	6 376	22 218	30 489	OK
1	2,77	90°	21,8	6 561	6 376	22 218	30 489	OK
1	2,77	90°	23,6	6 684	6 376	32 126	32 321	OK
1	3,67	90°	23,6	11 791	6 376	32 126	32 321	OK

α : angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave.

θ : inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave. θ rispetta il limite: $1 \leq \cotan \theta \leq 2,5$ (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.3.2)

Verifiche agli stati limite di esercizio (cfr NTC 2008 § 4.1.2.2)

Verifica di fessurazione (cfr NTC 2008 § 4.1.2.2.4)

CONDIZIONI AMBIENTALI: Ambiente Ordinario

Combinazione frequente.

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	Asinf [cm ²]	Assup [cm ²]	Wm [mm]	Wd [mm]	Wlim [mm]	Verifica
1	0,00	-3 362	7,63	7,63	0,012	0,020	0,400	OK
1	1,58	1 891	7,63	7,63	0,000	0,000	0,400	OK
1	3,62	-3 587	7,63	7,63	0,019	0,032	0,400	OK

Combinazione quasi permanente.

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	Asinf [cm ²]	Assup [cm ²]	Wm [mm]	Wd [mm]	Wlim [mm]	Verifica
1	0,00	-3 362	7,63	7,63	0,012	0,020	0,300	OK
1	1,58	1 891	7,63	7,63	0,000	0,000	0,300	OK
1	3,62	-3 587	7,63	7,63	0,019	0,032	0,300	OK

Verifica delle tensioni di esercizio (cfr NTC 2008 § 4.1.2.2.5)

Combinazione rara.

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	As inf [cm ²]	As sup [cm ²]	σc [daN/cm ²]]	σc limite [daN/cm ²]]	σs,t [daN/cm ²]]	σs,c [daN/cm ²]]	σs limite [daN/cm ²]]	Verifica
1	0,00	-3 799	7,63	7,63	-26,7	-149,4	987,3	-287,8	3 600,0	OK
1	1,58	1 891	7,63	7,63	-13,3	-149,4	491,4	-143,2	3 600,0	OK
1	1,81	7 320	7,63	7,63	-51,4	-149,4	1 902,1	-554,4	3 600,0	OK
1	3,62	-3 946	7,63	7,63	-27,7	-149,4	1 025,4	-298,9	3 600,0	OK

σc limite: tensione limite di compressione del calcestruzzo calcolata con la formula 4.1.40 § 4.1.2.2.5

σs limite: tensione limite di compressione del calcestruzzo calcolata con la formula 4.1.42 § 4.1.2.2.5

Combinazione quasi permanente.

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	Ac [cm ²]	Asinf [cm ²]	Assup [cm ²]	σc [daN/cm ²]	σc limite [daN/cm ²]	Verifica
1	0,00	-3 362	1 500,00	7,63	7,63	-23,6	-112,1	OK
1	1,58	1 891	1 500,00	7,63	7,63	-13,3	-112,1	OK
1	1,81	6 592	1 500,00	7,63	7,63	-46,3	-112,1	OK
1	3,62	-3 587	1 500,00	7,63	7,63	-25,2	-112,1	OK

σc limite: tensione limite di compressione del calcestruzzo calcolata con la formula 4.1.41 § 4.1.2.2.5

15.1 Verifiche geometriche dell'armatura Tr-1-1

Verifiche di dettaglio costruttivo (cfr NTC 2008 § 4.1.2.2.5)

Lunghezze critiche e vincoli geometrici (cfr. NTC2008 - § 4.1.6.1.1 e § 7.4.6.1.1)

Campata	Lunghezza [m]	Sezione	B min [cm]	B [cm]	B max [cm]	Verifica	H [cm]	B/H min	B/H	Verifica	Zona Critica [cm]
1	362	SCAL-BAR- 25X60	20	25	85	ok	60	0,25	0,42	ok	60

CRITERIO STATICO

Armatura longitudinale (cfr. NTC2008 - § 4.1.6.1.1)

Campata	Zona	Ascissa [cm]	As,c [cm ²]	As,c,max [cm ²]	As,t,min [cm ²]	As,t [cm ²]	As,t,max [cm ²]	Verifica
1	estremo sx	0,2	7,63	36,00	2,11	7,63	54,50	OK
1	campata	0,0	7,63	36,00	2,11	7,63	54,50	OK
1	estremo dx	3,5	7,63	36,00	2,11	7,63	54,50	OK

Armatura trasversale (cfr. NTC2008 - § 4.1.6.1.1)

Campata	Zona	Astasse min [mm ² /m]	Astasse [mm ² /m]	Verifica	Passo [cm]	Passomax [cm]	Verifica
1	estremo sx	3,8	7,2	OK	14	26,8	OK
1	campata	3,8	4,6	OK	22	26,8	OK
1	estremo dx	3,8	7,2	OK	14	26,8	OK

CRITERIO SISMICO

Armatura longitudinale (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.2.1)

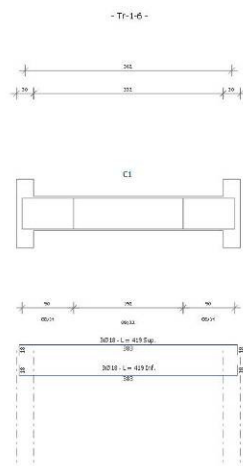
Campata	Zona	Φ [mm]	Φmin [mm]	Verifica	Φ inf n°	Φ sup n°	Φ min n°	Verifica	pt,min %	pt %	pt,max %	pc,max %	pc %	Verifica
1	estremo sx	18	14	OK	3	3	2	OK	0,31	0,53	1,29	0,26	0,53	OK
1	campata	18	14	OK	3	3	2	OK	0,31	0,53	1,29	0,13	0,53	OK
1	estremo dx	18	14	OK	3	3	2	OK	0,31	0,53	1,29	0,26	0,53	OK

Armatura trasversale (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.2.2)

Campata	Zona	Φstasse [mm]	Φstasse,min [mm]	Verifica	Passo [cm]	Passomax [cm]	Verifica
1	estremo sx	8	6	OK	14	14,3	OK
1	campata	8	6	OK	22	22,5	OK
1	estremo dx	8	6	OK	14	14,3	OK

16. TRAVE TR.06

Caratteristiche dell'armatura



Lunghezza totale: 3,62 m
Calcestruzzo: C25/30

Numero di campate: 1
Acciaio d'armatura: B450C

Armatura longitudinale

Posizione	Tipologia di ferro	Barre	As [cm ²]	Lunghezza di calcolo [cm]	Ancoraggio [cm]	Lunghezza complessiva [cm]
1	Corrente - Superiore	3 Ø 18	7,63	383	36	419
2	Corrente - Inferiore	3 Ø 18	7,63	383	36	419

La lunghezza di calcolo delle barre è al netto dell'ancoraggio.

Armatura trasversale

Campata	Ampiezza campo [cm]	Φ [mm]	Passo s [cm]	Ast [cm ²]	Bracci
1	90	8	14	1,01	2
1	192	8	22	1,01	2
1	90	8	14	1,01	2

Verifiche agli stati limite ultimi (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1)

Combinazione di calcolo: SLU statica

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	ϵ_c [‰]	ϵ_s [‰]	Campo	ξ	ξ_{lim}	Verifica
1	0,00	-3 444	3,50	29,15	III	0,107	0,45	OK
1	2,26	3 293	3,50	29,15	III	0,107	0,45	OK
1	3,62	472	3,50	29,15	III	0,107	0,45	OK

La verifica assicura un comportamento duttile per strutture iperstatiche e si intende soddisfatta quando $\xi < \xi_{lim}$

Verifica di resistenza a flessione (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.2)

Andamento della sollecitazione flessionale: momento sollecitante e momento resistente.



Momento massimo

Momento minimo

Momento resistente

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	As inf [cm ²]	As sup [cm ²]	Mrd [daN m]	Mrd/Msd	Verifica
1	0,00	-3 444	7,63	7,63	-15 557	4,52	OK
1	2,26	3 293	7,63	7,63	15 557	4,72	OK
1	3,62	472	7,63	7,63	15 557	32,95	OK

Verifica di resistenza a taglio (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.3)

Andamento della sollecitazione tagliante.



Taglio massimo

Taglio minimo

Taglio resistente

Campata	Ascissa [m]	α	θ	Vsd [daN]	VRd [daN]	VRsd [daN]	VRcd [daN]	Verifica
1	-0,05	90°	23,6	6 342	6 376	32 126	32 321	OK
1	0,85	90°	23,6	3 810	6 376	32 126	32 321	OK
1	0,85	90°	21,8	3 752	6 376	22 218	30 489	OK
1	2,77	90°	21,8	1 788	6 376	22 218	30 489	OK
1	2,77	90°	23,6	1 845	6 376	32 126	32 321	OK
1	3,67	90°	23,6	4 378	6 376	32 126	32 321	OK

α : angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave.

θ : inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave. θ rispetta il limite: $1 \leq \cotan\theta \leq 2,5$ (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.3.2)

Combinazione di calcolo: SLU sisma

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	ϵ_c [‰]	ϵ_s [‰]	Campo	ξ	ξ_{lim}	Verifica
1	0,00	587	3,50	29,15	III	0,107	0,45	OK
1	0,00	-5 261	3,50	29,15	III	0,107	0,45	OK
1	1,81	2 010	3,50	29,15	III	0,107	0,45	OK
1	3,17	3 453	3,50	29,15	III	0,107	0,45	OK
1	3,62	3 168	3,50	29,15	III	0,107	0,45	OK
1	3,62	-2 564	3,50	29,15	III	0,107	0,45	OK

La verifica assicura un comportamento duttile per strutture iperstatiche e si intende soddisfatta quando $\xi < \xi_{lim}$

Verifica di resistenza a flessione (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.2)

Andamento della sollecitazione flessionale: momento sollecitante e momento resistente.



Momento massimo

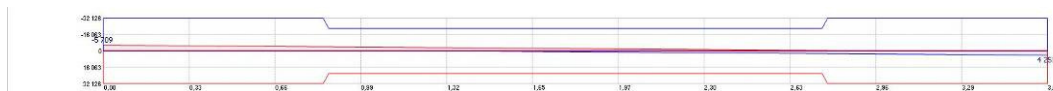
Momento minimo

Momento resistente

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	As inf [cm ²]	As sup [cm ²]	Mrd [daN m]	Mrd/Msd	Verifica
1	0,00	587	7,63	7,63	15 557	26,50	OK
1	0,00	-5 261	7,63	7,63	-15 557	2,96	OK
1	1,81	2 010	7,63	7,63	15 557	7,74	OK
1	3,17	3 453	7,63	7,63	15 557	4,51	OK
1	3,62	3 168	7,63	7,63	15 557	4,91	OK
1	3,62	-2 564	7,63	7,63	-15 557	6,07	OK

Verifica di resistenza a taglio (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.3)

Andamento della sollecitazione tagliante.



Taglio massimo

Taglio minimo

Taglio resistente

Campata	Ascissa [m]	α	θ	Vsd [daN]	VRd [daN]	VRsd [daN]	VRcd [daN]	Verifica
1	-0,05	90°	23,6	5 784	6 376	32 126	32 321	OK
1	0,85	90°	23,6	4 140	6 376	32 126	32 321	OK
1	0,85	90°	21,8	4 103	6 376	22 218	30 489	OK
1	2,77	90°	21,8	2 645	6 376	22 218	30 489	OK
1	2,77	90°	23,6	2 682	6 376	32 126	32 321	OK
1	3,67	90°	23,6	4 326	6 376	32 126	32 321	OK

α : angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave.

θ : inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave. θ rispetta il limite: $1 \leq \cotan \theta \leq 2,5$ (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.3.2)

Verifiche agli stati limite di esercizio (cfr NTC 2008 § 4.1.2.2)

Verifica di fessurazione (cfr NTC 2008 § 4.1.2.2.4)

CONDIZIONI AMBIENTALI: Ambiente Ordinario

Combinazione frequente.

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	Asinf [cm ²]	Assup [cm ²]	Wm [mm]	Wd [mm]	Wlim [mm]	Verifica
1	0,00	-2 404	7,63	7,63	0,000	0,000	0,400	OK
1	2,26	2 181	7,63	7,63	0,000	0,000	0,400	OK
1	3,62	326	7,63	7,63	0,000	0,000	0,400	OK

Combinazione quasi permanente.

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	Asinf [cm ²]	Assup [cm ²]	Wm [mm]	Wd [mm]	Wlim [mm]	Verifica
1	0,00	-2 404	7,63	7,63	0,000	0,000	0,300	OK
1	2,26	2 181	7,63	7,63	0,000	0,000	0,300	OK
1	3,62	326	7,63	7,63	0,000	0,000	0,300	OK

Verifica delle tensioni di esercizio (cfr NTC 2008 § 4.1.2.2.5)

Combinazione rara.

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	As inf [cm ²]	As sup [cm ²]	σc [daN/cm ²]]	σc limite [daN/cm ²]]	σs,t [daN/cm ²]]	σs,c [daN/cm ²]]	σs limite [daN/cm ²]]	Verifica
1	0,00	-2 612	7,63	7,63	-18,3	-149,4	678,9	-197,9	3 600,0	OK
1	2,26	2 483	7,63	7,63	-17,4	-149,4	645,2	-188,1	3 600,0	OK
1	3,62	353	7,63	7,63	-2,5	-149,4	91,7	-26,7	3 600,0	OK

σc limite: tensione limite di compressione del calcestruzzo calcolata con la formula 4.1.40 § 4.1.2.2.5

σs limite: tensione limite di compressione del calcestruzzo calcolata con la formula 4.1.42 § 4.1.2.2.5

Combinazione quasi permanente.

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	Ac [cm ²]	Asinf [cm ²]	Assup [cm ²]	σc [daN/cm ²]	σc limite [daN/cm ²]	Verifica
1	0,00	-2 404	1 500,00	7,63	7,63	-16,9	-112,1	OK
1	2,26	2 181	1 500,00	7,63	7,63	-15,3	-112,1	OK
1	3,62	326	1 500,00	7,63	7,63	-2,3	-112,1	OK

σc limite: tensione limite di compressione del calcestruzzo calcolata con la formula 4.1.41 § 4.1.2.2.5

16.1 Verifiche geometriche dell'armatura Tr-1-6

Verifiche di dettaglio costruttivo (cfr NTC 2008 § 4.1.2.2.5)

Lunghezze critiche e vincoli geometrici (cfr. NTC2008 - § 4.1.6.1.1 e § 7.4.6.1.1)

Campata	Lunghezza [m]	Sezione	B min [cm]	B [cm]	B max [cm]	Verifica	H [cm]	B/H min	B/H	Verifica	Zona Critica [cm]
1	362	SCAL-BAR- 25X60	20	25	85	ok	60	0,25	0,42	ok	60

CRITERIO STATICO

Armatura longitudinale (cfr. NTC2008 - § 4.1.6.1.1)

Campata	Zona	Ascissa [cm]	As,c [cm ²]	As,c,max [cm ²]	As,t,min [cm ²]	As,t [cm ²]	As,t,max [cm ²]	Verifica
1	estremo sx	0,2	7,63	36,00	2,11	7,63	54,50	OK
1	campata	0,0	7,63	36,00	2,11	7,63	54,50	OK
1	estremo dx	3,5	7,63	36,00	2,11	7,63	54,50	OK

Armatura trasversale (cfr. NTC2008 - § 4.1.6.1.1)

Campata	Zona	Astasse min [mm ² /m]	Astasse [mm ² /m]	Verifica	Passo [cm]	Passomax [cm]	Verifica
1	estremo sx	3,8	7,2	OK	14	26,8	OK
1	campata	3,8	4,6	OK	22	26,8	OK
1	estremo dx	3,8	7,2	OK	14	26,8	OK

CRITERIO SISMICO

Armatura longitudinale (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.2.1)

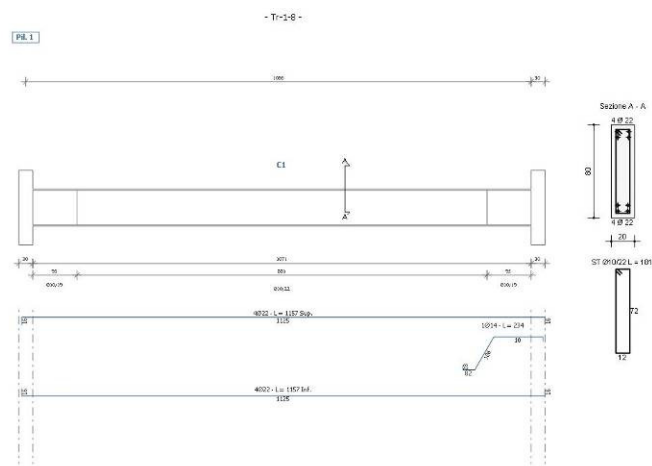
Campata	Zona	Φ [mm]	Φmin [mm]	Verifica	Φ inf n°	Φ sup n°	Φ min n°	Verifica	pt,min %	pt %	pt,max %	pc,max %	pc %	Verifica
1	estremo sx	18	14	OK	3	3	2	OK	0,31	0,53	1,29	0,26	0,53	OK
1	campata	18	14	OK	3	3	2	OK	0,31	0,53	1,29	0,13	0,53	OK
1	estremo dx	18	14	OK	3	3	2	OK	0,31	0,53	1,29	0,26	0,53	OK

Armatura trasversale (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.2.2)

Campata	Zona	Φstasse [mm]	Φstasse,min [mm]	Verifica	Passo [cm]	Passomax [cm]	Verifica
1	estremo sx	8	6	OK	14	14,3	OK
1	campata	8	6	OK	22	22,5	OK
1	estremo dx	8	6	OK	14	14,3	OK

17. TRAVE TR.08

Caratteristiche dell'armatura



Lunghezza totale: 11,01 m
Calcestruzzo: C25/30

Numero di campate: 1
Acciaio d'armatura: B450C

Armatura longitudinale

Posizione	Tipologia di ferro	Barre	As [cm ²]	Lunghezza di calcolo [cm]	Ancoraggio [cm]	Lunghezza complessiva [cm]
1	Corrente - Superiore	4 Ø 22	15,21	1 125	32	1 157
2	Corrente - Inferiore	4 Ø 22	15,21	1 125	32	1 157
3	Piegato destro - Inferiore	1 Ø 14	1,54	214	20	234

La lunghezza di calcolo delle barre è al netto dell'ancoraggio.

Armatura trasversale

Campata	Ampiezza campo [cm]	Φ [mm]	Passo s [cm]	Ast [cm ²]	Bracci
1	95	10	19	1,57	2
1	881	10	22	1,57	2
1	95	10	19	1,57	2

Verifiche agli stati limite ultimi (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1)

Combinazione di calcolo: SLU statica

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	ϵ_c [‰]	ϵ_s [‰]	Campo	ξ	ξ_{lim}	Verifica
1	0,00	-15 650	3,50	18,10	III	0,162	0,45	OK
1	4,82	36 753	3,50	18,10	III	0,162	0,45	OK
1	11,01	-41 240	3,50	16,80	III	0,172	0,45	OK

La verifica assicura un comportamento duttile per strutture iperstatiche e si intende soddisfatta quando $\xi < \xi_{lim}$

Verifica di resistenza a flessione (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.2)

Andamento della sollecitazione flessionale: momento sollecitante e momento resistente.



Momento massimo

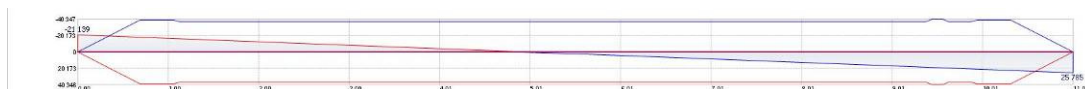
Momento minimo

Momento resistente

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	As inf [cm ²]	As sup [cm ²]	Mrd [daN m]	Mrd/Msd	Verifica
1	0,00	-15 650	15,21	15,21	-39 077	2,50	OK
1	4,82	36 753	15,21	15,21	39 077	1,06	OK
1	11,01	-41 240	15,21	16,74	-42 858	1,04	OK

Verifica di resistenza a taglio (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.3)

Andamento della sollecitazione tagliante.



Taglio massimo

Taglio minimo

Taglio resistente

Campata	Ascissa [m]	α	θ	Vsd [daN]	VRd [daN]	VRsd [daN]	VRcd [daN]	Verifica
1	0,15	90°	28,7	20 457	7 959	39 407	39 637	OK
1	1,10	90°	28,7	16 496	7 959	39 407	39 637	OK
1	1,10	90°	26,5	16 410	7 959	37 371	37 576	OK
1	9,91	90°	26,5	21 056	8 219	37 371	37 576	OK
1	9,91	90°	28,7	21 141	8 219	39 407	39 637	OK
1	10,86	90°	28,7	25 103	8 219	39 407	39 637	OK

α : angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave.

θ : inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave. θ rispetta il limite: $1 \leq \cotan \theta \leq 2,5$ (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.3.2)

Combinazione di calcolo: SLU sisma

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	ϵ_c [‰]	ϵ_s [‰]	Campo	ξ	ξ_{lim}	Verifica
1	0,00	-9 451	3,50	18,10	III	0,162	0,45	OK
1	4,82	21 517	3,50	18,10	III	0,162	0,45	OK
1	11,01	-24 673	3,50	16,80	III	0,172	0,45	OK

La verifica assicura un comportamento duttile per strutture iperstatiche e si intende soddisfatta quando $\xi < \xi_{lim}$

Verifica di resistenza a flessione (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.2)

Andamento della sollecitazione flessionale: momento sollecitante e momento resistente.



Momento massimo

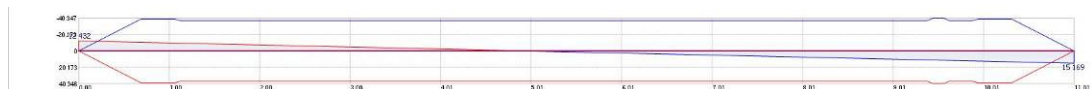
Momento minimo

Momento resistente

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	As inf [cm ²]	As sup [cm ²]	Mrd [daN m]	Mrd/Msd	Verifica
1	0,00	-9 451	15,21	15,21	-39 077	4,13	OK
1	4,82	21 517	15,21	15,21	39 077	1,82	OK
1	11,01	-24 673	15,21	16,74	-42 858	1,74	OK

Verifica di resistenza a taglio (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.3)

Andamento della sollecitazione tagliante.



Taglio massimo

Taglio minimo

Taglio resistente

Campata	Ascissa [m]	α	θ	Vsd [daN]	VRd [daN]	VRsd [daN]	VRcd [daN]	Verifica
1	0,15	90°	28,7	12 033	7 959	39 407	39 637	OK
1	1,10	90°	28,7	9 715	7 959	39 407	39 637	OK
1	1,10	90°	26,5	9 665	7 959	37 371	37 576	OK
1	9,91	90°	26,5	12 402	8 219	37 371	37 576	OK
1	9,91	90°	28,7	12 452	8 219	39 407	39 637	OK
1	10,86	90°	28,7	14 770	8 219	39 407	39 637	OK

α : angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave.

θ : inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave. θ rispetta il limite: $1 \leq \cotan \theta \leq 2,5$ (cfr NTC 2008 § 4.1.2.1.3.2)

Verifiche agli stati limite di esercizio (cfr NTC 2008 § 4.1.2.2)

Verifica di fessurazione (cfr NTC 2008 § 4.1.2.2.4)

CONDIZIONI AMBIENTALI: Ambiente Ordinario

Combinazione frequente.

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	Asinf [cm ²]	Assup [cm ²]	Wm [mm]	Wd [mm]	Wlim [mm]	Verifica
1	0,00	-9 115	15,21	15,21	0,046	0,078	0,400	OK
1	4,82	21 494	15,21	15,21	0,143	0,244	0,400	OK
1	11,01	-24 190	15,21	16,74	0,139	0,236	0,400	OK

Combinazione quasi permanente.

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	Asinf [cm ²]	Assup [cm ²]	Wm [mm]	Wd [mm]	Wlim [mm]	Verifica
1	0,00	-9 115	15,21	15,21	0,046	0,078	0,300	OK
1	4,82	21 494	15,21	15,21	0,143	0,244	0,300	OK
1	11,01	-24 190	15,21	16,74	0,139	0,236	0,300	OK

Verifica delle tensioni di esercizio (cfr NTC 2008 § 4.1.2.2.5)

Combinazione rara.

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	As inf [cm ²]	As sup [cm ²]	σc [daN/cm ²]]	σc limite [daN/cm ²]]	σs,t [daN/cm ²]]	σs,c [daN/cm ²]]	σs limite [daN/cm ²]]	Verifica
1	0,00	-10 603	15,21	15,21	-42,4	-149,4	1 171,7	-481,4	3 600,0	OK
1	4,82	24 949	15,21	15,21	-97,5	-149,4	2 737,9	-1 119,6	3 600,0	OK
1	11,01	-28 038	15,21	16,74	-108,9	-149,4	2 834,3	-1 250,9	3 600,0	OK

σc limite: tensione limite di compressione del calcestruzzo calcolata con la formula 4.1.40 § 4.1.2.2.5

σs limite: tensione limite di compressione del calcestruzzo calcolata con la formula 4.1.42 § 4.1.2.2.5

Combinazione quasi permanente.

Campata	Ascissa [m]	Msd [daN m]	Ac [cm ²]	Asinf [cm ²]	Assup [cm ²]	σc [daN/cm ²]	σc limite [daN/cm ²]	Verifica
1	0,00	-9 115	1 600,00	15,21	15,21	-36,5	-112,1	OK
1	4,82	21 494	1 600,00	15,21	15,21	-84,0	-112,1	OK
1	11,01	-24 190	1 600,00	15,21	16,74	-93,9	-112,1	OK

σc limite: tensione limite di compressione del calcestruzzo calcolata con la formula 4.1.41 § 4.1.2.2.5

17.1. Verifiche geometriche dell'armatura Tr-1-8

Verifiche di dettaglio costruttivo (cfr NTC 2008 § 4.1.2.2.5)

Lunghezze critiche e vincoli geometrici (cfr. NTC2008 - § 4.1.6.1.1 e § 7.4.6.1.1)

Campata	Lunghezza [m]	Sezione	B min [cm]	B [cm]	B max [cm]	Verifica	H [cm]	B/H min	B/H	Verifica	Zona Critica [cm]
1	1 101	SCALV-BAR- 20X80	20	20	100	ok	80	0,25	0,25	ok	80

CRITERIO STATICO

Armatura longitudinale (cfr. NTC2008 - § 4.1.6.1.1)

Campata	Zona	Ascissa [cm]	As,c [cm ²]	As,c,max [cm ²]	As,t,min [cm ²]	As,t [cm ²]	As,t,max [cm ²]	Verifica
1	estremo sx	0,2	15,21	36,00	2,28	15,21	59,60	OK
1	campata	0,0	15,21	36,00	2,28	15,21	59,60	OK
1	estremo dx	10,9	15,21	36,00	2,28	16,74	59,60	OK

Armatura trasversale (cfr. NTC2008 - § 4.1.6.1.1)

Campata	Zona	Astasse min [mm ² /m]	Astasse [mm ² /m]	Verifica	Passo [cm]	Passomax [cm]	Verifica
1	estremo sx	3,0	8,3	OK	19	33,0	OK
1	campata	3,0	7,1	OK	22	33,0	OK
1	estremo dx	3,0	8,3	OK	19	33,0	OK

CRITERIO SISMICO

Armatura longitudinale (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.2.1)

Campata	Zona	Φ [mm]	Φmin [mm]	Verifica	Φ inf n°	Φ sup n°	Φ min n°	Verifica	pt,min %	pt %	pt,max %	pc,max %	pc %	Verifica
1	estremo sx	22	14	OK	4	4	2	OK	0,31	0,97	1,73	0,49	0,97	OK
1	campata	22	14	OK	4	4	2	OK	0,31	0,97	1,73	0,24	0,97	OK
1	estremo dx	22	14	OK	4	5	2	OK	0,31	1,07	1,73	0,54	0,97	OK

Armatura trasversale (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.2.2)

Campata	Zona	Φstasse [mm]	Φstasse,min [mm]	Verifica	Passo [cm]	Passomax [cm]	Verifica
1	estremo sx	10	6	OK	19	19,3	OK
1	campata	10	6	OK	22	22,5	OK
1	estremo dx	10	6	OK	19	19,3	OK

18. SETTO 1

Caratteristiche della sezione

Nome della sezione:

Sezione

Area: 3 725,00 cm²

Materiale della sezione: C25/30

Materiale delle armature: B450C

Normativa di riferimento:

Stati limite Norme Tecniche 2008



Dati geometrici della sezione

Coordinata baricentrica	xG =	0,00 cm	Coordinata baricentrica	yG =	0,00 cm
Momento statico asse x	Sx =	0,00 cm ³	Momento statico asse y	Sy =	0,00 cm ³
Momento d'inerzia asse x	Ix =	6 891 560,55 cm ⁴	Momento d'inerzia asse y	Iy =	194 010,42 cm ⁴
Momento d'inerzia asse principale 1	I1 =	6 891 560,55 cm ⁴	Momento d'inerzia asse principale 2	I2 =	194 010,42 cm ⁴
Rotazione dell'asse principale 1	α1 =	0,00 °	Rotazione dell'asse principale 2	α2 =	90,00 °
Raggio d'inerzia asse principale 1	i1 =	43,01 cm	Raggio d'inerzia asse principale 2	i2 =	7,22 cm
Momento d'inerzia polare	Ixy =	0,00 cm ⁴	Momento d'inerzia torsionale	It =	691 473,26 cm ⁴

Coordinate dei vertici

Vertice	X [cm]	Y [cm]
1	-12,500	74,500
2	12,500	74,500
3	12,500	-74,500
4	-12,500	-74,500

Coordinate dell'armatura

Ferro	X [cm]	Y [cm]	Ø [mm]
1	8,600	70,600	18
2	8,600	55,500	18
3	8,600	40,400	18
4	0,000	40,400	18
5	-8,600	40,400	18
6	-8,600	55,500	18
7	-8,600	70,600	18
8	0,000	70,600	18
9	8,600	-40,400	18
10	8,600	-55,500	18
11	8,600	-70,600	18
12	0,000	-70,600	18
13	-8,600	-70,600	18
14	-8,600	-55,500	18
15	-8,600	-40,400	18
16	0,000	-40,400	18
17	-8,900	27,500	12
18	-8,900	0,000	12
19	-8,900	-27,500	12
20	8,900	27,500	12
21	8,900	0,000	12
22	8,900	-27,500	12

Staffatura

Ø 10 ogni 10 cm, 2 bracci

Sollecitazioni

Carichi Stato Limite Ultimo

Combinazione	Azione assiale N [daN]	Taglio Tx [daN]	Taglio Ty [daN]	Momento flettente Mx [daN m]	Momento flettente My [daN m]	Momento torcente Mt [daN m]
1	-16 883	0	7 082	11 232	0	0
2	-16 883	0	7 082	11 232	0	0
3	-16 883	0	7 082	11 232	0	0
4	-16 883	0	7 082	11 232	0	0
5	-23 281	0	7 082	11 232	0	0
6	-23 281	0	7 082	11 232	0	0
7	-23 281	0	7 082	11 232	0	0
8	-23 281	0	7 082	11 232	0	0
9	-8 652	0	3 394	4 622	0	0
10	-11 932	0	0	6 371	0	0
11	-25 924	0	0	17 942	0	0
12	-25 582	0	0	17 760	0	0
13	-38 201	0	0	7 771	0	0
14	-6 486	0	0	1 049	0	0
15	-38 424	0	0	7 633	0	0

Carichi Stato Limite di Esercizio

Combinazione	Azione assiale N [daN]	Momento flettente Mx [daN m]	Momento flettente My [daN m]	Condizione di esercizio	Aggressività ambiente
1	-8 652	4 622	0	rara	bassa
2	-9 108	4 864	0	rara	bassa
3	-18 437	12 577	0	rara	bassa
4	-18 208	12 457	0	rara	bassa
5	-26 332	5 321	0	rara	bassa
6	-6 486	1 049	0	rara	bassa
7	-26 481	5 228	0	rara	bassa
8	-8 652	4 622	0	quasi perm.	bassa
9	-16 883	11 232	0	quasi perm.	bassa
10	-23 281	4 914	0	quasi perm.	bassa
11	-6 486	1 049	0	quasi perm.	bassa

18.1 Scheda tecnica del materiale

Calcestruzzo

Nome: **C25/30**

Tipologia del materiale: calcestruzzo

Classe di resistenza: C25/30

Descrizione:

Caratteristiche del calcestruzzo

Densità ρ : 2 453 daN/m³

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione f_{ck} : 249,0 daN/cm²

Resistenza media a trazione semplice f_{ctm} : 25,6 daN/cm²

Resistenza caratt. trazione semplice, frattile 5% $f_{ctk,5}$: 17,9 daN/cm²

Modulo Elastico E_{cm} : 300 450,9 daN/cm²

Coefficiente di dilatazione termica lineare α_t : 1E-05

Coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo γ_c : 1,5

Resistenza a trazione di progetto, frattile 5% $f_{ctd,5}$: 11,9 daN/cm²

Resistenza caratteristica cubica a compressione R_{ck} : 300,0 daN/cm²

Resistenza cilindrica media f_{cm} : 329,0 daN/cm²

Resistenza media a flessione f_{cm} : 30,7 daN/cm²

Resistenza caratt. trazione semplice, frattile 95% $f_{ctk,95}$: 33,3 daN/cm²

Coefficiente di Poisson ν : 0,20

Coefficiente correttivo per la resistenza a compressione α_{cc} : 0,85

Resistenza a compressione di progetto f_{cd} : 141,1 daN/cm²

Resistenza a trazione di progetto, frattile 95% $f_{ctd,95}$: 22,2 daN/cm²

Acciaio per cemento armato

Nome: **B450C**

Tipologia del materiale: acciaio per cemento armato

Descrizione:

Caratteristiche dell'acciaio

Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} : 4 500,0 daN/cm²

Modulo elastico E_S : 2 060 000,0 daN/cm²

Allungamento sotto carico massimo A_{gt} : 67,5 %

Coefficiente di omogeneizzazione n : 15

Coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio γ_s : 1,15

Densità ρ : 7 652 daN/m³

Tensione ammissibile σ_s : 2 600,0 daN/cm²

18.2 Verifiche della sezione

Indicazioni generali

Stato limite ultimo: resistenza ad azione assiale e flettente (cfr. NTC2008 - § 4.1.2.1.2.4)

Verifica ad azione assiale e flessione semplice

	NEd [daN]	MEd [daN m]	MRd [daN m]	Csicurezza	Verifica I	εc [‰]	εs [‰]	Campo	ξ	ξlim	Verifica II	δ [%]
A	-16 883	11 232	123 457	10,99	ok	3,50	12,99	III	0,212	0,450	ok	0,71
B	-16 883	11 232	123 457	10,99	ok	3,50	12,99	III	0,212	0,450	ok	0,71
C	-16 883	11 232	123 457	10,99	ok	3,50	12,99	III	0,212	0,450	ok	0,71
D	-16 883	11 232	123 457	10,99	ok	3,50	12,99	III	0,212	0,450	ok	0,71
E	-23 281	11 232	126 300	11,24	ok	3,50	12,45	III	0,219	0,450	ok	0,71
F	-23 281	11 232	126 300	11,24	ok	3,50	12,45	III	0,219	0,450	ok	0,71
G	-23 281	11 232	126 300	11,24	ok	3,50	12,45	III	0,219	0,450	ok	0,71
H	-23 281	11 232	126 300	11,24	ok	3,50	12,45	III	0,219	0,450	ok	0,71
I	-8 652	4 622	119 612	25,88	ok	3,50	13,79	III	0,202	0,450	ok	0,70
J	-11 932	6 371	121 166	19,02	ok	3,50	13,45	III	0,206	0,450	ok	0,70
K	-25 924	17 942	127 527	7,11	ok	3,50	12,22	III	0,223	0,450	ok	0,72
L	-25 582	17 760	127 324	7,17	ok	3,50	12,26	III	0,222	0,450	ok	0,72
M	-38 201	7 771	132 880	17,10	ok	3,50	11,26	III	0,237	0,450	ok	0,74
N	-6 486	1 049	118 556	113,02	ok	3,50	14,01	III	0,200	0,450	ok	0,70
O	-38 424	7 633	132 973	17,42	ok	3,50	11,24	III	0,237	0,450	ok	0,74

NEd: azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

MRd: momento resistente ultimo della sezione corrispondente a NEd

Verifica: per resistenza a tenso/prezzo – flessione (cfr. NTC2008 form. 4.1.9)

εc: deformazione ultima del calcestruzzo

Campo: campo di rottura della sezione

ξlim: limite normativo del rapporto x/d

δ: percentuale residua minima per la ridistribuzione (solo per travi e solette)

MEd: momento sollecitante

Csicurezza: coefficiente di sicurezza calcolato ad azione assiale costante

εs: deformazione ultima dell'acciaio

ξ: rapporto x/d

Verifica: rottura duttile della sezione ($\xi \leq \xi_{lim}$)

Stato limite ultimo: resistenza a taglio e torsione (cfr. NTC2008 - § 4.1.2.1.3 e § 4.1.2.1.4)

Verifica con armatura trasversale resistente a taglio in direzione y

	dy [cm]	bw,y [cm]	αc [-]	σcp [daN/cm²]	f'cd [daN/cm²]	s [-]	α [°]	Asw,y [cm²]	fyd [daN/cm²]
A	145,1	25,0	1,0	4,5	70,6	10	90	1,6	3 913,0
B	145,1	25,0	1,0	4,5	70,6	10	90	1,6	3 913,0
C	145,1	25,0	1,0	4,5	70,6	10	90	1,6	3 913,0
D	145,1	25,0	1,0	4,5	70,6	10	90	1,6	3 913,0
E	145,1	25,0	1,0	6,2	70,6	10	90	1,6	3 913,0
F	145,1	25,0	1,0	6,2	70,6	10	90	1,6	3 913,0
G	145,1	25,0	1,0	6,2	70,6	10	90	1,6	3 913,0
H	145,1	25,0	1,0	6,2	70,6	10	90	1,6	3 913,0
I	145,1	25,0	1,0	2,3	70,6	10	90	1,6	3 913,0

dy: altezza minima della sezione (per le sezioni circolari è valutata con

f'cd: resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

$0,45 \cdot D + 0,64 \cdot (d - D/2)$ con D diametro della sezione)

bw,y: larghezza minima della sezione (per le sezioni circolari è valutata come $0,9 D$ con D diametro della sezione)

αc: coefficiente maggiorativo

σcp: tensione media di compressione nella sezione

s: interasse tra due armature trasversali consecutive

α: angolo di inclinazione dell'armatura trasversale

f_{yd}: tensione caratteristica di snervamento

	θ [°]	ctg θ [-]	VRcd,y [daN]	VRsd,y [daN]	VRd,y [daN]	VEd,y [daN]	CV	Verifica
A	35,6	1,4	112 522	112 118	112 118	7 082	15,83	ok
B	35,6	1,4	112 522	112 118	112 118	7 082	15,83	ok
C	35,6	1,4	112 522	112 118	112 118	7 082	15,83	ok
D	35,6	1,4	112 522	112 118	112 118	7 082	15,83	ok
E	35,3	1,4	113 437	113 367	113 367	7 082	16,01	ok
F	35,3	1,4	113 437	113 367	113 367	7 082	16,01	ok
G	35,3	1,4	113 437	113 367	113 367	7 082	16,01	ok
H	35,3	1,4	113 437	113 367	113 367	7 082	16,01	ok
I	35,9	1,4	111 204	110 886	110 886	3 394	32,67	ok

θ: angolo di inclinazione dei puntoni di cls (cfr. NTC2008 formula 4.1.16)

ctg θ: cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo

VRcd,y: azione resistente a taglio dei puntoni di calcestruzzo in direzione y

VRsd,y: azione resistente a taglio dell'armatura trasversale in direzione y

VRd,y: azione resistente a taglio in direzione y

VEd,y: azione sollecitante a taglio in direzione y

Verifica: per resistenza a taglio (cfr. NTC2008 formula 4.1.17)

Stati limite di esercizio: tensioni di esercizio e fessurazione (cfr. NTC2008 - § 4.1.2.2)

Verifica tensioni di esercizio (cfr. NTC2008 - § 4.1.2.2.5)

	Combinazione	N_{Ed} [daN]	M_{Ed,x} [daN m]	M_{Ed,y} [daN m]	σ_c [daN/cm ²]	σ_{c,limite} [daN/cm ²]	Verifica I	σ_{s,trazione} [daN/cm ²]	σ_{s,comp} [daN/cm ²]	σ_{s,limite} [daN/cm ²]	Verifica II
A	Rara	-8 652	4 622	0	-5,8	149,4	ok	25,6	-84,1	3 600,0	ok
B	Rara	-9 108	4 864	0	-6,1	149,4	ok	26,9	-88,5	3 600,0	ok
C	Rara	-18 437	12 577	0	-14,6	149,4	ok	86,9	-211,5	3 600,0	ok
D	Rara	-18 208	12 457	0	-14,5	149,4	ok	86,2	-209,3	3 600,0	ok
E	Rara	-26 332	5 321	0	-10,4	149,4	ok	-25,9	-152,1	3 600,0	ok
F	Rara	-6 486	1 049	0	-2,3	149,4	ok	-9,5	-34,4	3 600,0	ok
G	Rara	-26 481	5 228	0	-10,3	149,4	ok	-27,5	-151,5	3 600,0	ok
H	Quasi permanente	-8 652	4 622	0	-5,8	112,1	ok	25,6	-84,1	-	-
I	Quasi permanente	-16 883	11 232	0	-13,2	112,1	ok	76,2	-190,3	-	-
J	Quasi permanente	-23 281	4 914	0	-9,3	112,1	ok	-20,4	-137,0	-	-
K	Quasi permanente	-6 486	1 049	0	-2,3	112,1	ok	-9,5	-34,4	-	-

N_{Ed}: azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

M_{Ed,x}: momento sollecitante attorno all'asse X

M_{Ed,y}: momento sollecitante attorno all'asse Y

σ_c: massima tensione di compressione nel calcestruzzo

σ_{c,limite}: tensione limite di compressione nel calcestruzzo

σ_{s,trazione}: massima tensione di trazione nelle barre di acciaio

σ_{s,compressione}: massima tensione di compressione nelle barre di acciaio

σ_{s,limite}: tensione limite nelle barre di acciaio

Verifica I: tensione massima nel calcestruzzo (cfr. NTC2008 form.4.1.40/41)

Verifica II: tensione massima nelle barre di acciaio (cfr. NTC2008 form.4.1.42)

Verifica allo stato limite di fessurazione: apertura delle fessure (cfr. NTC2008 - § 4.1.2.2.4)

	Combinazione	N [daN]	M_{Ed,x} [daN m]	M_{Ed,y} [daN m]	ε_{sm} [mm]	Δ_{sm} [mm]	W_m [mm]	W_d [mm]	W_{lim} [mm]	Verifica
H	Quasi permanente	-8 652	4 622	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	ok
I	Quasi permanente	-16 883	11 232	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	ok
J	Quasi permanente	-23 281	4 914	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	ok
K	Quasi permanente	-6 486	1 049	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	ok

N_{Ed}: azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

M_{Ed,x}: momento sollecitante attorno all'asse X

Δ_{sm}: distanza media tra le fessure

W_m: ampiezza media del fessure

$M_{Ed,y}$: momento sollecitante attorno all'asse Y

ϵ_{sm} : deformazione unitaria media delle barre di armatura

Verifica: tensione massima nel calcestruzzo (cfr. NTC2008 form.4.1.40/41)

w_d : ampiezza di calcolo delle fessure

w_{lim} : ampiezza nominale delle fessure (w_1 , w_2 , w_3)

18.3 Verifiche dei dettagli costruttivi

Lunghezze critiche e vincoli geometrici (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.1.4)

Spessore min [cm]	Spessore [cm]	h Zona critica min [cm]	h Zona critica [cm]	Verifica
15	25	149,000000953674	149,000000953674	ok

Armatura verticale in zona confinata (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.2.4)

Φ_{max} [mm]	Φ [mm]	Passo max [cm]	Passo [cm]	L zona conf. min [cm]	L zona conf. [cm]	ρ_{min}	ρ	ρ_{max}	Verifica
25	18	30	14	29,80000019073 49	37,5	1	2,17	4	ok

Armatura verticale in zona non confinata (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.2.4)

Φ_{max} [mm]	Φ [mm]	Passo max [cm]	Passo [cm]	ρ_{min}	ρ	Verifica
25	12	30	14	0,2	0,26	ok

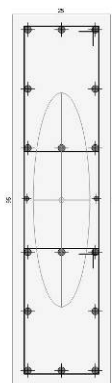
Armatura orizzontale in zona confinata (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.2.4)

Φ_{min} [mm]	Φ [mm]	Φ_{max} [mm]	Passo max [cm]	Passo [cm]	Verifica
6	10	25	8	10	ok

Armatura orizzontale in zona non confinata (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.2.4)

Φ_{max} [mm]	Φ [mm]	Passo max [cm]	Passo [cm]	ρ_{min}	ρ	Verifica
25	10	30	10	0,2	0,28	ok

19. SETTO 4

Caratteristiche della sezione				
Nome della sezione:				
Sezione				
Area: 2 368,75 cm²				
Materiale della sezione: C25/30				
Materiale delle armature: B450C				
Normativa di riferimento:				
Stati limite Norme Tecniche 2008				
Dati geometrici della sezione				
Coordinata baricentrica	xG =	0,00 cm	Coordinata baricentrica	yG = 0,00 cm
Momento statico asse x	Sx =	0,00 cm³	Momento statico asse y	Sy = 0,00 cm³
Momento d'inerzia asse x	Ix =	1 772 134,72 cm⁴	Momento d'inerzia asse y	Iy = 123 372,43 cm⁴
Momento d'inerzia asse principale 1	I1 =	1 772 134,72 cm⁴	Momento d'inerzia asse principale 2	I2 = 123 372,43 cm⁴
Rotazione dell'asse principale 1	α1 =	0,00 °	Rotazione dell'asse principale 2	α2 = 90,00 °
Raggio d'inerzia asse principale 1	i1 =	27,35 cm	Raggio d'inerzia asse principale 2	i2 = 7,22 cm
Momento d'inerzia polare	Ixy =	0,00 cm⁴	Momento d'inerzia torsionale	It = 411 959,64 cm⁴
Coordinate dei vertici				
Vertice	X [cm]	Y [cm]		
1	-12,500	47,375		
2	12,500	47,375		
3	12,500	-47,375		
4	-12,500	-47,375		
Coordinate dell'armatura				
Ferro	X [cm]	Y [cm]	Ø [mm]	
1	8,600	43,475	18	
2	8,600	28,375	18	
3	8,600	13,275	18	
4	0,000	13,275	18	
5	-8,600	13,275	18	
6	-8,600	28,375	18	
7	-8,600	43,475	18	
8	0,000	43,475	18	
9	8,600	-13,275	18	
10	8,600	-28,375	18	
11	8,600	-43,475	18	
12	0,000	-43,475	18	
13	-8,600	-43,475	18	
14	-8,600	-28,375	18	
15	-8,600	-13,275	18	
16	0,000	-13,275	18	
17	-8,900	0,375	12	
18	8,900	0,375	12	
Staffatura				

Ø 10 ogni 8 cm, 2 bracci

Sollecitazioni

Carichi Stato Limite Ultimo

Combinazione	Azione assiale N [daN]	Taglio Tx [daN]	Taglio Ty [daN]	Momento flettente Mx [daN m]	Momento flettente My [daN m]	Momento torcente Mt [daN m]
1	-6 144	0	7 577	-678	0	0
2	-6 144	0	7 577	-678	0	0
3	-6 144	0	7 577	-678	0	0
4	-6 144	0	7 577	-678	0	0
5	-7 404	0	7 577	-678	0	0
6	-7 404	0	7 577	-678	0	0
7	-7 404	0	7 577	-678	0	0
8	-7 404	0	7 577	-678	0	0
9	-7 827	0	678	-1 772	0	0
10	-5 103	0	0	1 097	0	0
11	-10 858	0	0	4 717	0	0
12	-2 698	0	0	38	0	0
13	-11 654	0	0	4 743	0	0
14	-3 494	0	0	64	0	0

Carichi Stato Limite di Esercizio

Combinazione	Azione assiale N [daN]	Momento flettente Mx [daN m]	Momento flettente My [daN m]	Condizione di esercizio	Aggressività ambiente
1	-3 924	838	0	rara	bassa
2	-6 523	-915	0	rara	bassa
3	-8 123	3 174	0	rara	bassa
4	-2 683	54	0	rara	bassa
5	-6 144	-678	0	quasi perm.	bassa
6	-3 916	800	0	quasi perm.	bassa
7	-7 404	2 747	0	quasi perm.	bassa
8	-2 654	87	0	quasi perm.	bassa

19.1 Scheda tecnica del materiale

Calcestruzzo

Nome: **C25/30**

Tipologia del materiale: calcestruzzo

Classe di resistenza: C25/30

Descrizione:

Caratteristiche del calcestruzzo

Densità ρ : 2 453 daN/m³Resistenza caratteristica cubica a compressione R_{ck} : 300,0 daN/cm²Resistenza caratteristica cilindrica a compressione f_{ck} : 249,0 daN/cm²Resistenza cilindrica media f_{cm} : 329,0 daN/cm²Resistenza media a trazione semplice f_{ctm} : 25,6 daN/cm²Resistenza media a flessione f_{ctm} : 30,7 daN/cm²Resistenza caratt. trazione semplice, frattile 5% $f_{ctk,5}$: 17,9 daN/cm²Resistenza caratt. trazione semplice, frattile 95% $f_{ctk,95}$: 33,3 daN/cm²Modulo Elastico E_{cm} : 300 450,9 daN/cm²Coefficiente di Poisson ν : 0,20Coefficiente di dilatazione termica lineare α_t : 1E-05Coefficiente correttivo per la resistenza a compressione α_{cc} : 0,85Coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo γ_c : 1,5Resistenza a compressione di progetto f_{cd} : 141,1 daN/cm²Resistenza a trazione di progetto, frattile 5% $f_{ctd,5}$: 11,9 daN/cm²Resistenza a trazione di progetto, frattile 95% $f_{ctd,95}$: 22,2 daN/cm²

Acciaio per cemento armato

Nome: **B450C**

Tipologia del materiale: acciaio per cemento armato

Descrizione:

Caratteristiche dell'acciaio

Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} : 4 500,0 daN/cm²Coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio γ_s : 1,15Modulo elastico E_S : 2 060 000,0 daN/cm²Densità ρ : 7 652 daN/m³Allungamento sotto carico massimo A_{gt} : 67,5 %Tensione ammissibile σ_s : 2 600,0 daN/cm²Coefficiente di omogeneizzazione n : 15

19.2 Verifiche della sezione

Stato limite ultimo: resistenza ad azione assiale e flettente (cfr. NTC2008 - § 4.1.2.1.2.4)

Verifica ad azione assiale e flessione semplice

	NEd [daN]	MEd [daN m]	MRd [daN m]	Csicurezza	Verifica I	εc [‰]	εs [‰]	Campo	ξ	ξlim	Verifica II	δ [%]
A	-6 144	-678	-62 686	92,46	ok	3,50	8,69	III	0,287	0,450	ok	0,80
B	-6 144	-678	-62 686	92,46	ok	3,50	8,69	III	0,287	0,450	ok	0,80
C	-6 144	-678	-62 686	92,46	ok	3,50	8,69	III	0,287	0,450	ok	0,80
D	-6 144	-678	-62 686	92,46	ok	3,50	8,69	III	0,287	0,450	ok	0,80
E	-7 404	-678	-62 950	92,85	ok	3,50	8,60	III	0,289	0,450	ok	0,80
F	-7 404	-678	-62 950	92,85	ok	3,50	8,60	III	0,289	0,450	ok	0,80
G	-7 404	-678	-62 950	92,85	ok	3,50	8,60	III	0,289	0,450	ok	0,80
H	-7 404	-678	-62 950	92,85	ok	3,50	8,60	III	0,289	0,450	ok	0,80
I	-7 827	-1 772	-63 055	35,58	ok	3,50	8,57	III	0,290	0,450	ok	0,80
J	-5 103	1 097	62 407	56,89	ok	3,50	8,76	III	0,285	0,450	ok	0,80
K	-10 858	4 717	63 609	13,49	ok	3,50	8,36	III	0,295	0,450	ok	0,81
L	-2 698	38	61 867	1 628,07	ok	3,50	8,95	III	0,281	0,450	ok	0,79
M	-11 654	4 743	63 762	13,44	ok	3,50	8,31	III	0,296	0,450	ok	0,81
N	-3 494	64	62 030	969,22	ok	3,50	8,89	III	0,282	0,450	ok	0,79

NEd: azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

MRd: momento resistente ultimo della sezione corrispondente a NEd

Verifica: per resistenza a tenso/preso – flessione (cfr. NTC2008 form. 4.1.9)

εc: deformazione ultima del calcestruzzo

Campo: campo di rottura della sezione

ξlim: limite normativo del rapporto x/d

δ: percentuale residua minima per la ridistribuzione (solo per travi e solette)

MEd: momento sollecitante

Csicurezza: coefficiente di sicurezza calcolato ad azione assiale costante

εs: deformazione ultima dell'acciaio

ξ: rapporto x/d

Verifica: rottura duttile della sezione ($\xi < \xi_{lim}$)

Stato limite ultimo: resistenza a taglio e torsione (cfr. NTC2008 - § 4.1.2.1.3 e § 4.1.2.1.4)

Verifica con armatura trasversale resistente a taglio in direzione y

	dy [cm]	bw,y [cm]	αc [-]	σcp [daN/cm²]	f'cd [daN/cm²]	s [-]	α [°]	Asw,y [cm²]	fyd [daN/cm²]
A	90,9	25,0	1,0	2,6	70,6	8	90	1,6	3 913,0
B	90,9	25,0	1,0	2,6	70,6	8	90	1,6	3 913,0
C	90,9	25,0	1,0	2,6	70,6	8	90	1,6	3 913,0
D	90,9	25,0	1,0	2,6	70,6	8	90	1,6	3 913,0
E	90,9	25,0	1,0	3,1	70,6	8	90	1,6	3 913,0
F	90,9	25,0	1,0	3,1	70,6	8	90	1,6	3 913,0
G	90,9	25,0	1,0	3,1	70,6	8	90	1,6	3 913,0
H	90,9	25,0	1,0	3,1	70,6	8	90	1,6	3 913,0
I	90,9	25,0	1,0	3,3	70,6	8	90	1,6	3 913,0

dy: altezza minima della sezione (per le sezioni circolari è valutata con $0,45 \cdot D + 0,64 \cdot (d - D/2)$ con D diametro della sezione)

bw,y: larghezza minima della sezione (per le sezioni circolari è valutata come $0,9 \cdot D$ con D diametro della sezione)

αc: coefficiente maggiorativo

σcp: tensione media di compressione nella sezione

f'cd: resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

s: interasse tra due armature trasversali consecutive

α: angolo di inclinazione dell'armatura trasversale

fyd: tensione caratteristica di snervamento

	θ [°]	ctg θ [-]	VRcd,y [daN]	VRsd,y [daN]	VRd,y [daN]	VEd,y [daN]	CV	Verifica
A	40,9	1,2	72 681	72 524	72 524	7 577	9,57	ok
B	40,9	1,2	72 681	72 524	72 524	7 577	9,57	ok
C	40,9	1,2	72 681	72 524	72 524	7 577	9,57	ok
D	40,9	1,2	72 681	72 524	72 524	7 577	9,57	ok
E	40,8	1,2	72 913	72 780	72 780	7 577	9,61	ok
F	40,8	1,2	72 913	72 780	72 780	7 577	9,61	ok
G	40,8	1,2	72 913	72 780	72 780	7 577	9,61	ok
H	40,8	1,2	72 913	72 780	72 780	7 577	9,61	ok
I	40,8	1,2	73 003	72 780	72 780	678	107,35	ok

θ : angolo di inclinazione dei puntoni di cls (cfr. NTC2008 formula 4.1.16)

ctg θ : cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo

VRcd,y: azione resistente a taglio dei puntoni di calcestruzzo in direzione y

VRsd,y: azione resistente a taglio dell'armatura trasversale in direzione y

VRd,y: azione resistente a taglio in direzione y

VEd,y: azione sollecitante a taglio in direzione y

Verifica: per resistenza a taglio (cfr. NTC2008 formula. 4.1.17)

Stati limite di esercizio: tensioni di esercizio e fessurazione (cfr. NTC2008 - § 4.1.2.2)

Verifica tensioni di esercizio (cfr. NTC2008 - § 4.1.2.2.5)

	Combinazione	N _{Ed} [daN]	M _{Ed,x} [daN m]	M _{Ed,y} [daN m]	σ_c [daN/cm ²]	$\sigma_{c,limite}$ [daN/cm ²]	Verifica I	$\sigma_{s,trazione}$ [daN/cm ²]	$\sigma_{s,comp}$ [daN/cm ²]	$\sigma_{s,limite}$ [daN/cm ²]	Verifica II
A	Rara	-3 924	838	0	-3,0	149,4	ok	3,5	-42,6	3 600,0	ok
B	Rara	-6 523	-915	0	-4,0	149,4	ok	-7,3	-57,7	3 600,0	ok
C	Rara	-8 123	3 174	0	-9,0	149,4	ok	47,0	-127,8	3 600,0	ok
D	Rara	-2 683	54	0	-1,0	149,4	ok	-11,9	-14,8	3 600,0	ok
E	Quasi permanente	-6 144	-678	0	-3,4	112,1	ok	-11,9	-49,3	-	-
F	Quasi permanente	-3 916	800	0	-2,9	112,1	ok	2,5	-41,5	-	-
G	Quasi permanente	-7 404	2 747	0	-8,0	112,1	ok	38,8	-112,5	-	-
H	Quasi permanente	-2 654	87	0	-1,1	112,1	ok	-10,8	-15,6	-	-

N_{Ed}: azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

M_{Ed,x}: momento sollecitante attorno all'asse X

M_{Ed,y}: momento sollecitante attorno all'asse Y

σ_c : massima tensione di compressione nel calcestruzzo

$\sigma_{c,limite}$: tensione limite di compressione nel calcestruzzo

$\sigma_{s,trazione}$: massima tensione di trazione nelle barre di acciaio

$\sigma_{s,compressione}$: massima tensione di compressione nelle barre di acciaio

$\sigma_{s,limite}$: tensione limite nelle barre di acciaio

Verifica I: tensione massima nel calcestruzzo (cfr. NTC2008 form.4.1.40/41)

Verifica II: tensione massima nelle barre di acciaio (cfr. NTC2008 form.4.1.42)

Verifica allo stato limite di fessurazione: apertura delle fessure (cfr. NTC2008 - § 4.1.2.2.4)

	Combinazione	N [daN]	M _{Ed,x} [daN m]	M _{Ed,y} [daN m]	ϵ_{sm} [mm]	Δ_{sm} [mm]	W _m [mm]	W _d [mm]	W _{lim} [mm]	Verifica
E	Quasi permanente	-6 144	-678	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	ok
F	Quasi permanente	-3 916	800	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	ok
G	Quasi permanente	-7 404	2 747	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	ok
H	Quasi permanente	-2 654	87	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	ok

N_{Ed}: azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

M_{Ed,x}: momento sollecitante attorno all'asse X

M_{Ed,y}: momento sollecitante attorno all'asse Y

ϵ_{sm} : deformazione unitaria media delle barre di armatura

Verifica: tensione massima nel calcestruzzo (cfr. NTC2008 form.4.1.40/41)

Δ_{sm} : distanza media tra le fessure

W_m: ampiezza media del fessure

W_d: ampiezza di calcolo delle fessure

W_{lim}: ampiezza nominale delle fessure (w1, w2, w3)

19.3 Verifiche dei dettagli costruttivi

Lunghezze critiche e vincoli geometrici (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.1.4)

Spessore min [cm]	Spessore [cm]	h Zona critica min [cm]	h Zona critica [cm]	Verifica
15	25	94,7500228881836	94,7500228881836	ok

Armatura verticale in zona confinata (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.2.4)

Φ_{max} [mm]	Φ [mm]	Passo max [cm]	Passo [cm]	L zona conf. min [cm]	L zona conf. [cm]	ρ_{min}	ρ	ρ_{max}	Verifica
25	18	30	13	18,95000457763 67	37,5	1	2,17	4	ok

Armatura verticale in zona non confinata (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.2.4)

Φ_{max} [mm]	Φ [mm]	Passo max [cm]	Passo [cm]	ρ_{min}	ρ	Verifica
25	12	30	13	0,2	0,27	ok

Armatura orizzontale in zona confinata (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.2.4)

Φ_{min} [mm]	Φ [mm]	Φ_{max} [mm]	Passo max [cm]	Passo [cm]	Verifica
6	10	25	8	8	ok

Armatura orizzontale in zona non confinata (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.2.4)

Φ_{max} [mm]	Φ [mm]	Passo max [cm]	Passo [cm]	ρ_{min}	ρ	Verifica
25	10	30	8	0,2	0,36	ok

20. SETTO 12

Caratteristiche della sezione

Nome della sezione:

Sezione

Area: 4 225,00 cm²

Materiale della sezione: C25/30

Materiale delle armature: B450C

Normativa di riferimento:

Stati limite Norme Tecniche 2008



Dati geometrici della sezione

Coordinata baricentrica	xG =	0,00 cm	Coordinata baricentrica	yG =	0,00 cm
Momento statico asse x	Sx =	0,00 cm ³	Momento statico asse y	Sy =	0,00 cm ³
Momento d'inerzia asse x	Ix =	10 055 853,10 cm ⁴	Momento d'inerzia asse y	Iy =	220 052,09 cm ⁴
Momento d'inerzia asse principale 1	I1 =	10 055 853,10 cm ⁴	Momento d'inerzia asse principale 2	I2 =	220 052,09 cm ⁴
Rotazione dell'asse principale 1	α1 =	0,00 °	Rotazione dell'asse principale 2	α2 =	90,00 °
Raggio d'inerzia asse principale 1	i1 =	48,79 cm	Raggio d'inerzia asse principale 2	i2 =	7,22 cm
Momento d'inerzia polare	Ixy =	0,00 cm ⁴	Momento d'inerzia torsionale	It =	795 818,43 cm ⁴

Coordinate dei vertici

Vertice	X [cm]	Y [cm]
1	-12,500	84,500
2	12,500	84,500
3	12,500	-84,500
4	-12,500	-84,500

Coordinate dell'armatura

Ferro	X [cm]	Y [cm]	Ø [mm]
1	8,600	80,600	18
2	8,600	65,500	18
3	8,600	50,400	18
4	0,000	50,400	18
5	-8,600	50,400	18
6	-8,600	65,500	18
7	-8,600	80,600	18
8	0,000	80,600	18
9	8,600	-50,400	18
10	8,600	-65,500	18
11	8,600	-80,600	18
12	0,000	-80,600	18
13	-8,600	-80,600	18
14	-8,600	-65,500	18
15	-8,600	-50,400	18
16	0,000	-50,400	18
17	-8,900	37,500	12
18	-8,900	18,750	12
19	-8,900	0,000	12
20	-8,900	-18,750	12
21	-8,900	-37,500	12

22	8,900	37,500	12
23	8,900	18,750	12
24	8,900	0,000	12
25	8,900	-18,750	12
26	8,900	-37,500	12

Staffatura

Ø 10 ogni 8 cm, 2 bracci

Sollecitazioni

Carichi Stato Limite Ultimo

Combinazione	Azione assiale N [daN]	Taglio Tx [daN]	Taglio Ty [daN]	Momento flettente Mx [daN m]	Momento flettente My [daN m]	Momento torcente Mt [daN m]
1	4 457	0	22 938	-2 138	0	0
2	4 457	0	22 938	-2 138	0	0
3	-37 750	0	22 938	-21 914	0	0
4	-37 750	0	22 938	-21 914	0	0
5	1 263	0	22 938	-2 138	0	0
6	18 844	0	22 938	-2 138	0	0
7	-33 899	0	22 938	-21 914	0	0
8	-16 318	0	22 938	-21 914	0	0
9	-8 444	0	13 058	-7 233	0	0
10	-10 978	0	0	-9 402	0	0
11	-25 580	0	0	-18 067	0	0
12	-6 217	0	0	-2 017	0	0
13	-10 952	0	0	-2 682	0	0
14	-10 838	0	0	-2 330	0	0

Carichi Stato Limite di Esercizio

Combinazione	Azione assiale N [daN]	Momento flettente Mx [daN m]	Momento flettente My [daN m]	Condizione di esercizio	Aggressività ambiente
1	-8 444	-7 233	0	rara	bassa
2	-18 179	-13 009	0	rara	bassa
3	-6 217	-2 017	0	rara	bassa
4	-8 130	-2 057	0	rara	bassa
5	-8 054	-1 822	0	rara	bassa
6	-8 444	-7 233	0	quasi perm.	bassa
7	-16 646	-12 026	0	quasi perm.	bassa
8	-6 217	-2 017	0	quasi perm.	bassa
9	-7 527	-1 687	0	quasi perm.	bassa

20.1 Scheda tecnica del materiale

Calcestruzzo

Nome: **C25/30**

Classe di resistenza: C25/30

Descrizione:

Tipologia del materiale: calcestruzzo

Caratteristiche del calcestruzzo

Densità ρ : 2 453 daN/m³

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione f_{ck} : 249,0 daN/cm²

Resistenza media a trazione semplice f_{ctm} : 25,6 daN/cm²

Resistenza caratt. trazione semplice, frattile 5% $f_{ctk,5}$: 17,9 daN/cm²

Modulo Elastico E_{cm} : 300 450,9 daN/cm²

Coefficiente di dilatazione termica lineare α_t : 1E-05

Coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo γ_c : 1,5

Resistenza a trazione di progetto, frattile 5% $f_{ctd,5}$: 11,9 daN/cm²

Resistenza caratteristica cubica a compressione R_{ck} : 300,0 daN/cm²

Resistenza cilindrica media f_{cm} : 329,0 daN/cm²

Resistenza media a flessione f_{ctm} : 30,7 daN/cm²

Resistenza caratt. trazione semplice, frattile 95% $f_{ctk,95}$: 33,3 daN/cm²

Coefficiente di Poisson ν : 0,20

Coefficiente correttivo per la resistenza a compressione α_{cc} : 0,85

Resistenza a compressione di progetto f_{cd} : 141,1 daN/cm²

Resistenza a trazione di progetto, frattile 95% $f_{ctd,95}$: 22,2 daN/cm²

Acciaio per cemento armato

Nome: **B450C**

Descrizione:

Tipologia del materiale: acciaio per cemento armato

Caratteristiche dell'acciaio

Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} : 4 500,0 daN/cm²

Modulo elastico ES : 2 060 000,0 daN/cm²

Allungamento sotto carico massimo A_{gt} : 67,5 ‰

Coefficiente di omogeneizzazione n: 15

Coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio γ_s : 1,15

Densità ρ : 7 652 daN/m³

Tensione ammissibile σ_s : 2 600,0 daN/cm²

20.2 Verifiche della sezione

Stato limite ultimo: resistenza ad azione assiale e flettente (cfr. NTC2008 - § 4.1.2.1.2.4)

Verifica ad azione assiale e flessione semplice

	NEd [daN]	MEd [daN m]	MRd [daN m]	Csicurezza	Verifica I	εc [‰]	εs [‰]	Campo	ξ	ξlim	Verifica II	δ [%]
A	4 457	-2 138	-141 779	66,31	ok	3,50	15,62	III	0,183	0,450	ok	0,70
B	4 457	-2 138	-141 779	66,31	ok	3,50	15,62	III	0,183	0,450	ok	0,70
C	-37 750	-21 914	-164 428	7,50	ok	3,50	11,85	III	0,228	0,450	ok	0,72
D	-37 750	-21 914	-164 428	7,50	ok	3,50	11,85	III	0,228	0,450	ok	0,72
E	1 263	-2 138	-143 438	67,09	ok	3,50	15,31	III	0,186	0,450	ok	0,70
F	18 844	-2 138	-133 378	62,38	ok	3,50	17,35	III	0,168	0,450	ok	0,70
G	-33 899	-21 914	-162 442	7,41	ok	3,50	12,16	III	0,224	0,450	ok	0,72
H	-16 318	-21 914	-153 056	6,98	ok	3,50	13,66	III	0,204	0,450	ok	0,70
I	-8 444	-7 233	-148 818	20,57	ok	3,50	14,37	III	0,196	0,450	ok	0,70
J	-10 978	-9 402	-150 173	15,97	ok	3,50	14,14	III	0,198	0,450	ok	0,70
K	-25 580	-18 067	-157 990	8,74	ok	3,50	12,85	III	0,214	0,450	ok	0,71
L	-6 217	-2 017	-147 568	73,16	ok	3,50	14,59	III	0,194	0,450	ok	0,70
M	-10 952	-2 682	-150 173	55,99	ok	3,50	14,14	III	0,198	0,450	ok	0,70
N	-10 838	-2 330	-150 051	64,40	ok	3,50	14,16	III	0,198	0,450	ok	0,70

NEd: azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

MRd: momento resistente ultimo della sezione corrispondente a NEd

Verifica: per resistenza a tenso/prezzo – flessione (cfr. NTC2008 form. 4.1.9)

εc: deformazione ultima del calcestruzzo

Campo: campo di rottura della sezione

ξlim: limite normativo del rapporto x/d

δ: percentuale residua minima per la ridistribuzione (solo per travi e solette)

MEd: momento sollecitante

Csicurezza: coefficiente di sicurezza calcolato ad azione assiale costante

εs: deformazione ultima dell'acciaio

ξ: rapporto x/d

Verifica: rottura duttile della sezione ($\xi \leq \xi_{lim}$)

Stato limite ultimo: resistenza a taglio e torsione (cfr. NTC2008 - § 4.1.2.1.3 e § 4.1.2.1.4)

Verifica con armatura trasversale resistente a taglio in direzione y

	dy [cm]	bw,y [cm]	αc [-]	σcp [daN/cm²]	f'cd [daN/cm²]	s [-]	α [°]	Asw,y [cm²]	fyd [daN/cm²]
A	165,1	25,0	1,0	0,0	70,6	8	90	1,6	3 913,0
B	165,1	25,0	1,0	0,0	70,6	8	90	1,6	3 913,0
C	165,1	25,0	1,1	8,9	70,6	8	90	1,6	3 913,0
D	165,1	25,0	1,1	8,9	70,6	8	90	1,6	3 913,0
E	165,1	25,0	1,0	0,0	70,6	8	90	1,6	3 913,0
F	165,1	25,0	1,0	0,0	70,6	8	90	1,6	3 913,0
G	165,1	25,0	1,1	8,0	70,6	8	90	1,6	3 913,0
H	165,1	25,0	1,0	3,9	70,6	8	90	1,6	3 913,0
I	165,1	25,0	1,0	2,0	70,6	8	90	1,6	3 913,0

dy: altezza minima della sezione (per le sezioni circolari è valutata con $0,45 \cdot D + 0,64 \cdot (d - D/2)$ con D diametro della sezione)

bw,y: larghezza minima della sezione (per le sezioni circolari è valutata come $0,9 \cdot D$ con D diametro della sezione)

αc: coefficiente maggiorativo

σcp: tensione media di compressione nella sezione

f'cd: resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

s: interasse tra due armature trasversali consecutive

α: angolo di inclinazione dell'armatura trasversale

fyd: tensione caratteristica di snervamento

	θ [°]	ctg θ [-]	VRcd,y [daN]	VRsd,y [daN]	VRd,y [daN]	VEd,y [daN]	CV	Verifica
A	41,4	1,1	130 005	129 495	129 495	22 938	5,65	ok
B	41,4	1,1	130 005	129 495	129 495	22 938	5,65	ok
C	39,8	1,2	137 046	137 025	137 025	22 938	5,97	ok
D	39,8	1,2	137 046	137 025	137 025	22 938	5,97	ok
E	41,4	1,1	130 005	129 495	129 495	22 938	5,65	ok
F	41,4	1,1	130 005	129 495	129 495	22 938	5,65	ok
G	40,0	1,2	136 385	136 057	136 057	22 938	5,93	ok
H	40,7	1,2	133 111	132 729	132 729	22 938	5,79	ok
I	41,0	1,2	131 601	131 332	131 332	13 058	10,06	ok

θ : angolo di inclinazione dei puntoni di cls (cfr. NTC2008 formula 4.1.16)

ctg θ : cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo

VRcd,y: azione resistente a taglio dei puntoni di calcestruzzo in direzione y

VRsd,y: azione resistente a taglio dell'armatura trasversale in direzione y

VRd,y: azione resistente a taglio in direzione y

VEd,y: azione sollecitante a taglio in direzione y

Verifica: per resistenza a taglio (cfr. NTC2008 formula. 4.1.17)

Stati limite di esercizio: tensioni di esercizio e fessurazione (cfr. NTC2008 - § 4.1.2.2)

Verifica tensioni di esercizio (cfr. NTC2008 - § 4.1.2.2.5)

	Combinazione	N _{Ed} [daN]	M _{Ed,x} [daN m]	M _{Ed,y} [daN m]	σ_c [daN/cm ²]	$\sigma_{c,limite}$ [daN/cm ²]	Verifica I	$\sigma_{s,trazione}$ [daN/cm ²]	$\sigma_{s,comp}$ [daN/cm ²]	$\sigma_{s,limite}$ [daN/cm ²]	Verifica II
A	Rara	-8 444	-7 233	0	-6,4	149,4	ok	42,5	-93,1	3 600,0	ok
B	Rara	-18 179	-13 009	0	-12,2	149,4	ok	67,4	-176,4	3 600,0	ok
C	Rara	-6 217	-2 017	0	-2,6	149,4	ok	0,3	-37,5	3 600,0	ok
D	Rara	-8 130	-2 057	0	-3,0	149,4	ok	-5,1	-43,6	3 600,0	ok
E	Rara	-8 054	-1 822	0	-2,8	149,4	ok	-7,1	-41,2	3 600,0	ok
F	Quasi permanente	-8 444	-7 233	0	-6,4	112,1	ok	42,5	-93,1	-	-
G	Quasi permanente	-16 646	-12 026	0	-11,2	112,1	ok	62,8	-162,6	-	-
H	Quasi permanente	-6 217	-2 017	0	-2,6	112,1	ok	0,3	-37,5	-	-
I	Quasi permanente	-7 527	-1 687	0	-2,6	112,1	ok	-6,7	-38,4	-	-

N_{Ed}: azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

M_{Ed,x}: momento sollecitante attorno all'asse X

M_{Ed,y}: momento sollecitante attorno all'asse Y

σ_c : massima tensione di compressione nel calcestruzzo

$\sigma_{c,limite}$: tensione limite di compressione nel calcestruzzo

$\sigma_{s,trazione}$: massima tensione di trazione nelle barre di acciaio

$\sigma_{s,compressione}$: massima tensione di compressione nelle barre di acciaio

$\sigma_{s,limite}$: tensione limite nelle barre di acciaio

Verifica I: tensione massima nel calcestruzzo (cfr. NTC2008 form.4.1.40/41)

Verifica II: tensione massima nelle barre di acciaio (cfr. NTC2008 form.4.1.42)

Verifica allo stato limite di fessurazione: apertura delle fessure (cfr. NTC2008 - § 4.1.2.2.4)

	Combinazione	N [daN]	M _{Ed,x} [daN m]	M _{Ed,y} [daN m]	ϵ_{sm} [mm]	Δ_{sm} [mm]	w _m [mm]	w _d [mm]	w _{lim} [mm]	Verifica
F	Quasi permanente	-8 444	-7 233	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	ok
G	Quasi permanente	-16 646	-12 026	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	ok
H	Quasi permanente	-6 217	-2 017	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	ok
I	Quasi permanente	-7 527	-1 687	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	ok

N_{Ed}: azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

M_{Ed,x}: momento sollecitante attorno all'asse X

M_{Ed,y}: momento sollecitante attorno all'asse Y

ϵ_{sm} : deformazione unitaria media delle barre di armatura

Verifica: tensione massima nel calcestruzzo (cfr. NTC2008 form.4.1.40/41)

Δ_{sm} : distanza media tra le fessure

w_m: ampiezza media delle fessure

w_d: ampiezza di calcolo delle fessure

w_{lim}: ampiezza nominale delle fessure (w1, w2, w3)

20.3 Verifiche dei dettagli costruttivi

Lunghezze critiche e vincoli geometrici (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.1.4)

Spessore min [cm]	Spessore [cm]	h Zona critica min [cm]	h Zona critica [cm]	Verifica
15	25	169,000005722046	169,000005722046	ok

Armatura verticale in zona confinata (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.2.4)

Φ_{max} [mm]	Φ [mm]	Passo max [cm]	Passo [cm]	L zona conf. min [cm]	L zona conf. [cm]	ρ_{min}	ρ	ρ_{max}	Verifica
25	18	30	14	33,80000114440 92	37,5	1	2,17	4	ok

Armatura verticale in zona non confinata (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.2.4)

Φ_{max} [mm]	Φ [mm]	Passo max [cm]	Passo [cm]	ρ_{min}	ρ	Verifica
25	12	30	14	0,2	0,28	ok

Armatura orizzontale in zona confinata (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.2.4)

Φ_{min} [mm]	Φ [mm]	Φ_{max} [mm]	Passo max [cm]	Passo [cm]	Verifica
6	10	25	8	8	ok

Armatura orizzontale in zona non confinata (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.2.4)

Φ_{max} [mm]	Φ [mm]	Passo max [cm]	Passo [cm]	ρ_{min}	ρ	Verifica
25	10	30	8	0,2	0,36	ok

21. SETTO 13

Caratteristiche della sezione

Nome della sezione:

Sezione

Area: 3 725,00 cm²

Materiale della sezione: C25/30

Materiale delle armature: B450C

Normativa di riferimento:

Stati limite Norme Tecniche 2008



Dati geometrici della sezione

Coordinata baricentrica	xG =	0,00 cm	Coordinata baricentrica	yG =	0,00 cm
Momento statico asse x	Sx =	0,00 cm ³	Momento statico asse y	Sy =	0,00 cm ³
Momento d'inerzia asse x	Ix =	6 891 560,55 cm ⁴	Momento d'inerzia asse y	Iy =	194 010,42 cm ⁴
Momento d'inerzia asse principale 1	I1 =	6 891 560,55 cm ⁴	Momento d'inerzia asse principale 2	I2 =	194 010,42 cm ⁴
Rotazione dell'asse principale 1	α1 =	0,00 °	Rotazione dell'asse principale 2	α2 =	90,00 °
Raggio d'inerzia asse principale 1	i1 =	43,01 cm	Raggio d'inerzia asse principale 2	i2 =	7,22 cm
Momento d'inerzia polare	Ixy =	0,00 cm ⁴	Momento d'inerzia torsionale	It =	691 473,26 cm ⁴

Coordinate dei vertici

Vertice	X [cm]	Y [cm]
1	-12,500	74,500
2	12,500	74,500
3	12,500	-74,500
4	-12,500	-74,500

Coordinate dell'armatura

Ferro	X [cm]	Y [cm]	Ø [mm]
1	8,600	70,600	18
2	8,600	55,500	18
3	8,600	40,400	18
4	0,000	40,400	18
5	-8,600	40,400	18
6	-8,600	55,500	18
7	-8,600	70,600	18
8	0,000	70,600	18
9	8,600	-40,400	18
10	8,600	-55,500	18
11	8,600	-70,600	18
12	0,000	-70,600	18
13	-8,600	-70,600	18
14	-8,600	-55,500	18
15	-8,600	-40,400	18
16	0,000	-40,400	18
17	-8,900	27,500	12
18	-8,900	0,000	12
19	-8,900	-27,500	12
20	8,900	27,500	12
21	8,900	0,000	12
22	8,900	-27,500	12

Staffatura

Ø 10 ogni 8 cm, 2 bracci

Sollecitazioni

Carichi Stato Limite Ultimo

Combinazione	Azione assiale N [daN]	Taglio Tx [daN]	Taglio Ty [daN]	Momento flettente Mx [daN m]	Momento flettente My [daN m]	Momento torcente Mt [daN m]
1	-15 806	0	12 848	8 913	0	0
2	-15 806	0	12 848	8 913	0	0
3	-15 806	0	12 848	8 913	0	0
4	-15 806	0	12 848	8 913	0	0
5	-2 475	0	12 848	8 913	0	0
6	-2 475	0	12 848	8 913	0	0
7	-2 475	0	12 848	8 913	0	0
8	-2 475	0	12 848	8 913	0	0
9	-21 775	0	4 681	14 579	0	0
10	-7 884	0	0	1 387	0	0
11	-24 553	0	0	15 112	0	0
12	-4 377	0	0	-5 091	0	0
13	-401	0	0	3 248	0	0

Carichi Stato Limite di Esercizio

Combinazione	Azione assiale N [daN]	Momento flettente Mx [daN m]	Momento flettente My [daN m]	Condizione di esercizio	Aggressività ambiente
1	-7 884	1 387	0	rara	bassa
2	-17 420	10 259	0	rara	bassa
3	-2 971	-2 961	0	rara	bassa
4	-401	3 248	0	rara	bassa
5	-7 884	1 387	0	quasi perm.	bassa
6	-15 806	8 913	0	quasi perm.	bassa
7	-2 475	-2 175	0	quasi perm.	bassa
8	-401	3 248	0	quasi perm.	bassa

21.1 Scheda tecnica del materiale

Calcestruzzo	
Nome: C25/30	Tipologia del materiale: calcestruzzo
Classe di resistenza: C25/30	
Descrizione:	
Caratteristiche del calcestruzzo	
Densità ρ : 2 453 daN/m ³	Resistenza caratteristica cubica a compressione R_{ck} : 300,0 daN/cm ²
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione f_{ck} : 249,0 daN/cm ²	Resistenza cilindrica media f_{cm} : 329,0 daN/cm ²
Resistenza media a trazione semplice f_{ctm} : 25,6 daN/cm ²	Resistenza media a flessione f_{ctm} : 30,7 daN/cm ²
Resistenza caratt. trazione semplice, frattile 5% $f_{ctk,5}$: 17,9 daN/cm ²	Resistenza caratt. trazione semplice, frattile 95% $f_{ctk,95}$: 33,3 daN/cm ²
Modulo Elastico E_{cm} : 300 450,9 daN/cm ²	Coefficiente di Poisson ν : 0,20
Coefficiente di dilatazione termica lineare α_t : 1E-05	Coefficiente correttivo per la resistenza a compressione α_{cc} : 0,85
Coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo γ_c : 1,5	Resistenza a compressione di progetto f_{cd} : 141,1 daN/cm ²
Resistenza a trazione di progetto, frattile 5% $f_{ctd,5}$: 11,9 daN/cm ²	Resistenza a trazione di progetto, frattile 95% $f_{ctd,95}$: 22,2 daN/cm ²
Acciaio per cemento armato	
Nome: B450C	Tipologia del materiale: acciaio per cemento armato
Descrizione:	
Caratteristiche dell'acciaio	
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} : 4 500,0 daN/cm ²	Coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio γ_s : 1,15
Modulo elastico E_S : 2 060 000,0 daN/cm ²	Densità ρ : 7 652 daN/m ³
Allungamento sotto carico massimo A_{gt} : 67,5 ‰	Tensione ammissibile σ_s : 2 600,0 daN/cm ²
Coefficiente di omogeneizzazione n : 15	

21.2 Verifiche della sezione

Stato limite ultimo: resistenza ad azione assiale e flettente (cfr. NTC2008 - § 4.1.2.1.2.4)

Verifica ad azione assiale e flessione semplice

	NEd [daN]	MEd [daN m]	MRd [daN m]	Csicurezza	Verifica I	εc [‰]	εs [‰]	Campo	ξ	ξlim	Verifica II	δ [%]
A	-15 806	8 913	123 025	13,80	ok	3,50	13,07	III	0,211	0,450	ok	0,70
B	-15 806	8 913	123 025	13,80	ok	3,50	13,07	III	0,211	0,450	ok	0,70
C	-15 806	8 913	123 025	13,80	ok	3,50	13,07	III	0,211	0,450	ok	0,70
D	-15 806	8 913	123 025	13,80	ok	3,50	13,07	III	0,211	0,450	ok	0,70
E	-2 475	8 913	116 720	13,10	ok	3,50	14,42	III	0,195	0,450	ok	0,70
F	-2 475	8 913	116 720	13,10	ok	3,50	14,42	III	0,195	0,450	ok	0,70
G	-2 475	8 913	116 720	13,10	ok	3,50	14,42	III	0,195	0,450	ok	0,70
H	-2 475	8 913	116 720	13,10	ok	3,50	14,42	III	0,195	0,450	ok	0,70
I	-21 775	14 579	125 678	8,62	ok	3,50	12,57	III	0,218	0,450	ok	0,71
J	-7 884	1 387	119 297	86,01	ok	3,50	13,85	III	0,202	0,450	ok	0,70
K	-24 553	15 112	126 916	8,40	ok	3,50	12,34	III	0,221	0,450	ok	0,72
L	-4 377	-5 091	-117 590	23,10	ok	3,50	14,23	III	0,197	0,450	ok	0,70
M	-401	3 248	115 727	35,63	ok	3,50	14,64	III	0,193	0,450	ok	0,70

NEd: azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

MRd: momento resistente ultimo della sezione corrispondente a NEd

Verifica: per resistenza a tenso/prezzo – flessione (cfr. NTC2008 form. 4.1.9)

εc: deformazione ultima del calcestruzzo

Campo: campo di rottura della sezione

ξlim: limite normativo del rapporto x/d

δ: percentuale residua minima per la ridistribuzione (solo per travi e solette)

MEd: momento sollecitante

Csicurezza: coefficiente di sicurezza calcolato ad azione assiale costante

εs: deformazione ultima dell'acciaio

ξ: rapporto x/d

Verifica: rottura duttile della sezione ($\xi < \xi_{lim}$)

Stato limite ultimo: resistenza a taglio e torsione (cfr. NTC2008 - § 4.1.2.1.3 e § 4.1.2.1.4)

Verifica con armatura trasversale resistente a taglio in direzione y

	dy [cm]	bw,y [cm]	αc [-]	σcp [daN/cm²]	f'cd [daN/cm²]	s [-]	α [°]	A_{sw,y} [cm²]	f_{yd} [daN/cm²]
A	145,1	25,0	1,0	4,2	70,6	8	90	1,6	3 913,0
B	145,1	25,0	1,0	4,2	70,6	8	90	1,6	3 913,0
C	145,1	25,0	1,0	4,2	70,6	8	90	1,6	3 913,0
D	145,1	25,0	1,0	4,2	70,6	8	90	1,6	3 913,0
E	145,1	25,0	1,0	0,7	70,6	8	90	1,6	3 913,0
F	145,1	25,0	1,0	0,7	70,6	8	90	1,6	3 913,0
G	145,1	25,0	1,0	0,7	70,6	8	90	1,6	3 913,0
H	145,1	25,0	1,0	0,7	70,6	8	90	1,6	3 913,0
I	145,1	25,0	1,0	5,8	70,6	8	90	1,6	3 913,0

dy: altezza minima della sezione (per le sezioni circolari è valutata con $0,45 \cdot D + 0,64 \cdot (d - D/2)$ con D diametro della sezione)

bw,y: larghezza minima della sezione (per le sezioni circolari è valutata come $0,9 \cdot D$ con D diametro della sezione)

αc: coefficiente maggiorativo

σcp: tensione media di compressione nella sezione

f'cd: resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

s: interasse tra due armature trasversali consecutive

α: angolo di inclinazione dell'armatura trasversale

f_{yd}: tensione caratteristica di snervamento

	θ [°]	ctg θ [-]	VRcd,y [daN]	VRsd,y [daN]	VRd,y [daN]	VEd,y [daN]	CV	Verifica
A	40,6	1,2	117 231	117 063	117 063	12 848	9,11	ok
B	40,6	1,2	117 231	117 063	117 063	12 848	9,11	ok
C	40,6	1,2	117 231	117 063	117 063	12 848	9,11	ok
D	40,6	1,2	117 231	117 063	117 063	12 848	9,11	ok
E	41,2	1,1	114 690	114 612	114 612	12 848	8,92	ok
F	41,2	1,1	114 690	114 612	114 612	12 848	8,92	ok
G	41,2	1,1	114 690	114 612	114 612	12 848	8,92	ok
H	41,2	1,1	114 690	114 612	114 612	12 848	8,92	ok
I	40,3	1,2	118 325	118 312	118 312	4 681	25,27	ok

θ : angolo di inclinazione dei puntoni di cls (cfr. NTC2008 formula 4.1.16)

ctg θ : cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo

VRcd,y: azione resistente a taglio dei puntoni di calcestruzzo in direzione y

VRsd,y: azione resistente a taglio dell'armatura trasversale in direzione y

VRd,y: azione resistente a taglio in direzione y

VEd,y: azione sollecitante a taglio in direzione y

Verifica: per resistenza a taglio (cfr. NTC2008 formula. 4.1.17)

Stati limite di esercizio: tensioni di esercizio e fessurazione (cfr. NTC2008 - § 4.1.2.2)

Verifica tensioni di esercizio (cfr. NTC2008 - § 4.1.2.2.5)

	Combinazione	N _{Ed} [daN]	M _{Ed,x} [daN m]	M _{Ed,y} [daN m]	σ_c [daN/cm ²]	$\sigma_{c,limite}$ [daN/cm ²]	Verifica I	$\sigma_{s,trazione}$ [daN/cm ²]	$\sigma_{s,comp}$ [daN/cm ²]	$\sigma_{s,limite}$ [daN/cm ²]	Verifica II
A	Rara	-7 884	1 387	0	-2,9	149,4	ok	-10,2	-43,1	3 600,0	ok
B	Rara	-17 420	10 259	0	-12,5	149,4	ok	62,8	-180,6	3 600,0	ok
C	Rara	-2 971	-2 961	0	-3,1	149,4	ok	25,1	-45,2	3 600,0	ok
D	Rara	-401	3 248	0	-2,8	149,4	ok	37,2	-39,9	3 600,0	ok
E	Quasi permanente	-7 884	1 387	0	-2,9	112,1	ok	-10,2	-43,1	-	-
F	Quasi permanente	-15 806	8 913	0	-11,0	112,1	ok	52,3	-159,1	-	-
G	Quasi permanente	-2 475	-2 175	0	-2,4	112,1	ok	17,4	-34,2	-	-
H	Quasi permanente	-401	3 248	0	-2,8	112,1	ok	37,2	-39,9	-	-

N_{Ed}: azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

M_{Ed,x}: momento sollecitante attorno all'asse X

M_{Ed,y}: momento sollecitante attorno all'asse Y

σ_c : massima tensione di compressione nel calcestruzzo

$\sigma_{c,limite}$: tensione limite di compressione nel calcestruzzo

$\sigma_{s,trazione}$: massima tensione di trazione nelle barre di acciaio

$\sigma_{s,compressione}$: massima tensione di compressione nelle barre di acciaio

$\sigma_{s,limite}$: tensione limite nelle barre di acciaio

Verifica I: tensione massima nel calcestruzzo (cfr. NTC2008 form.4.1.40/41)

Verifica II: tensione massima nelle barre di acciaio (cfr. NTC2008 form.4.1.42)

Verifica allo stato limite di fessurazione: apertura delle fessure (cfr. NTC2008 - § 4.1.2.2.4)

	Combinazione	N [daN]	M _{Ed,x} [daN m]	M _{Ed,y} [daN m]	ϵ_{sm} [mm]	Δ_{sm} [mm]	w _m [mm]	w _d [mm]	w _{lim} [mm]	Verifica
E	Quasi permanente	-7 884	1 387	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	ok
F	Quasi permanente	-15 806	8 913	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	ok
G	Quasi permanente	-2 475	-2 175	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	ok
H	Quasi permanente	-401	3 248	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	ok

N_{Ed}: azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

M_{Ed,x}: momento sollecitante attorno all'asse X

M_{Ed,y}: momento sollecitante attorno all'asse Y

ϵ_{sm} : deformazione unitaria media delle barre di armatura

Verifica: tensione massima nel calcestruzzo (cfr. NTC2008 form.4.1.40/41)

Δ_{sm} : distanza media tra le fessure

w_m: ampiezza media delle fessure

w_d: ampiezza di calcolo delle fessure

w_{lim}: ampiezza nominale delle fessure (w1, w2, w3)

21.3 Verifiche dei dettagli costruttivi

Lunghezze critiche e vincoli geometrici (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.1.4)

Spessore min [cm]	Spessore [cm]	h Zona critica min [cm]	h Zona critica [cm]	Verifica
15	25	149,000000953674	149,000000953674	ok

Armatura verticale in zona confinata (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.2.4)

Φ_{max} [mm]	Φ [mm]	Passo max [cm]	Passo [cm]	L zona conf. min [cm]	L zona conf. [cm]	ρ_{min}	ρ	ρ_{max}	Verifica
25	18	30	14	29,80000019073 49	37,5	1	2,17	4	ok

Armatura verticale in zona non confinata (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.2.4)

Φ_{max} [mm]	Φ [mm]	Passo max [cm]	Passo [cm]	ρ_{min}	ρ	Verifica
25	12	30	14	0,2	0,26	ok

Armatura orizzontale in zona confinata (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.2.4)

Φ_{min} [mm]	Φ [mm]	Φ_{max} [mm]	Passo max [cm]	Passo [cm]	Verifica
6	10	25	8	8	ok

Armatura orizzontale in zona non confinata (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.2.4)

Φ_{max} [mm]	Φ [mm]	Passo max [cm]	Passo [cm]	ρ_{min}	ρ	Verifica
25	10	30	8	0,2	0,36	ok

22. SETTO 17

Caratteristiche della sezione

Nome della sezione:

Sezione

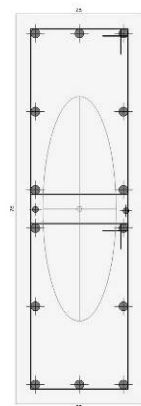
Area: 1 974,68 cm²

Materiale della sezione: C25/30

Materiale delle armature: B450C

Normativa di riferimento:

Stati limite Norme Tecniche 2008



Dati geometrici della sezione

Coordinata baricentrica	xG =	0,00 cm	Coordinata baricentrica	yG =	0,00 cm
Momento statico asse x	Sx =	0,00 cm ³	Momento statico asse y	Sy =	0,00 cm ³
Momento d'inerzia asse x	Ix =	996 763,45 cm ⁴	Momento d'inerzia asse y	Iy =	105 933,84 cm ⁴
Momento d'inerzia asse principale 1	I1 =	996 763,45 cm ⁴	Momento d'inerzia asse principale 2	I2 =	105 933,84 cm ⁴
Rotazione dell'asse principale 1	α1 =	0,00 °	Rotazione dell'asse principale 2	α2 =	90,00 °
Raggio d'inerzia asse principale 1	i1 =	22,47 cm	Raggio d'inerzia asse principale 2	i2 =	7,32 cm
Momento d'inerzia polare	Ixy =	0,00 cm ⁴	Momento d'inerzia torsionale	It =	336 610,91 cm ⁴

Coordinate dei vertici

Vertice	X [cm]	Y [cm]
1	-12,686	38,914
2	12,686	38,914
3	12,686	-38,914
4	-12,686	-38,914

Coordinate dell'armatura

Ferro	X [cm]	Y [cm]	Ø [mm]
1	8,786	35,014	18
2	8,786	19,414	18
3	8,786	3,814	18
4	-8,786	-0,071	12
5	-8,786	3,814	18
6	-8,786	19,414	18
7	-8,786	35,014	18
8	0,000	35,014	18
9	8,786	-3,814	18
10	8,786	-19,414	18
11	8,786	-35,014	18
12	0,000	-35,014	18
13	-8,786	-35,014	18
14	-8,786	-19,414	18
15	-8,786	-3,814	18
16	9,286	-0,371	12

Staffatura

Ø 10 ogni 10 cm, 2 bracci

Sollecitazioni

Carichi Stato Limite Ultimo

Combinazione	Azione assiale N [daN]	Taglio Tx [daN]	Taglio Ty [daN]	Momento flettente Mx [daN m]	Momento flettente My [daN m]	Momento torcente Mt [daN m]
1	-17 230	0	3 474	2 081	0	0
2	-17 230	0	3 474	2 081	0	0
3	-17 230	0	3 474	2 081	0	0
4	-17 230	0	3 474	2 081	0	0
5	-42 736	0	3 474	2 081	0	0
6	-42 736	0	3 474	2 081	0	0
7	-42 736	0	3 474	2 081	0	0
8	-42 736	0	3 474	2 081	0	0
9	-5 216	0	595	313	0	0
10	-26 103	0	0	3 446	0	0
11	-27 759	0	0	3 545	0	0
12	-7 178	0	0	430	0	0
13	-72 656	0	0	-26 927	0	0
14	-7 381	0	0	-2 371	0	0
15	-72 828	0	0	-26 934	0	0
16	-7 724	0	0	-2 385	0	0

Carichi Stato Limite di Esercizio

Combinazione	Azione assiale N [daN]	Momento flettente Mx [daN m]	Momento flettente My [daN m]	Condizione di esercizio	Aggressività ambiente
1	-5 318	319	0	rara	bassa
2	-19 242	2 408	0	rara	bassa
3	-5 522	331	0	rara	bassa
4	-49 422	-18 268	0	rara	bassa
5	-7 381	-2 371	0	rara	bassa
6	-49 536	-18 272	0	rara	bassa
7	-7 610	-2 380	0	rara	bassa
8	-5 522	331	0	quasi perm.	bassa
9	-17 230	2 081	0	quasi perm.	bassa
10	-42 736	-15 695	0	quasi perm.	bassa
11	-7 381	-2 371	0	quasi perm.	bassa

22.1 Scheda tecnica del materiale

Calcestruzzo

Nome: **C25/30**

Tipologia del materiale: calcestruzzo

Classe di resistenza: C25/30

Descrizione:

Caratteristiche del calcestruzzo

Densità ρ : 2 453 daN/m³Resistenza caratteristica cubica a compressione R_{ck} : 300,0 daN/cm²Resistenza caratteristica cilindrica a compressione f_{ck} : 249,0 daN/cm²Resistenza cilindrica media f_{cm} : 329,0 daN/cm²Resistenza media a trazione semplice f_{ctm} : 25,6 daN/cm²Resistenza media a flessione f_{ctm} : 30,7 daN/cm²Resistenza caratt. trazione semplice, frattile 5% $f_{ctk,5}$: 17,9 daN/cm²Resistenza caratt. trazione semplice, frattile 95% $f_{ctk,95}$: 33,3 daN/cm²Modulo Elastico E_{cm} : 300 450,9 daN/cm²Coefficiente di Poisson ν : 0,20Coefficiente di dilatazione termica lineare α_t : 1E-05Coefficiente correttivo per la resistenza a compressione α_{cc} : 0,85Coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo γ_c : 1,5Resistenza a compressione di progetto f_{cd} : 141,1 daN/cm²Resistenza a trazione di progetto, frattile 5% $f_{ctd,5}$: 11,9 daN/cm²Resistenza a trazione di progetto, frattile 95% $f_{ctd,95}$: 22,2 daN/cm²

Acciaio per cemento armato

Nome: **B450C**

Tipologia del materiale: acciaio per cemento armato

Descrizione:

Caratteristiche dell'acciaio

Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} : 4 500,0 daN/cm²Coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio γ_s : 1,15Modulo elastico E_S : 2 060 000,0 daN/cm²Densità ρ : 7 652 daN/m³Allungamento sotto carico massimo A_{gt} : 67,5 ‰Tensione ammissibile σ_s : 2 600,0 daN/cm²Coefficiente di omogeneizzazione n : 15

22.2 Verifiche della sezione

3.1 Stato limite ultimo: resistenza ad azione assiale e flettente (cfr. NTC2008 - § 4.1.2.1.2.4)

Verifica ad azione assiale e flessione semplice

	NEd [daN]	MEd [daN m]	MRd [daN m]	Csicurezza	Verifica I	εc [‰]	εs [‰]	Campo	ξ	ξlim	Verifica II	δ [%]
A	-17 230	2 081	47 089	22,63	ok	3,50	6,67	III	0,344	0,450	ok	0,87
B	-17 230	2 081	47 089	22,63	ok	3,50	6,67	III	0,344	0,450	ok	0,87
C	-17 230	2 081	47 089	22,63	ok	3,50	6,67	III	0,344	0,450	ok	0,87
D	-17 230	2 081	47 089	22,63	ok	3,50	6,67	III	0,344	0,450	ok	0,87
E	-42 736	2 081	49 610	23,84	ok	3,50	5,41	III	0,393	0,450	ok	0,93
F	-42 736	2 081	49 610	23,84	ok	3,50	5,41	III	0,393	0,450	ok	0,93
G	-42 736	2 081	49 610	23,84	ok	3,50	5,41	III	0,393	0,450	ok	0,93
H	-42 736	2 081	49 610	23,84	ok	3,50	5,41	III	0,393	0,450	ok	0,93
I	-5 216	313	45 459	145,24	ok	3,50	7,50	III	0,318	0,450	ok	0,84
J	-26 103	3 446	48 128	13,97	ok	3,50	6,16	III	0,362	0,450	ok	0,89
K	-27 759	3 545	48 326	13,63	ok	3,50	6,06	III	0,366	0,450	ok	0,90
L	-7 178	430	45 732	106,35	ok	3,50	7,35	III	0,322	0,450	ok	0,84
M	-72 656	-26 927	-51 767	1,92	ok	3,50	4,29	III	0,449	0,450	ok	1,00
N	-7 381	-2 371	-45 727	19,29	ok	3,50	7,34	III	0,323	0,450	ok	0,84
O	-72 828	-26 934	-51 767	1,92	ok	3,50	4,29	III	0,449	0,450	ok	1,00
P	-7 724	-2 385	-45 760	19,19	ok	3,50	7,32	III	0,323	0,450	ok	0,84

NEd: azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

MRd: momento resistente ultimo della sezione corrispondente a NEd

Verifica: per resistenza a tenso/prezzo – flessione (cfr. NTC2008 form. 4.1.9)

εc: deformazione ultima del calcestruzzo

Campo: campo di rottura della sezione

ξlim: limite normativo del rapporto x/d

δ: percentuale residua minima per la redistribuzione (solo per travi e solette)

MEd: momento sollecitante

Csicurezza: coefficiente di sicurezza calcolato ad azione assiale costante

εs: deformazione ultima dell'acciaio

ξ: rapporto x/d

Verifica: rottura duttile della sezione ($\xi < \xi_{lim}$)

Stato limite ultimo: resistenza a taglio e torsione (cfr. NTC2008 - § 4.1.2.1.3 e § 4.1.2.1.4)

Verifica con armatura trasversale resistente a taglio in direzione y

	dy [cm]	bw,y [cm]	αc [-]	σcp [daN/cm²]	f'cd [daN/cm²]	s [-]	α [°]	Asw,y [cm²]	fyd [daN/cm²]
A	73,9	25,4	1,1	8,7	70,6	10	90	1,6	3 913,0
B	73,9	25,4	1,1	8,7	70,6	10	90	1,6	3 913,0
C	73,9	25,4	1,1	8,7	70,6	10	90	1,6	3 913,0
D	73,9	25,4	1,1	8,7	70,6	10	90	1,6	3 913,0
E	73,9	25,4	1,2	21,6	70,6	10	90	1,6	3 913,0
F	73,9	25,4	1,2	21,6	70,6	10	90	1,6	3 913,0
G	73,9	25,4	1,2	21,6	70,6	10	90	1,6	3 913,0
H	73,9	25,4	1,2	21,6	70,6	10	90	1,6	3 913,0
I	73,9	25,4	1,0	2,6	70,6	10	90	1,6	3 913,0

dy: altezza minima della sezione (per le sezioni circolari è valutata con $0,45 \cdot D + 0,64 \cdot (d - D/2)$ con D diametro della sezione)

bw,y: larghezza minima della sezione (per le sezioni circolari è valutata come $0,9 D$ con D diametro della sezione)

αc: coefficiente maggiorativo

σcp: tensione media di compressione nella sezione

f'cd: resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

s: interasse tra due armature trasversali consecutive

α: angolo di inclinazione dell'armatura trasversale

fyd: tensione caratteristica di snervamento

	θ [°]	ctg θ [-]	VRcd,y [daN]	VRsd,y [daN]	VRd,y [daN]	VEd,y [daN]	CV	Verifica
A	34,7	1,4	59 189	59 062	59 062	3 474	17,00	ok
B	34,7	1,4	59 189	59 062	59 062	3 474	17,00	ok
C	34,7	1,4	59 189	59 062	59 062	3 474	17,00	ok
D	34,7	1,4	59 189	59 062	59 062	3 474	17,00	ok
E	33,1	1,5	62 843	62 735	62 735	3 474	18,06	ok
F	33,1	1,5	62 843	62 735	62 735	3 474	18,06	ok
G	33,1	1,5	62 843	62 735	62 735	3 474	18,06	ok
H	33,1	1,5	62 843	62 735	62 735	3 474	18,06	ok
I	35,5	1,4	57 359	57 335	57 335	595	96,36	ok

θ : angolo di inclinazione dei puntoni di cls (cfr. NTC2008 formula 4.1.16)

ctg θ : cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo

VRcd,y: azione resistente a taglio dei puntoni di calcestruzzo in direzione y

VRsd,y: azione resistente a taglio dell'armatura trasversale in direzione y

VRd,y: azione resistente a taglio in direzione y

VEd,y: azione sollecitante a taglio in direzione y

Verifica: per resistenza a taglio (cfr. NTC2008 formula. 4.1.17)

Stati limite di esercizio: tensioni di esercizio e fessurazione (cfr. NTC2008 - § 4.1.2.2)

Verifica tensioni di esercizio (cfr. NTC2008 - § 4.1.2.2.5)

	Combinazione	N _{Ed} [daN]	M _{Ed,x} [daN m]	M _{Ed,y} [daN m]	σ_c [daN/cm ²]	$\sigma_{c,limite}$ [daN/cm ²]	Verifica I	$\sigma_{s,trazione}$ [daN/cm ²]	$\sigma_{s,comp}$ [daN/cm ²]	$\sigma_{s,limite}$ [daN/cm ²]	Verifica II
A	Rara	-5 318	319	0	-3,0	149,4	ok	-18,8	-43,9	3 600,0	ok
B	Rara	-19 242	2 408	0	-14,6	149,4	ok	-18,9	-208,2	3 600,0	ok
C	Rara	-5 522	331	0	-3,1	149,4	ok	-19,6	-45,6	3 600,0	ok
D	Rara	-49 422	-18 268	0	-85,5	149,4	ok	967,2	-1 163,5	3 600,0	ok
E	Rara	-7 381	-2 371	0	-9,8	149,4	ok	49,6	-136,7	3 600,0	ok
F	Rara	-49 536	-18 272	0	-85,5	149,4	ok	965,1	-1 164,0	3 600,0	ok
G	Rara	-7 610	-2 380	0	-9,9	149,4	ok	48,6	-138,4	3 600,0	ok
H	Quasi permanente	-5 522	331	0	-3,1	112,1	ok	-19,6	-45,6	-	-
I	Quasi permanente	-17 230	2 081	0	-12,8	112,1	ok	-19,8	-183,4	-	-
J	Quasi permanente	-42 736	-15 695	0	-73,5	112,1	ok	824,8	-1 000,3	-	-
K	Quasi permanente	-7 381	-2 371	0	-9,8	112,1	ok	49,6	-136,7	-	-

N_{Ed}: azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

M_{Ed,x}: momento sollecitante attorno all'asse X

M_{Ed,y}: momento sollecitante attorno all'asse Y

σ_c : massima tensione di compressione nel calcestruzzo

$\sigma_{c,limite}$: tensione limite di compressione nel calcestruzzo

$\sigma_{s,trazione}$: massima tensione di trazione nelle barre di acciaio

$\sigma_{s,compressione}$: massima tensione di compressione nelle barre di acciaio

$\sigma_{s,limite}$: tensione limite nelle barre di acciaio

Verifica I: tensione massima nel calcestruzzo (cfr. NTC2008 form.4.1.40/41)

Verifica II: tensione massima nelle barre di acciaio (cfr. NTC2008 form.4.1.42)

Verifica allo stato limite di fessurazione: apertura delle fessure (cfr. NTC2008 - § 4.1.2.2.4)

	Combinazione	N [daN]	M _{Ed,x} [daN m]	M _{Ed,y} [daN m]	ϵ_{sm} [mm]	Δ_{sm} [mm]	W _m [mm]	W _d [mm]	W _{lim} [mm]	Verifica
H	Quasi permanente	-5 522	331	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	ok
I	Quasi permanente	-17 230	2 081	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	ok
J	Quasi permanente	-42 736	-15 695	0	0,00	0,00	0,11	0,11	0,30	ok
K	Quasi permanente	-7 381	-2 371	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	ok

N_{Ed}: azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

M_{Ed,x}: momento sollecitante attorno all'asse X

M_{Ed,y}: momento sollecitante attorno all'asse Y

ϵ_{sm} : deformazione unitaria media delle barre di armatura

Verifica: tensione massima nel calcestruzzo (cfr. NTC2008 form.4.1.40/41)

Δ_{sm} : distanza media tra le fessure

W_m: ampiezza media delle fessure

W_d: ampiezza di calcolo delle fessure

W_{lim}: ampiezza nominale delle fessure (w1, w2, w3)

22.3 Verifiche dei dettagli costruttivi

Lunghezze critiche e vincoli geometrici (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.1.4)

Spessore min [cm]	Spessore [cm]	h Zona critica min [cm]	h Zona critica [cm]	Verifica
15	25,372269749 6414	77,8283834457398	77,8283834457398	ok

Armatura verticale in zona confinata (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.2.4)

Φ_{max} [mm]	Φ [mm]	Passo max [cm]	Passo [cm]	L zona conf. min [cm]	L zona conf. [cm]	ρ_{min}	ρ	ρ_{max}	Verifica
25,3722697 496414	18	30	9	15,56567668914 8	38,05840462446 21	1	1,91	4	ok

Armatura verticale in zona non confinata (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.2.4)

Φ_{max} [mm]	Φ [mm]	Passo max [cm]	Passo [cm]	ρ_{min}	ρ	Verifica
25,3722697 496414	12	30	9	0,2	0,39	ok

Armatura orizzontale in zona confinata (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.2.4)

Φ_{min} [mm]	Φ [mm]	Φ_{max} [mm]	Passo max [cm]	Passo [cm]	Verifica
6	10	25,3722697 496414	8	10	ok

Armatura orizzontale in zona non confinata (cfr. NTC2008 - § 7.4.6.2.4)

Φ_{max} [mm]	Φ [mm]	Passo max [cm]	Passo [cm]	ρ_{min}	ρ	Verifica
25,3722697 496414	10	30	10	0,2	0,27	ok

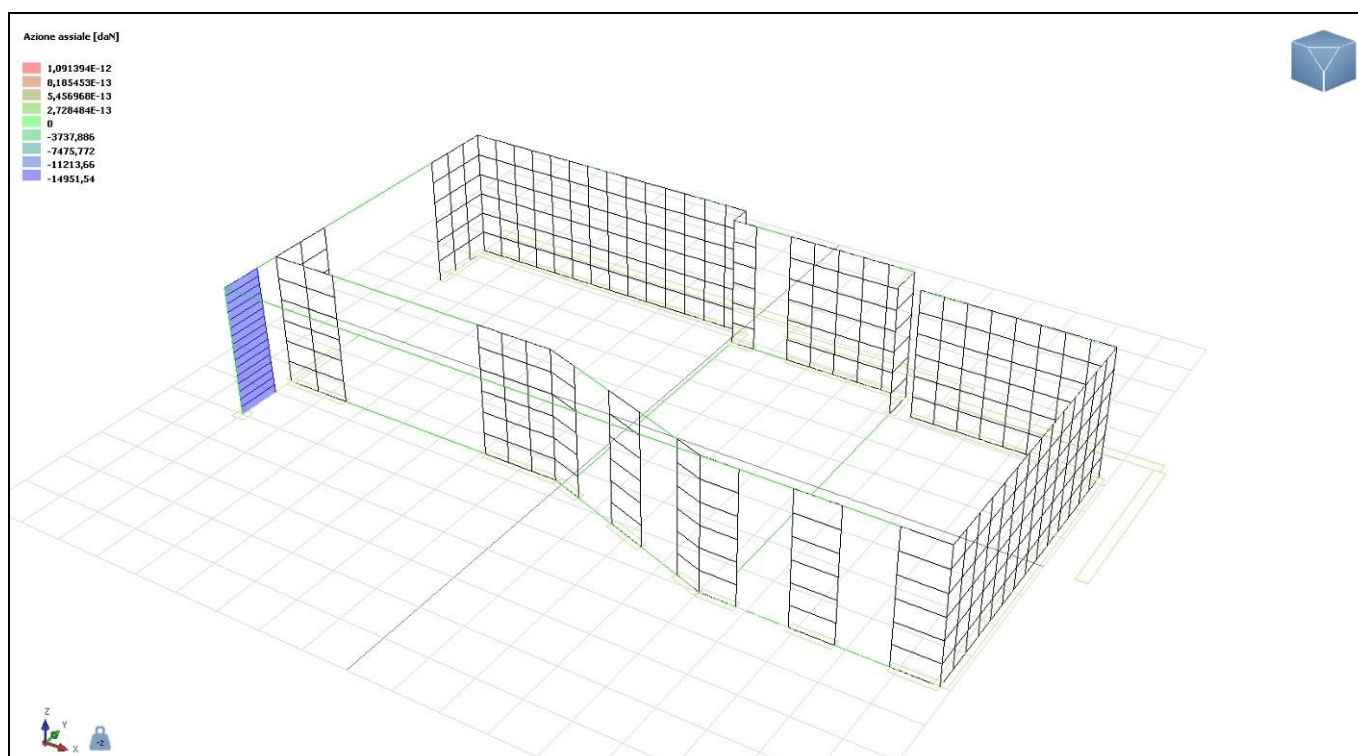
Conclusione

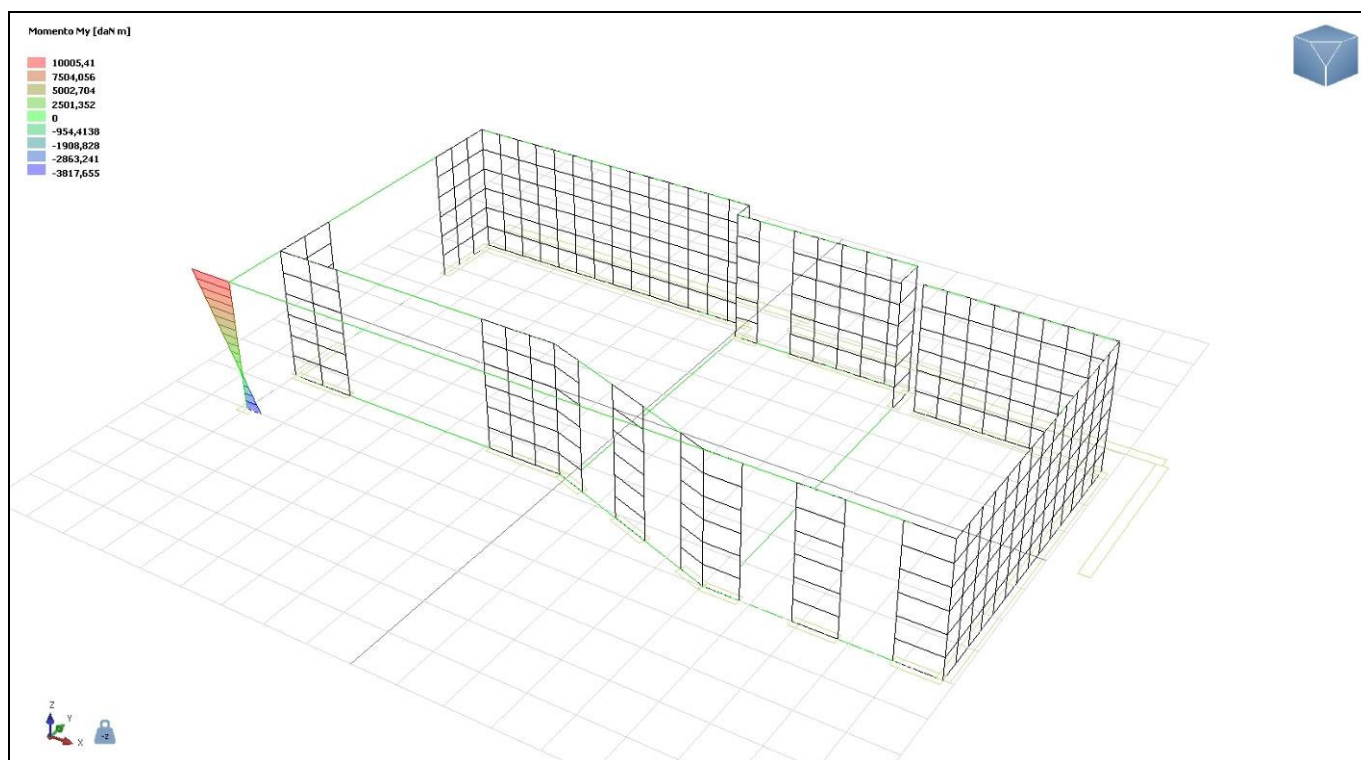
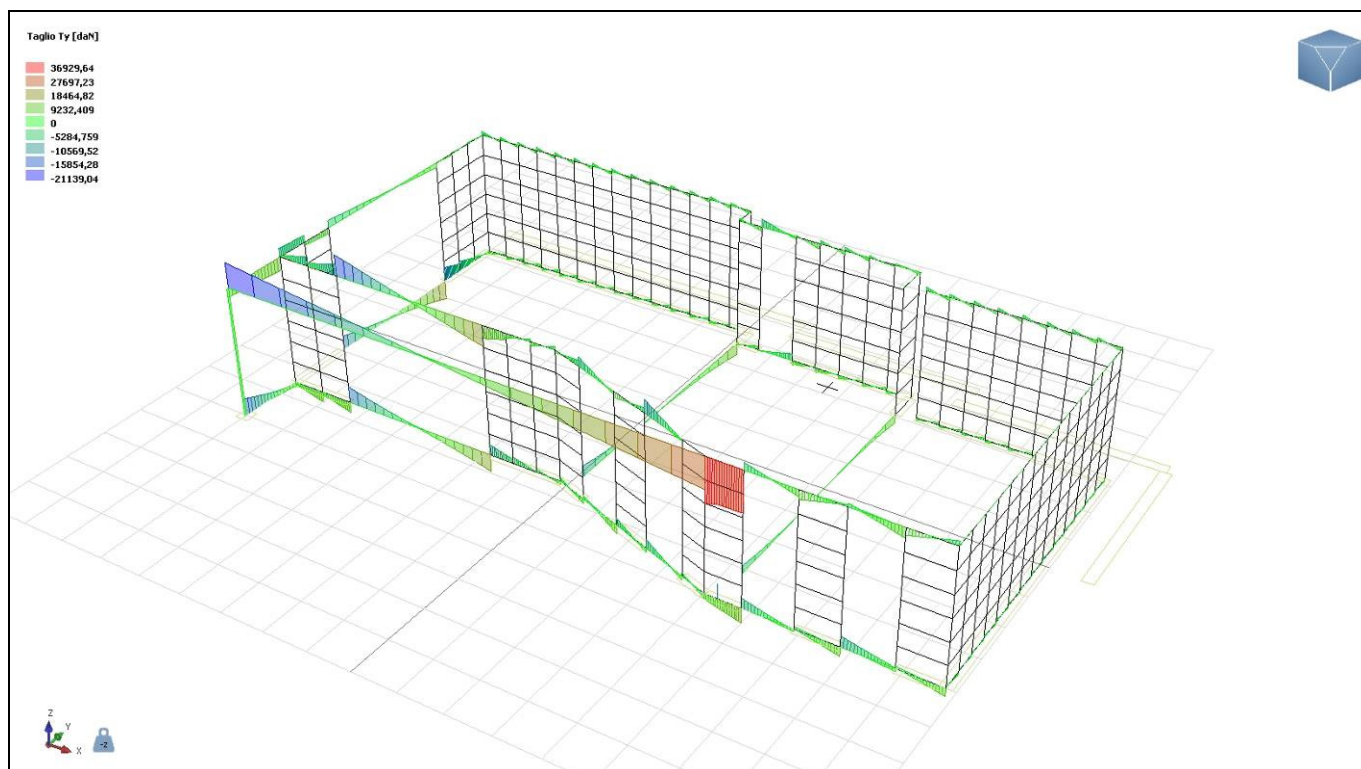
Nel rispetto di quanto richiesto nel capitolo 10 dalle Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 ed al fine di fornire un giudizio motivato di accettabilità dei valori raggiunti, alla luce delle verifiche e dei calcoli effettuati, di cui è data spiegazione nel presente documento, il progettista strutturale ritiene che i risultati ottenuti relativamente al progetto in oggetto siano conformi a quanto previsto dai regolamenti e dalle leggi vigenti in materia.

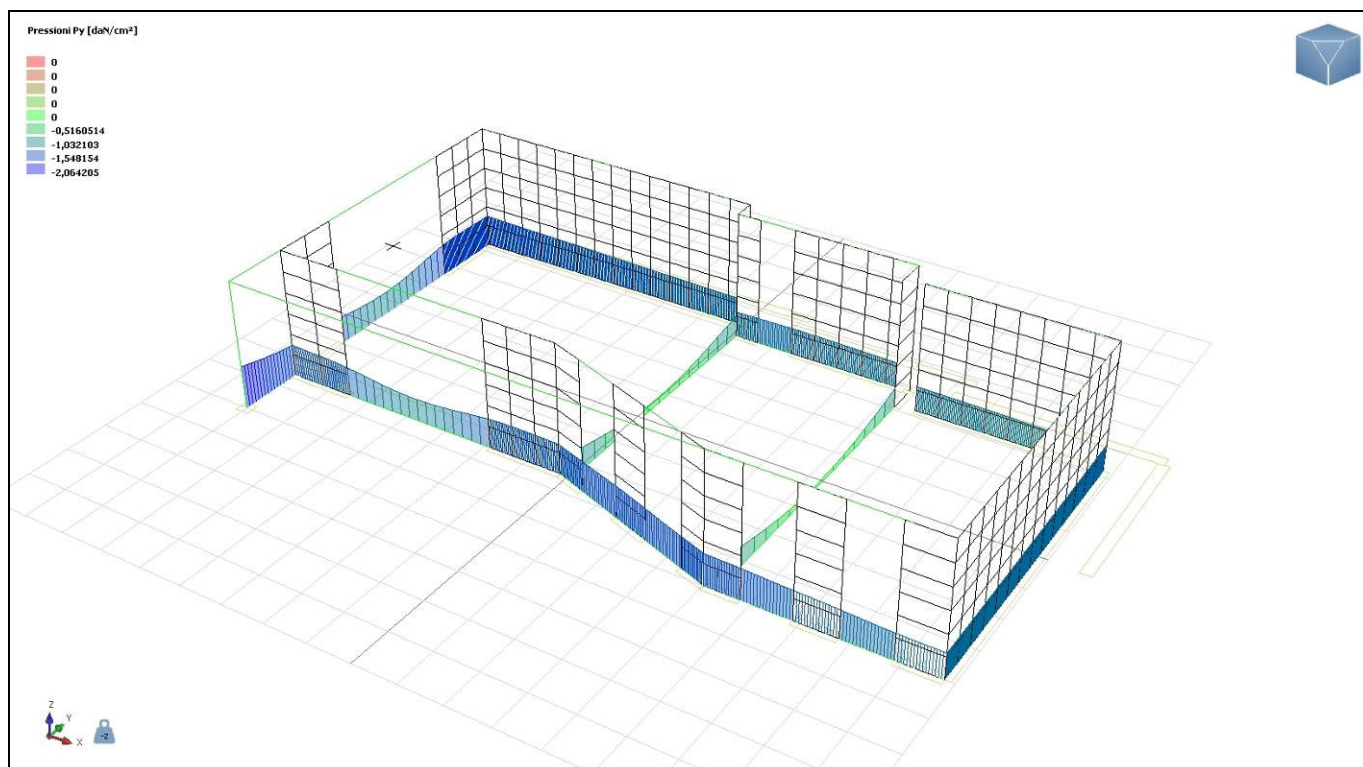
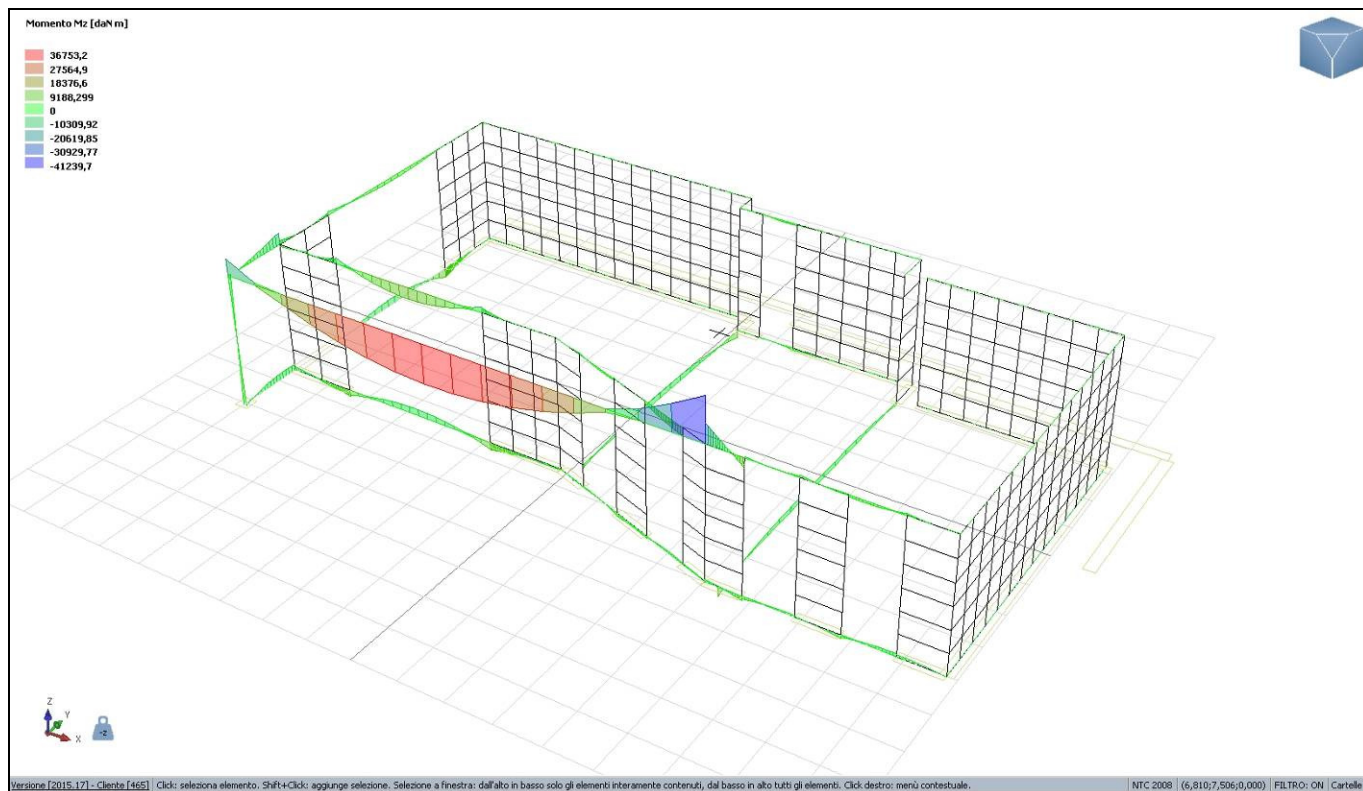
A supporto di tale affermazione il progettista dichiara di aver controllato accuratamente i tabulati ottenuti mediante codice di calcolo, di aver preliminarmente esaminato il software di calcolo, ritenendolo affidabile ed idoneo alla struttura in oggetto, di aver confrontato i risultati ottenuti da analisi computazionale con semplici calcoli di massima svolti dallo stesso progettista e di aver infine esaminato gli stati tensionali e deformativi, ritenendoli consistenti e coerenti con la modellazione della struttura analizzata.

GRAFICI

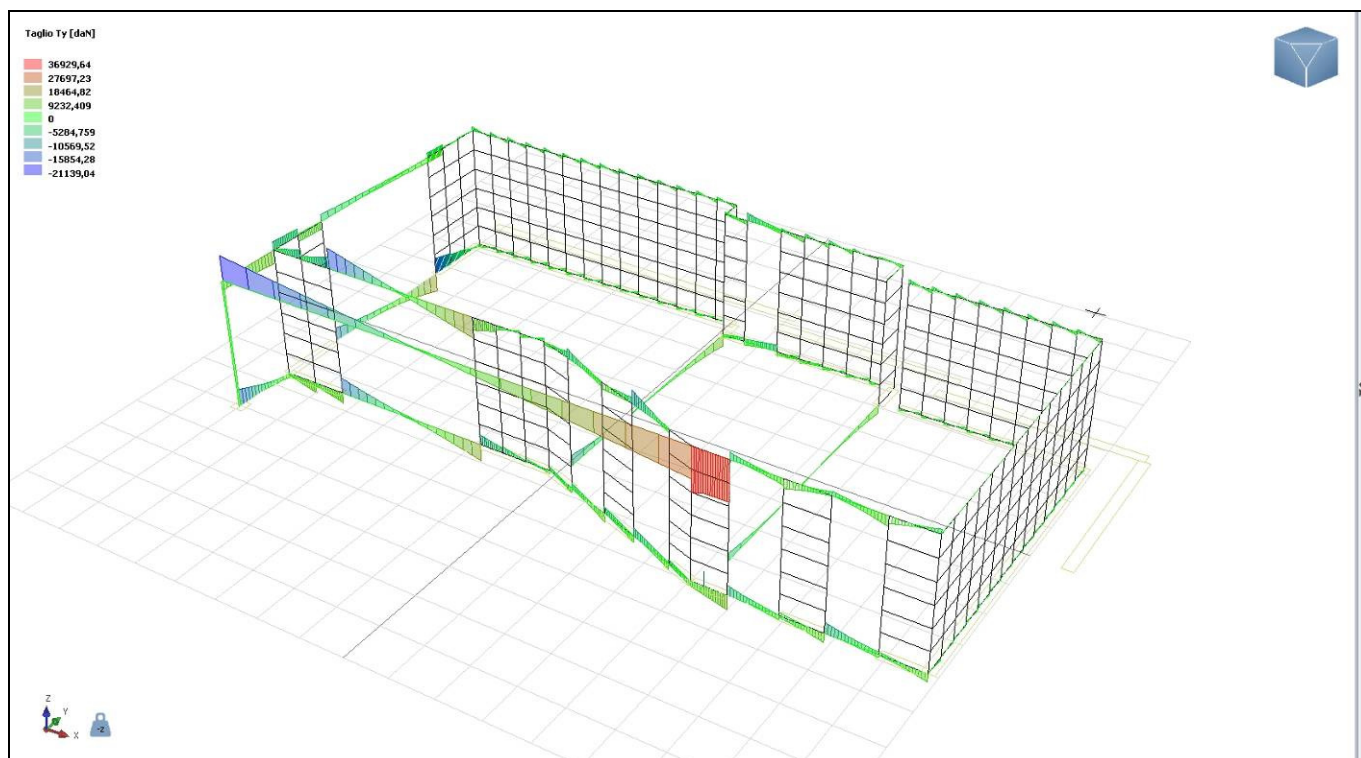
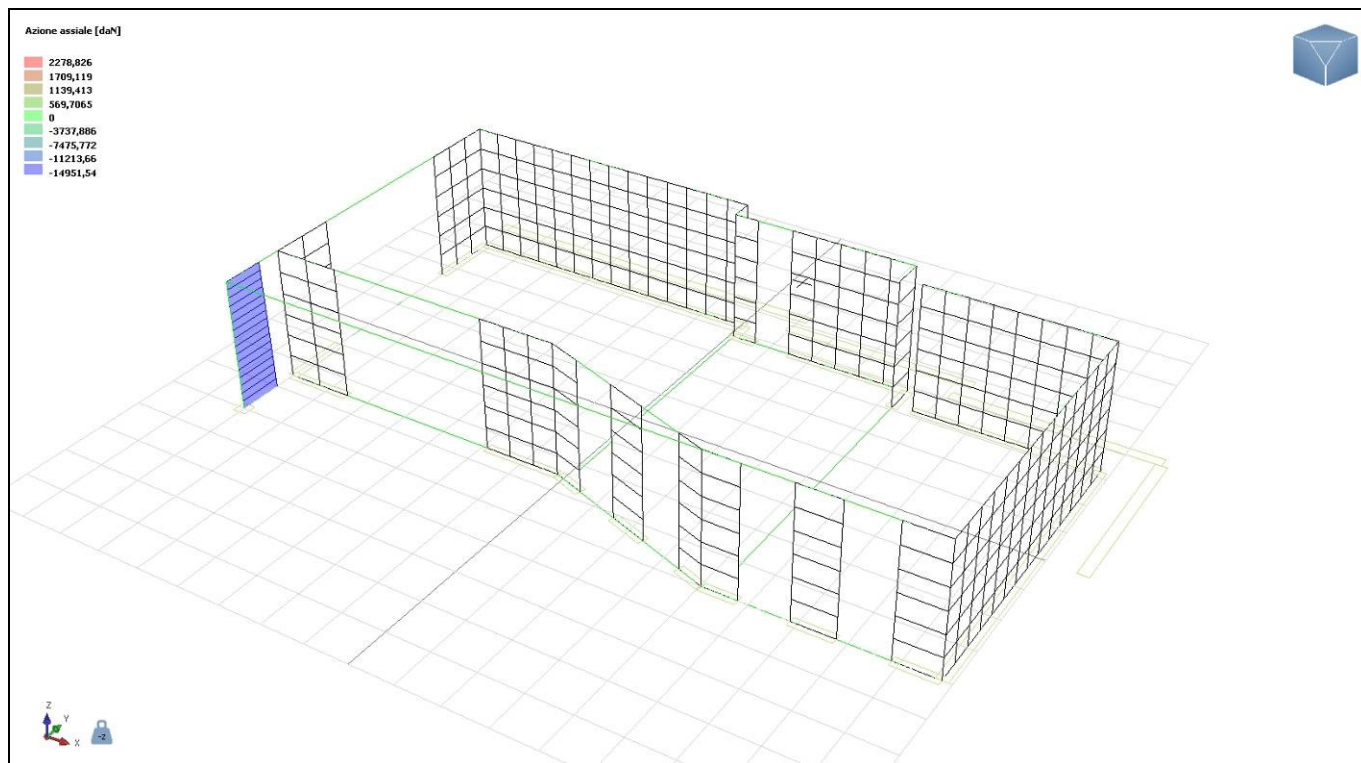
SLU

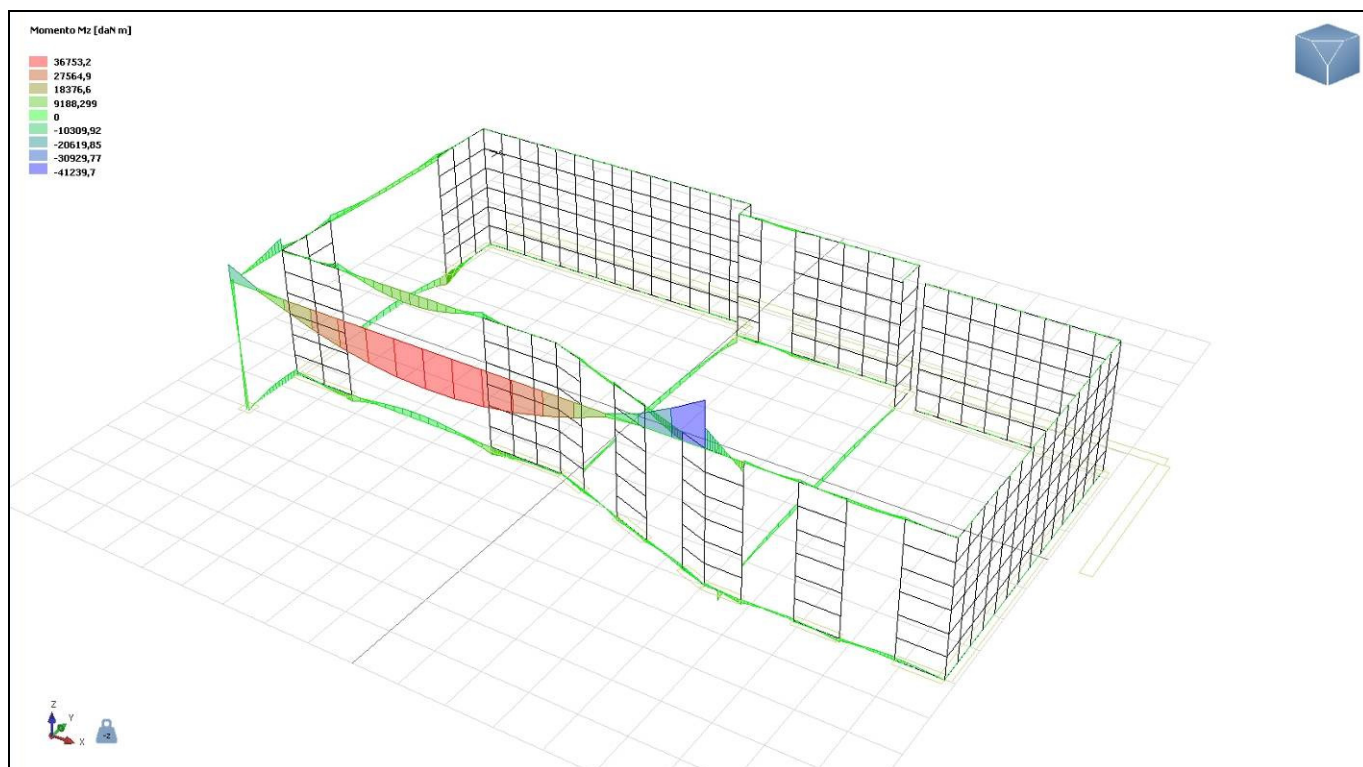
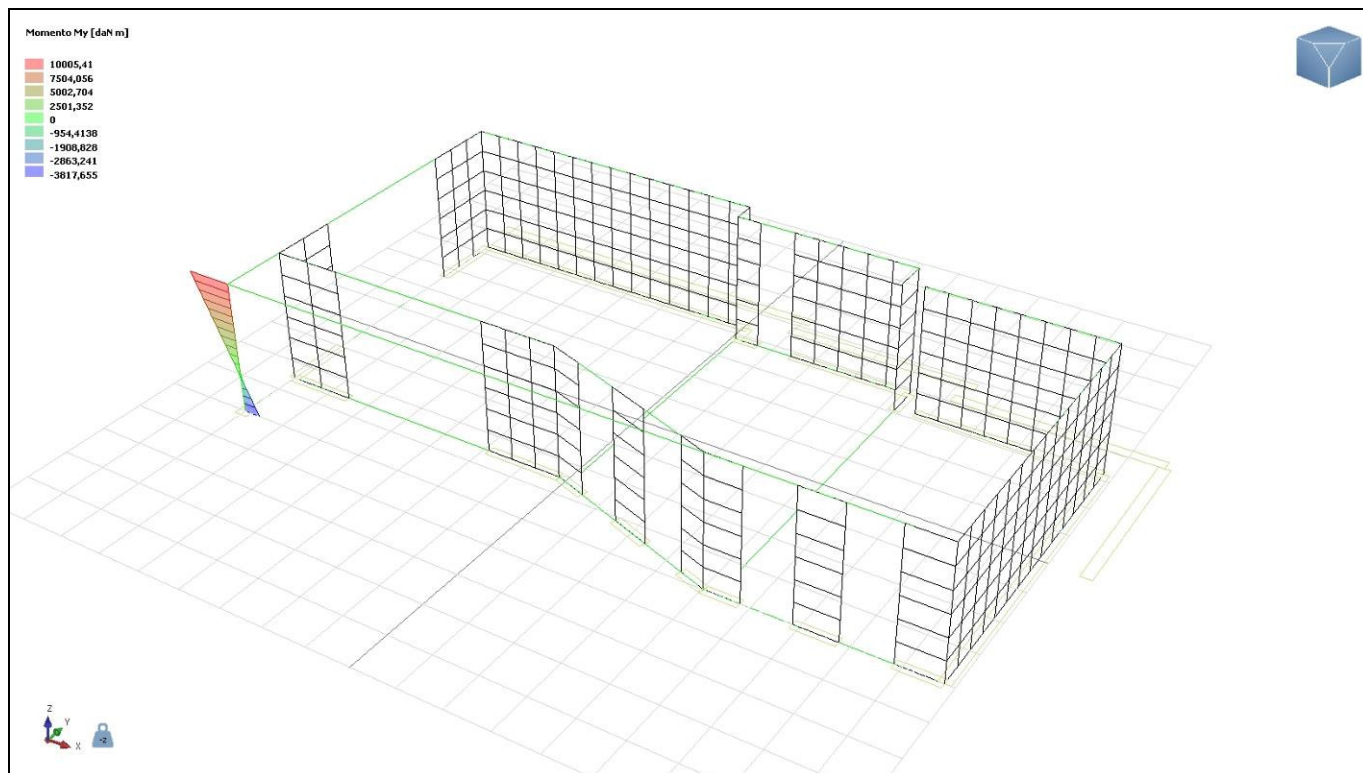




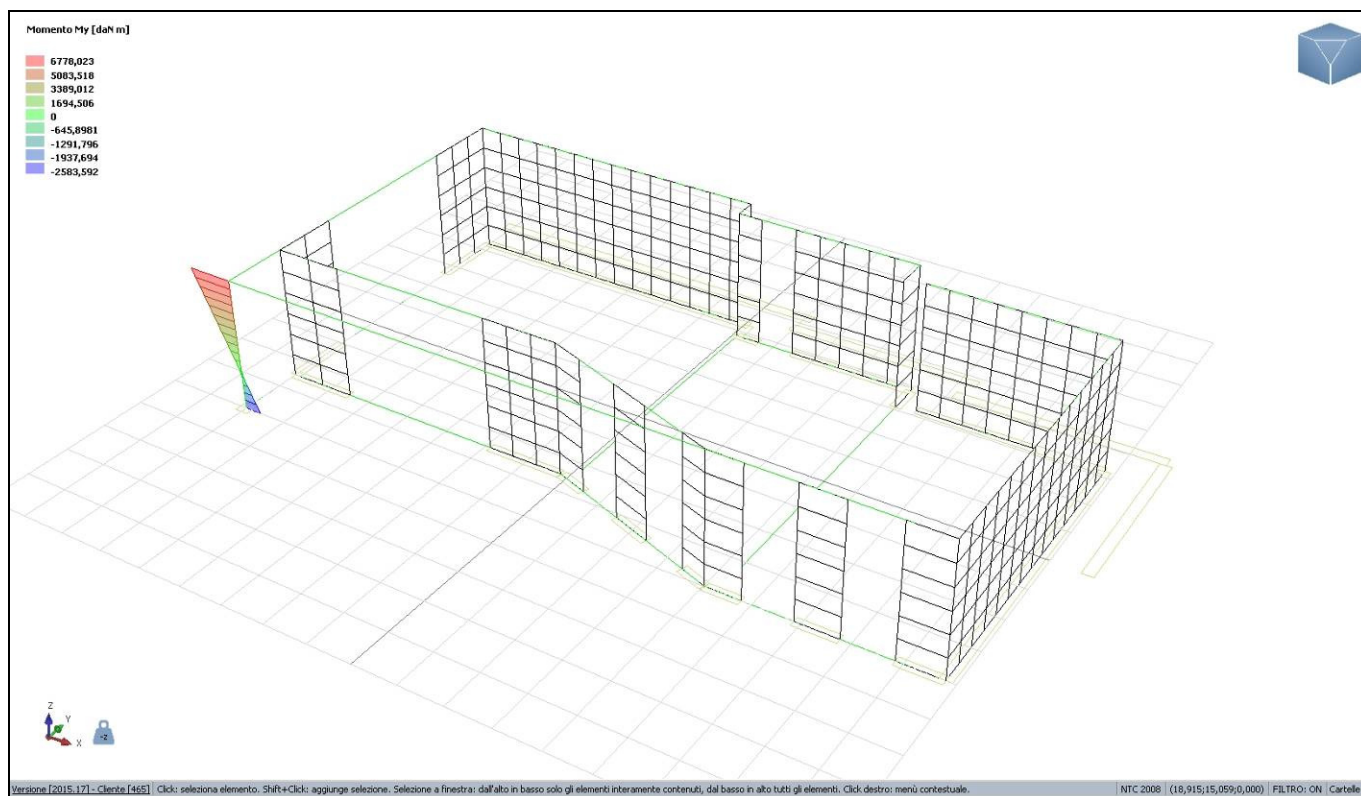
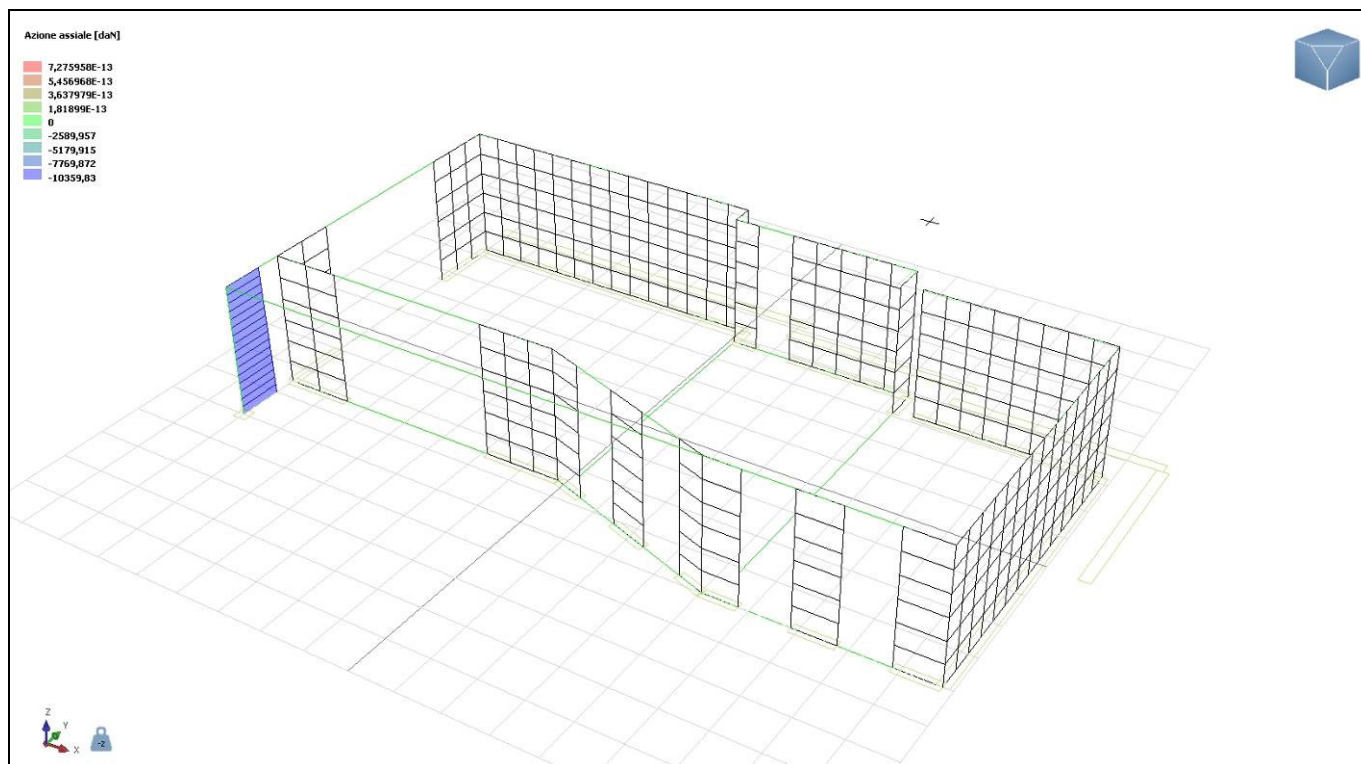


SLU INVILUPPO SISMA



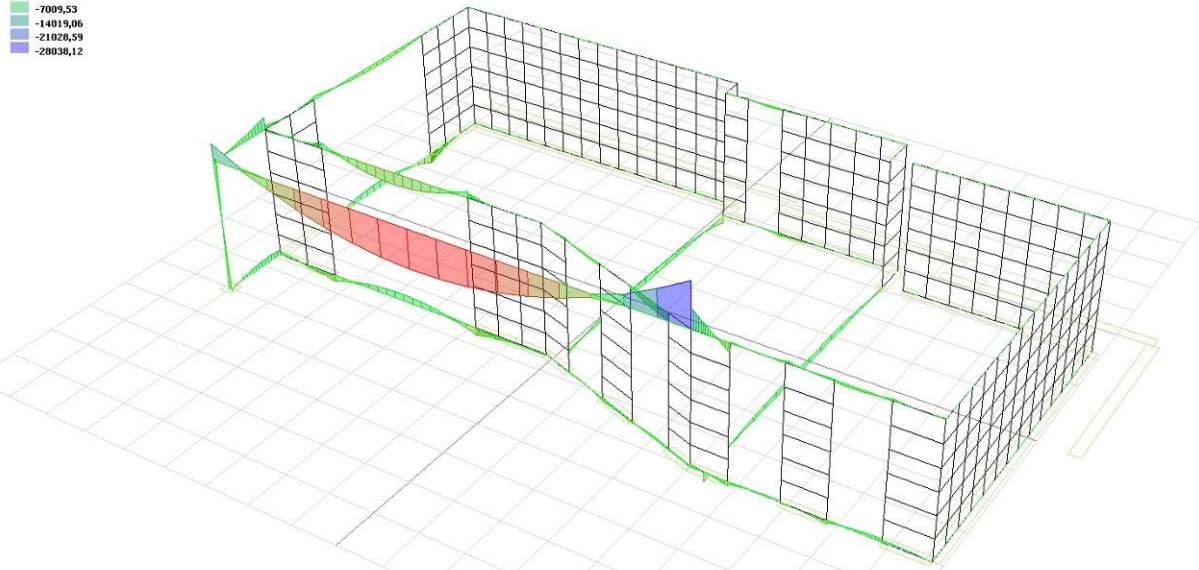


SLE RARA



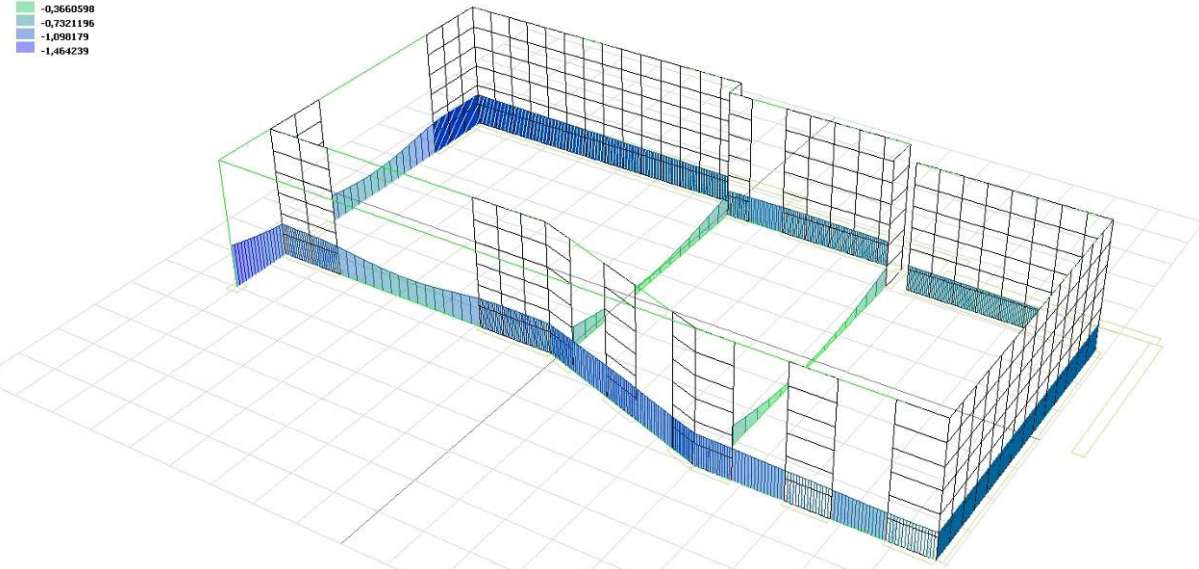
Momento Mz [daN m]

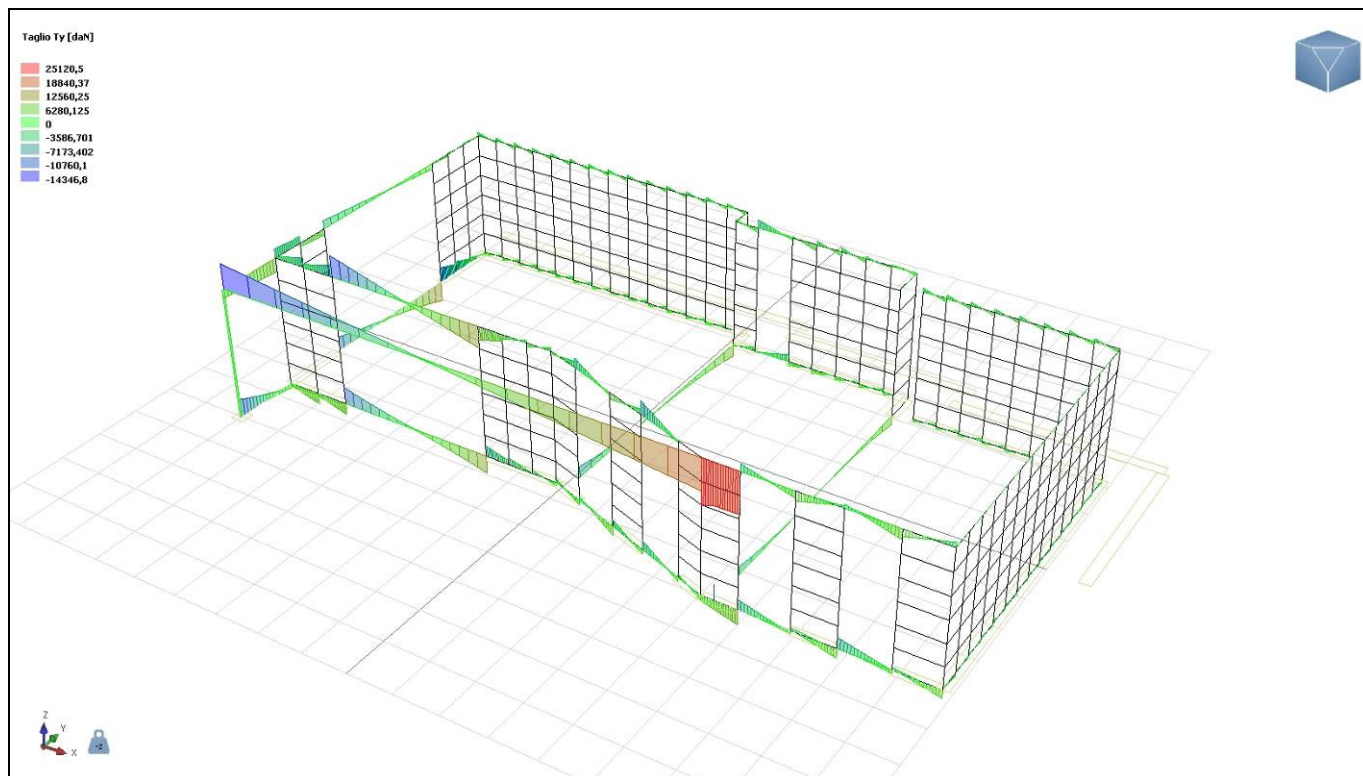
24948,9
18711,68
12474,45
6237,225
0
-7009,53
-14019,06
-21028,59
-28038,12



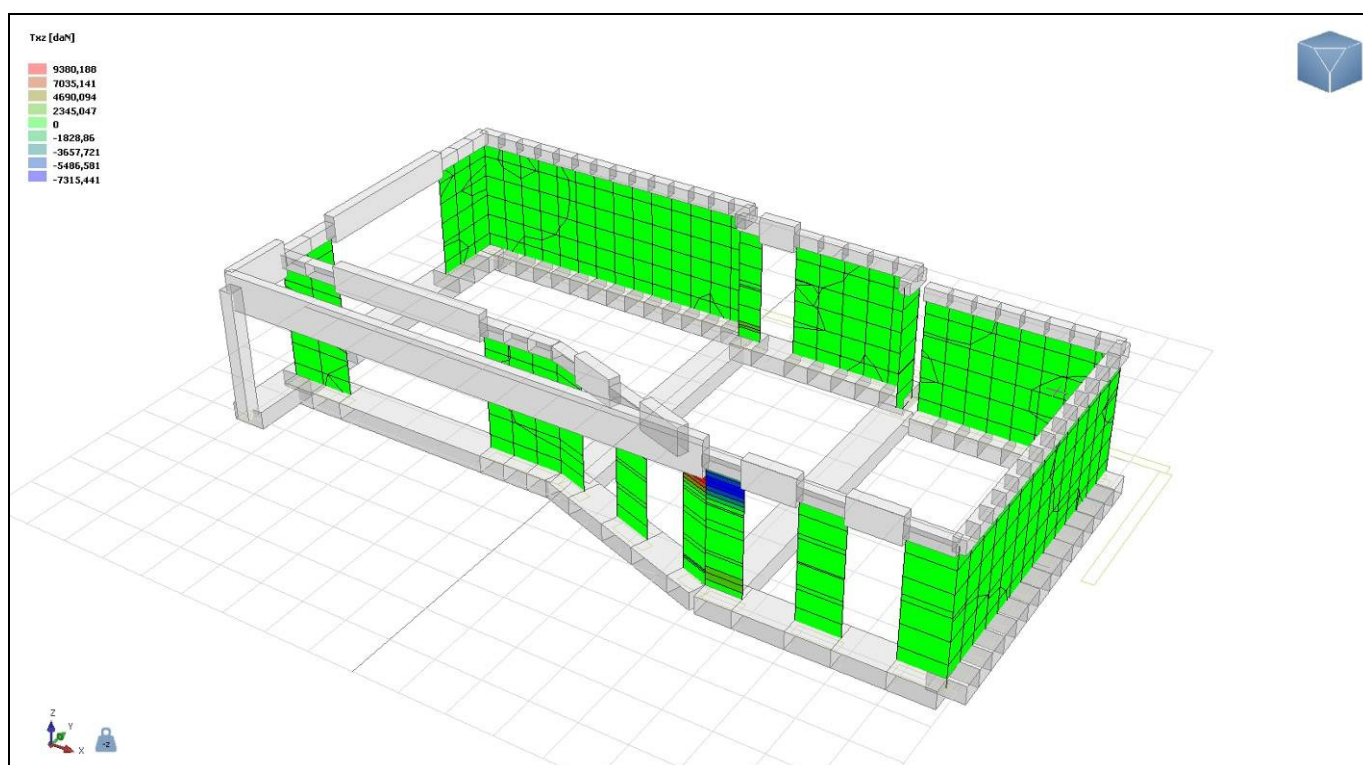
Pressioni Py [daN/cm²]

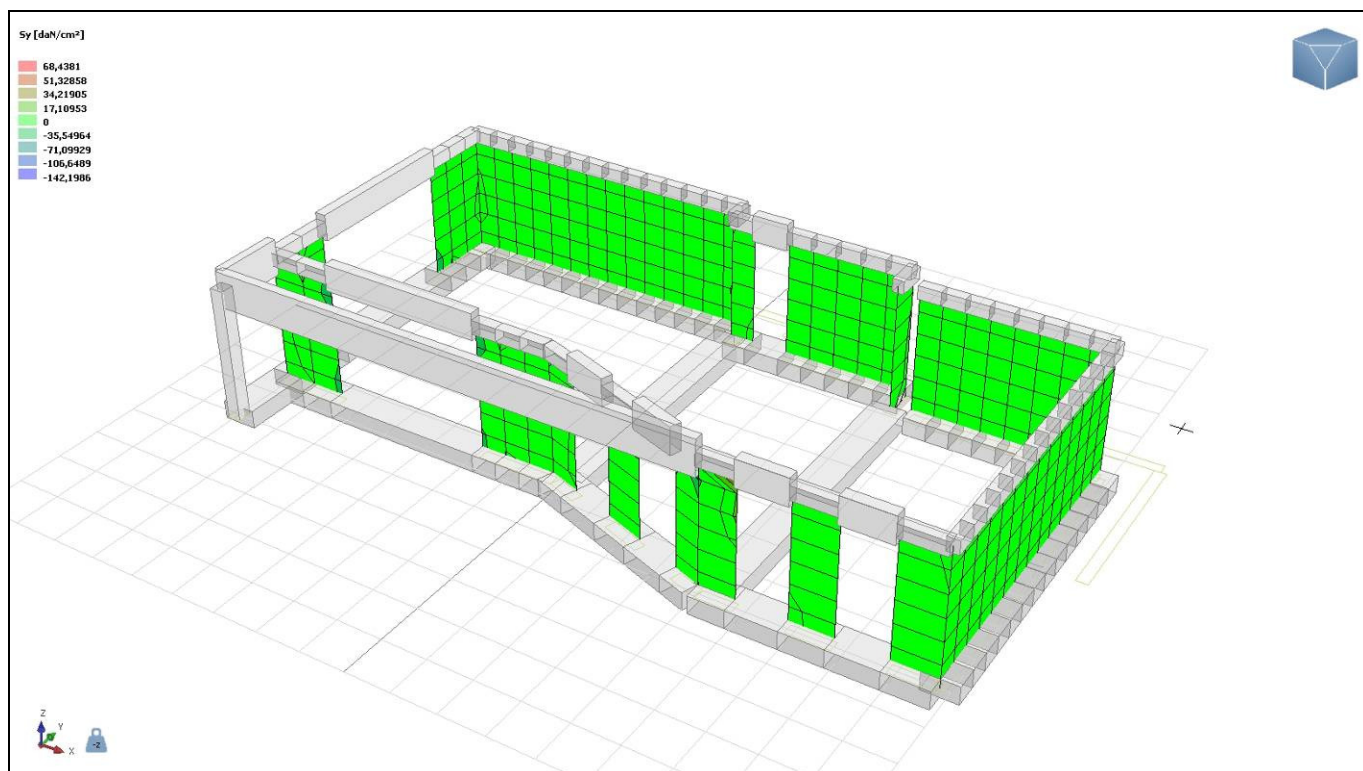
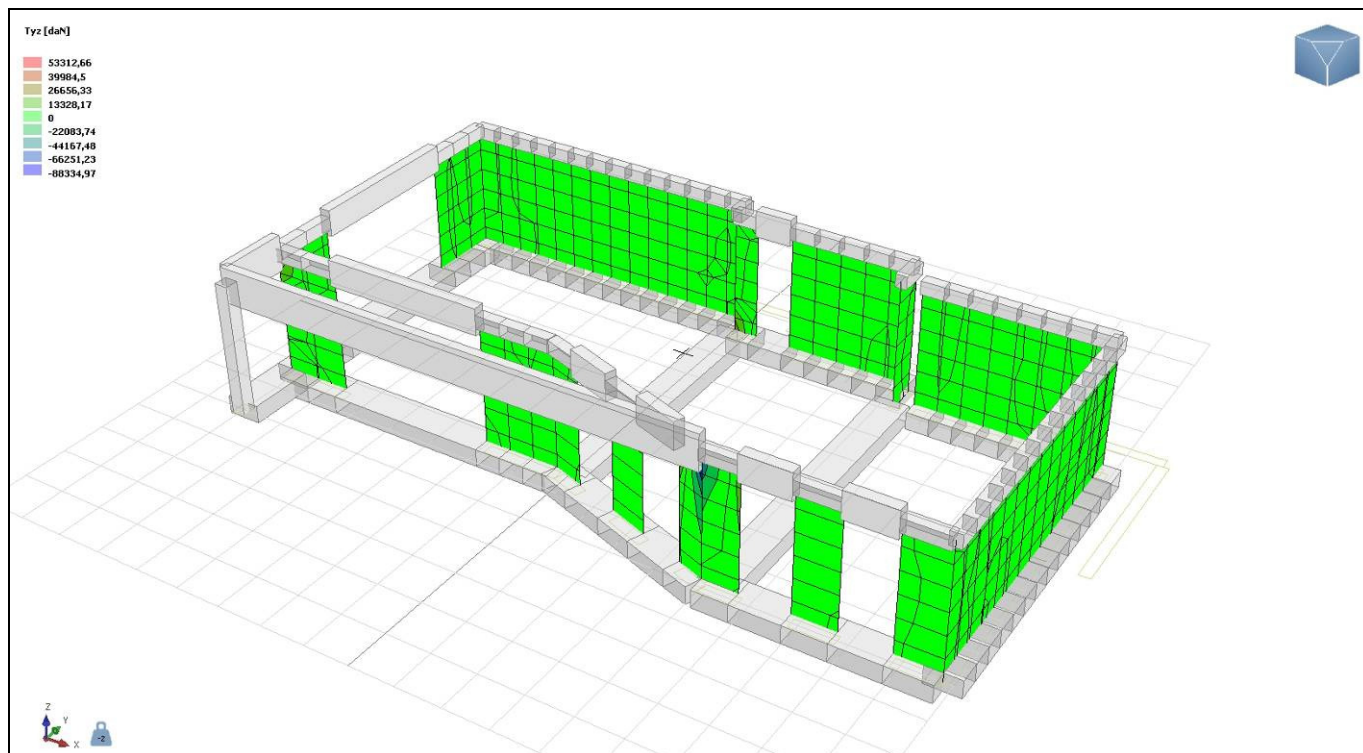
0
0
0
0
0
0
-0,3660598
-0,7321196
-1,098179
-1,464239

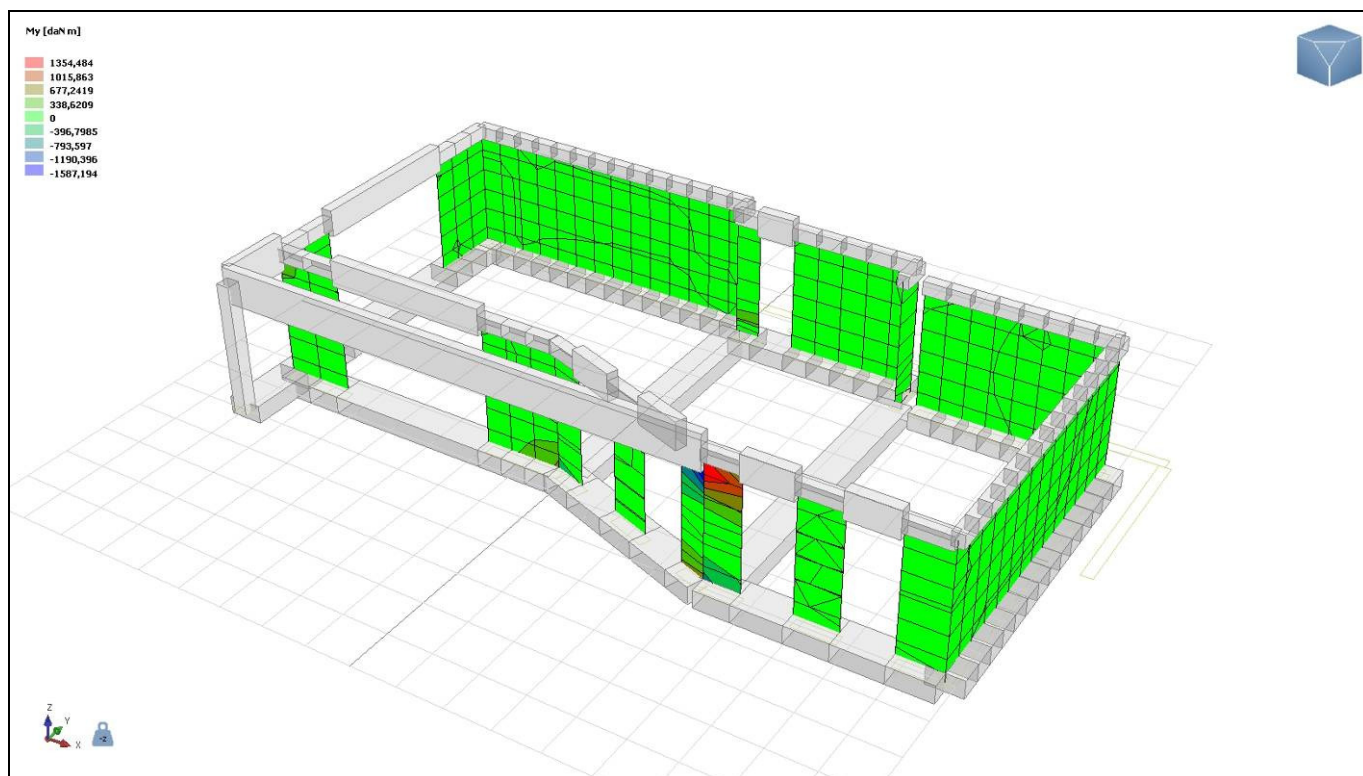
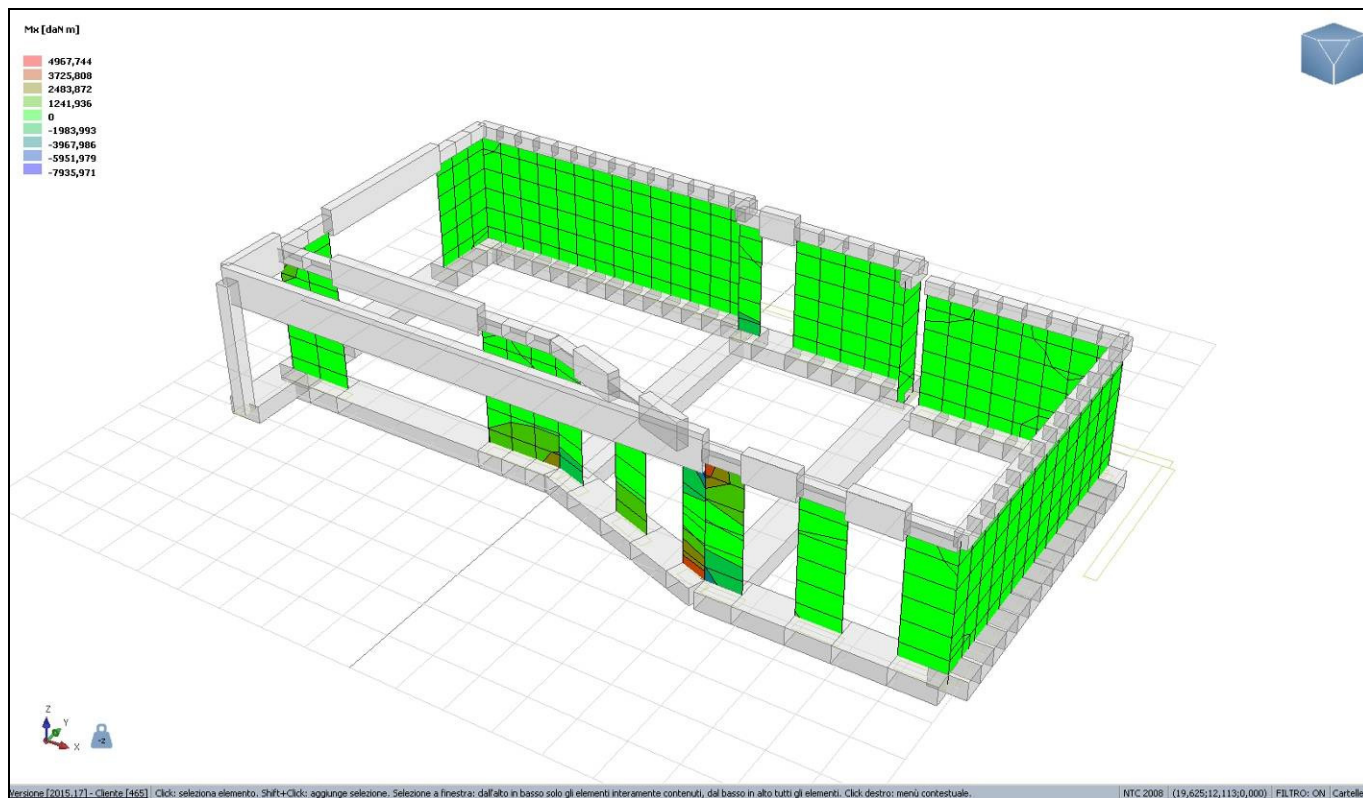


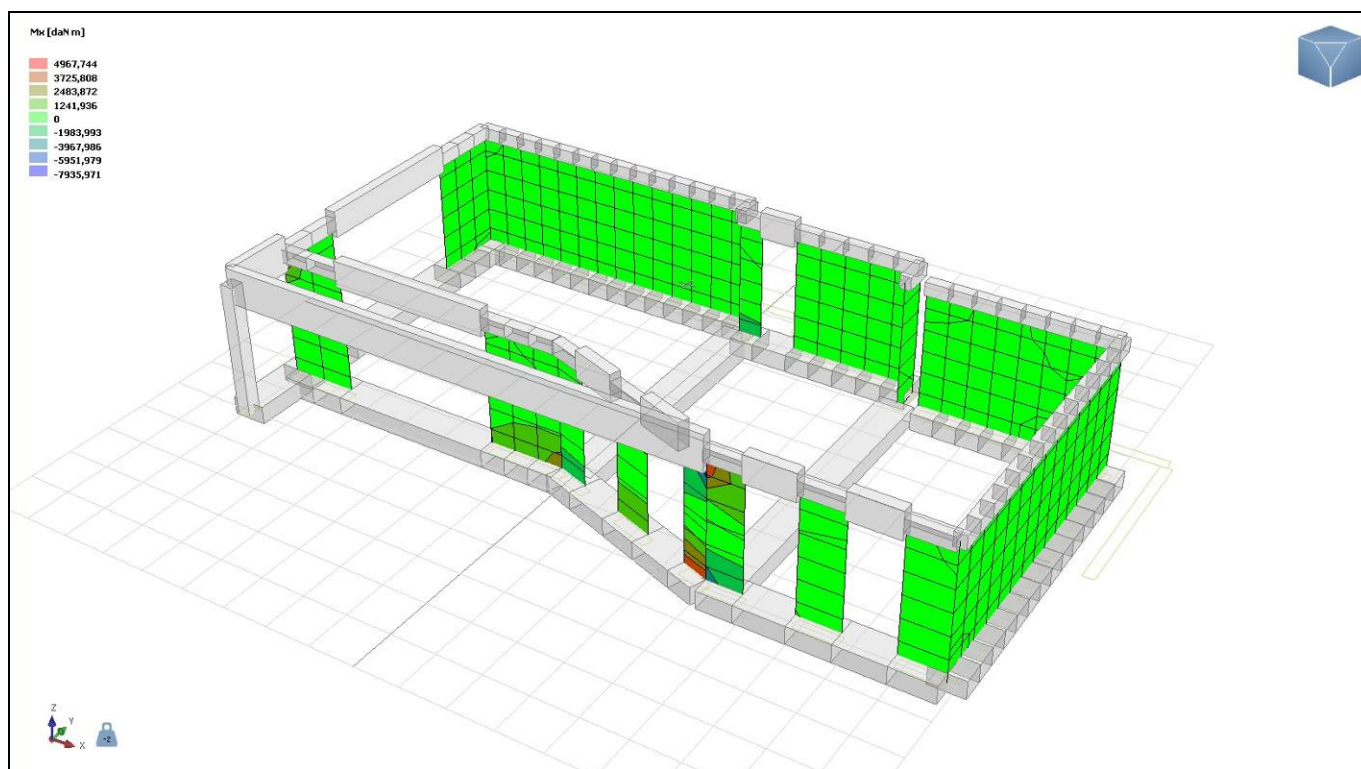
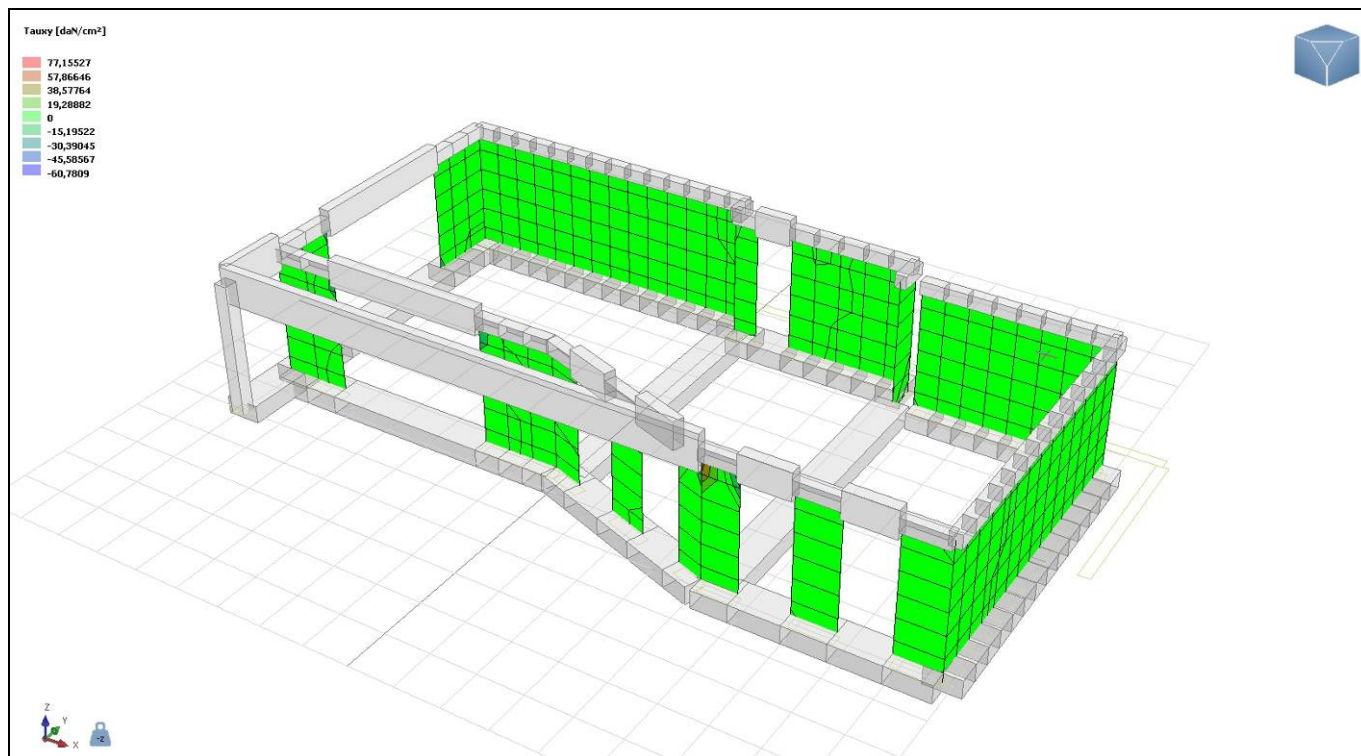


SETTI



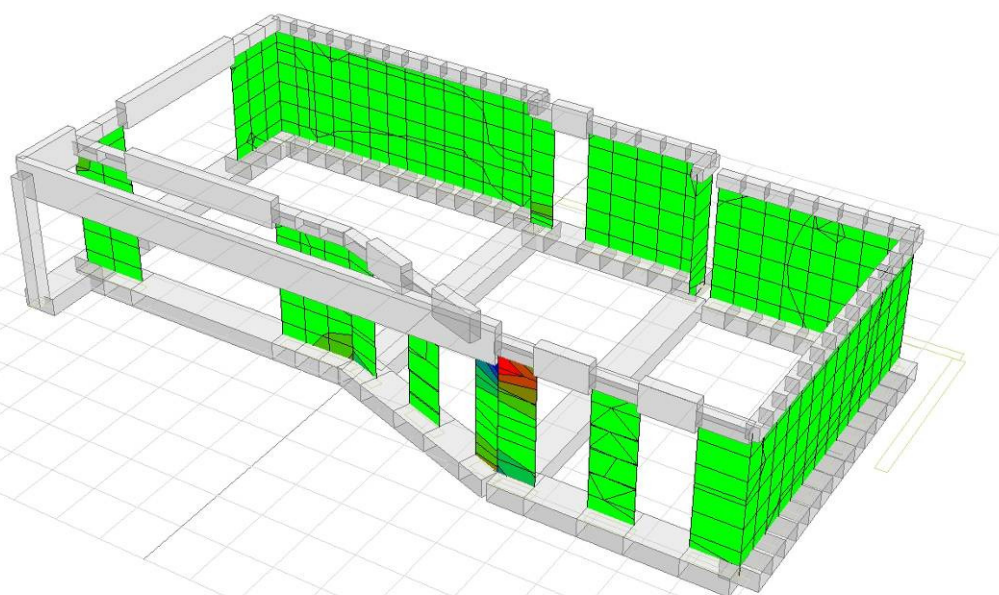






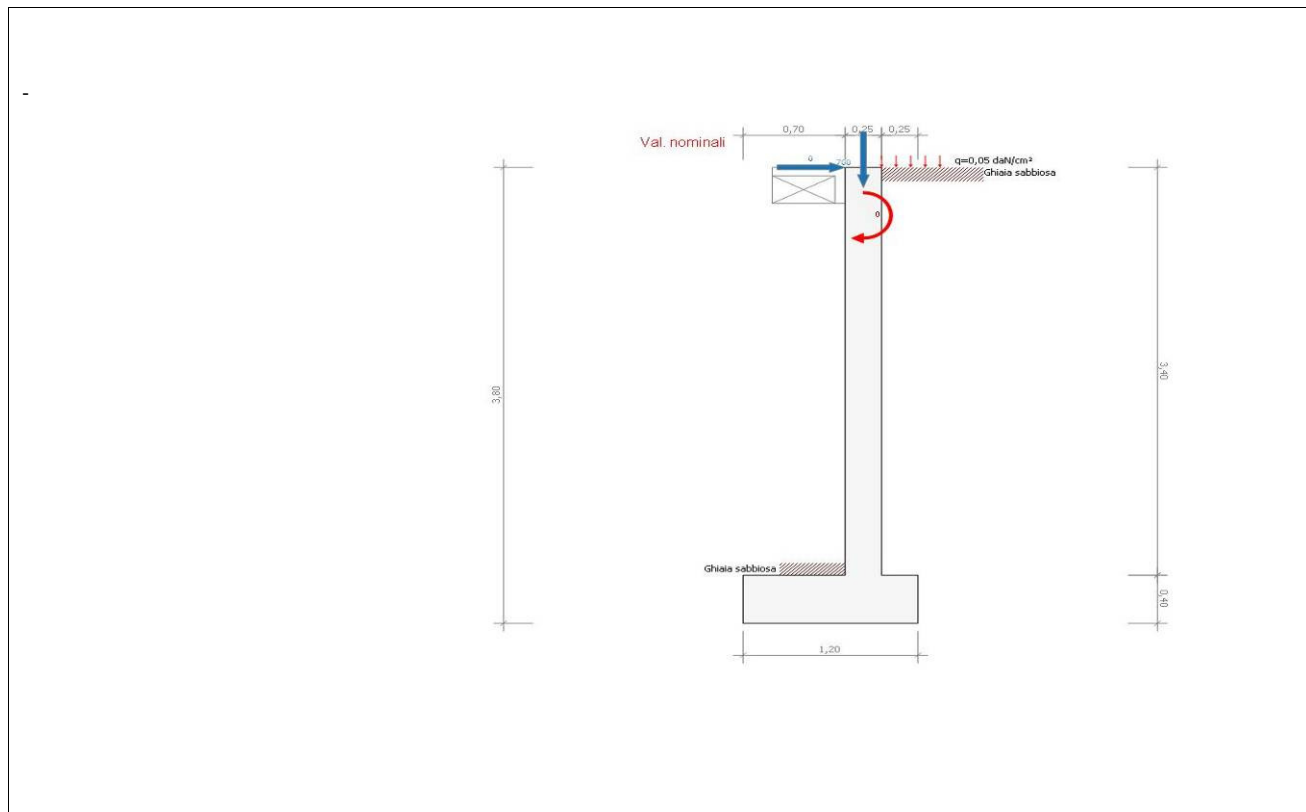
My [daNm]

1354,484
1015,863
677,2419
336,6209
0
-396,7985
-793,597
-1190,396
-1587,194



MURO DI SOSTEGNO CAVEDIO

1 Geometria del muro



Normativa di riferimento: Stati limite Norme Tecniche 2008

Dimensioni del Muro:				
Altezza	H	3,40 m		
Larghezza	I	0,25 m		
Risega interna	Ri	0,00 m		
Risega esterna	Re	0,00 m		
Lunghezza	L	1,00 m		
Dimensioni della Fondazione:			Dimensioni del Dente di fondazione:	
Altezza	h	0,40 m	Dente:	No
Larghezza	I	1,20 m	Altezza	a 0,00 m
Mensola interna	Mi	0,25 m	Larghezza	b 0,00 m
Mensola esterna	Me	0,70 m	Posizione	x 0,00 m

2 Terreni e falda

TERRENO INTERNO: STRATIGRAFIA

Strato	Tipo di materiale	Altezza [m]
1	Ghiaia sabbiosa	3,80

TERRENO ESTERNO:

Tipo di materiale	Altezza sul piano di imposta fondazione [m]	% Spinta passiva [%]
Ghiaia sabbiosa	0,60	50,0

TERRENO DI FONDAZIONE:

Tipo di materiale	Affondamento dal piano campagna originario [m]
Ghiaia sabbiosa	0,60

Metodo di calcolo delle spinte: Coulomb

3 Carichi

Descrizione	N [daN]	T [daN]	M [daN m]	q [«carUM_q»]
Carichi esterni	700	0	0	0,050

AZIONE SISMICA

Caratteristiche del sito	
Comune: Ceto	Provincia:
Longitudine: 10,351697°	Latitudine: 46,003215°
Categoria di sottosuolo: B	Amplificazione topografica: T1
Caratteristiche dell'edificio	
Coefficiente d'uso Cu: 1,0	Classe d'uso: II
Accelerazione al suolo	
Coefficiente di amplificazione stratigrafica SS: 1,000	Coefficiente di amplificazione topografica ST: 1,200
Accelerazione ag: 0,618 m/s ²	

Risultati : Approccio 1 – Combinazione 2

1 Spinte

SPINTA STATICA DEL TERRENO INTERNO

Descrizione terreno	K _a	K _p	Spinta H [daN]	Spinta V [daN]	Spinta [daN]	Braccio [m]	Incl. [°]
Ghiaia sabbiosa	0,331	0,000	4 456	0	4 456	1,27	0,0

SPINTA SISMICA

Descrizione terreno	K _a	K _p	ΔSpinta H [daN]	ΔSpinta V [daN]	DeltaSpinta [daN]	Braccio [m]	Incl. [°]
Ghiaia sabbiosa	0,339	0,000	76	0	76	1,90	0,0

SPINTA STATICA DEL TERRENO INTERNO SUL PARAMENTO DI MONTE

Descrizione terreno	K _a	K _p	Spinta H [daN]	Spinta V [daN]	Spinta [daN]	Braccio [m]	Incl. [°]
Ghiaia sabbiosa	0,331	0,000	3 567	0	3 567	1,13	0,0

SPINTA DEL TERRENO ESTERNO

Descrizione terreno	K _p	% Spinta passiva	Spinta H [daN]	Spinta V [daN]	Spinta [daN]	Braccio [m]	Incl. [°]
Ghiaia sabbiosa	3,020	50	352	0	352	0,09	0,0

2 Sollecitazioni agenti sul muro

PESI AGENTI

Peso muro [daN]	Peso soletta fondazione [daN]	Peso terreno interno [daN]	Peso terreno esterno [daN]	Sovraccarico [daN]
2 085	1 177	1 584	130	0

Risultati : Approccio 1 – Combinazione 1

1 Spinte

SPINTA STATICA DEL TERRENO INTERNO

Descrizione terreno	K _a	K _p	Spinta H [daN]	Spinta V [daN]	Spinta [daN]	Braccio [m]	Incl. [°]
Ghiaia sabbiosa	0,260	0,000	4 542	0	4 542	1,27	0,0

SPINTA SISMICA

Descrizione terreno	K _a	K _p	ΔSpinta H [daN]	ΔSpinta V [daN]	DeltaSpinta [daN]	Braccio [m]	Incl. [°]
Ghiaia sabbiosa	0,339	0,000	76	0	76	1,90	0,0

SPINTA STATICA DEL TERRENO INTERNO SUL PARAMENTO DI MONTE

Descrizione terreno	K _a	K _p	Spinta H [daN]	Spinta V [daN]	Spinta [daN]	Braccio [m]	Incl. [°]
Ghiaia sabbiosa	0,260	0,000	2 797	0	2 797	1,13	0,0

SPINTA DEL TERRENO ESTERNO

Descrizione terreno	K _p	% Spinta passiva	Spinta H [daN]	Spinta V [daN]	Spinta [daN]	Braccio [m]	Incl. [°]
Ghiaia sabbiosa	3,852	50	449	0	449	0,07	0,0

2 Sollecitazioni agenti sul muro

PESI AGENTI

Peso muro [daN]	Peso soletta fondazione [daN]	Peso terreno interno [daN]	Peso terreno esterno [daN]	Sovraccarico [daN]
2 085	1 177	1 584	130	0

Risultati : Approccio 2

1 Spinte

SPINTA STATICA DEL TERRENO INTERNO

Descrizione terreno	K _a	K _p	Spinta H [daN]	Spinta V [daN]	Spinta [daN]	Braccio [m]	Incl. [°]
Ghiaia sabbiosa	0,260	0,000	4 542	0	4 542	1,27	0,0

SPINTA SISMICA

Descrizione terreno	K _a	K _p	ΔSpinta H [daN]	ΔSpinta V [daN]	DeltaSpinta [daN]	Braccio [m]	Incl. [°]
Ghiaia sabbiosa	0,339	0,000	76	0	76	1,90	0,0

SPINTA STATICA DEL TERRENO INTERNO SUL PARAMENTO DI MONTE

Descrizione terreno	K _a	K _p	Spinta H [daN]	Spinta V [daN]	Spinta [daN]	Braccio [m]	Incl. [°]
Ghiaia sabbiosa	0,260	0,000	2 797	0	2 797	1,13	0,0

SPINTA DEL TERRENO ESTERNO

Descrizione terreno	K _p	% Spinta passiva	Spinta H [daN]	Spinta V [daN]	Spinta [daN]	Braccio [m]	Incl. [°]
Ghiaia sabbiosa	3,852	50	449	0	449	0,07	0,0

2 Sollecitazioni agenti sul muro

PESI AGENTI

Peso muro [daN]	Peso soletta fondazione [daN]	Peso terreno interno [daN]	Peso terreno esterno [daN]	Sovraccarico [daN]
2 085	1 177	1 584	130	0

Verifiche

1 Verifiche di capacità portante

Metodo di calcolo: Terzaghi

Condizione	Pressione agente [daN/cm²]	Pressione limite [daN/cm²]	Fs	Verifica
A1+M1+R1	1,5	13,1	8,72	OK
A2+M2+R2	1,4	3,1	2,18	OK

Scheda tecnica del materiale

Calcestruzzo

Nome: **C25/30**

Tipologia del materiale: calcestruzzo

Classe di resistenza: C25/30

Caratteristiche del calcestruzzo

Densità ρ : 2 453 daN/m³	Resistenza caratteristica cubica a compressione R_{ck} : 300,0 daN/cm²
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione f_{ck} : 249,0 daN/cm²	Resistenza cilindrica media f_{cm} : 329,0 daN/cm²
Resistenza media a trazione semplice f_{ctm} : 25,6 daN/cm²	Resistenza media a flessione f_{ctm} : 30,7 daN/cm²
Resistenza caratt. trazione semplice, frattile 5% $f_{ctk,5}$: 17,9 daN/cm²	Resistenza caratt. trazione semplice, frattile 95% $f_{ctk,95}$: 33,3 daN/cm²
Modulo Elastico E_{cm} : 300 450,9 daN/cm²	Coefficiente di Poisson ν : 0,20
Coefficiente di dilatazione termica lineare α_t : 1E-05	Coefficiente correttivo per la resistenza a compressione α_{cc} : 0,85
Coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo γ_c : 1,5	Resistenza a compressione di progetto f_{cd} : 141,1 daN/cm²
Resistenza a trazione di progetto, frattile 5% $f_{ctd,5}$: 11,9 daN/cm²	Resistenza a trazione di progetto, frattile 95% $f_{ctd,95}$: 22,2 daN/cm²

Acciaio per cemento armato

Nome: **B450C**

Tipologia del materiale: acciaio per cemento armato

Descrizione:

Caratteristiche dell'acciaio

Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} : 4 500,0 daN/cm²	Coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio γ_s : 1,15
Modulo elastico E_S : 202 086,0 daN/cm²	Densità ρ : 7 652 daN/m³
Allungamento sotto carico massimo A_{gt} : 67,5 ‰	Tensione ammissibile σ_s : 2 600,0 daN/cm²
Coefficiente di omogeneizzazione n : 15	

Descrizione

Nome: **Ghiaia sabbiosa**

Tipologia del materiale: **Terreno non coesivo**

Descrizione:

Parametri del terreno

Angolo d'attrito interno Φ_i : 36	Angolo d'attrito terreno - calcestruzzo Φ_{ter-cl} : 0
Coesione c' : 0,00 daN/cm²	Costante di Winkler k_W : 6,87 daN/cm³
Densità r : 1 863,90 daN/m³	
Modulo elastico E : 5000 kg/cm²	OCR: : -- CR:: -- RR: --

9 Armatura teorica

1 SLU

Parte	A1 [cm ²]	A2 [cm ²]	M [daN m]	N [daN]	T [daN]	Cs	ϵ_{cls} [‰]	ϵ_{fe} [‰]	δ
Muro	1,50	2,00	-1 892	-2 785	-3 261	1,1	3,5	47,5	0,1
Soletta interna	0,50	0,75	-306	883	-2 351	3,0	1,2	67,5	0,0
Soletta esterna	1,50	0,50	2 252	-1 903	5 122	1,1	2,0	67,5	0,0

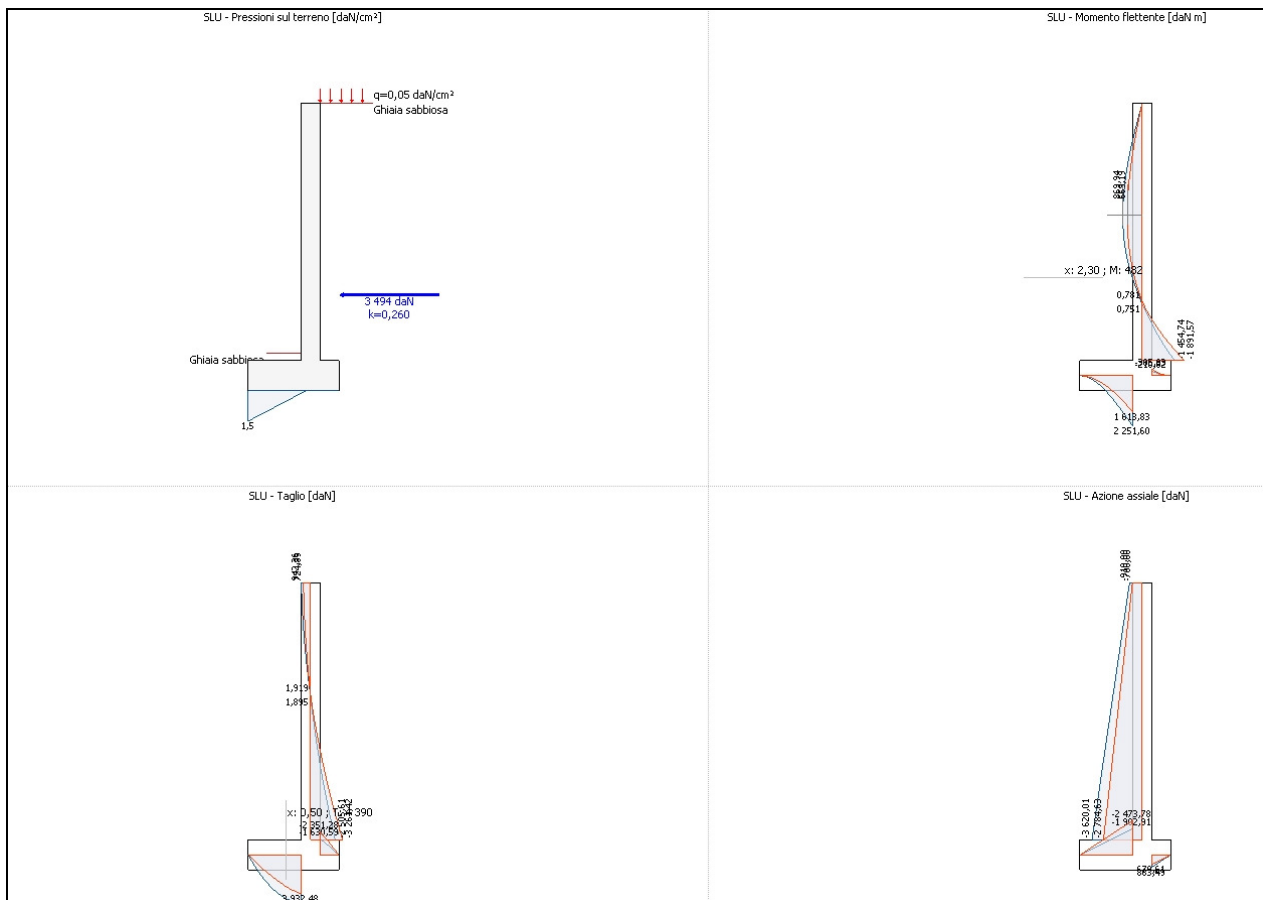
2 SLE rara

Parte	A1 [cm ²]	A2 [cm ²]	M [daN m]	N [daN]	T [daN]	σ_{cls} [daN/cm ²]	σ_{feT} [daN/cm ²]	σ_{feC} [daN/cm ²]	x [cm]
Muro	1,50	2,00	-1 455	-2 785	-2 507	40,8	2 775,1	150,1	4,0
Soletta interna	0,50	0,75	-229	680	-1 750	4,1	1 319,3	50,7	1,6
Soletta esterna	1,50	0,50	1 614	-1 903	3 937	23,0	2 377,9	124,7	4,7

3 SLE quasi permanente

Parte	A1 [cm ²]	A2 [cm ²]	M [daN m]	N [daN]	T [daN]	σ_{cls} [daN/cm ²]	σ_{feT} [daN/cm ²]	σ_{feC} [daN/cm ²]	x [cm]
Muro	1,50	2,00	-1 455	-2 785	-2 507	40,8	2 775,1	150,1	4,0
Soletta interna	0,50	0,75	-229	680	-1 750	4,1	1 319,3	50,7	1,6
Soletta esterna	1,50	0,50	1 614	-1 903	3 937	23,0	2 377,9	124,7	4,7

GRAFICI SLU



PENSILINA

Realizzazione di pensilina a struttura metallica e con pilastro in muratura armata rivestita in pietra.

Il setto armato contiene la canna fumaria.

La struttura metallica è realizzata con profilati metallici di tipo HEA 140 sia per i pilastri che per le travi. Tali profili sono collegati con dei profili tubolari metallici ai quali vengono fissati listoni in legno. Su di essi si fissa la lamiera metallica aggraffata che fa da copertura oltre che da rivestimento.

La copertura accoglie sistema di pannelli fotovoltaici.

