




E78 GROSSETO - FANO
Tratto Nodo di Arezzo – Selci – Lama (E45)
Adeguamento a quattro corsie del tratto
San Zeno – Arezzo – Palazzo del Pero, 1° lotto

PROGETTO DEFINITIVO

FI 508

ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

<p>IL GEOLOGO</p> <p><i>Dott. Geol. Roberto Salucci</i> Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 633</p>	<p>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</p> <p><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 4550</p> <p><i>Ing. Moreno Panfili</i> Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657</p> <p><i>Ing. Matteo Bordugo</i> Ordine Ingegneri Provincia di Pordenone al n. 790A</p>	<p>PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria)</p> <p align="center">GP INGENGNERIA GESTIONE PROGETTI INGENGNERIA srl</p> <p align="center"> cooprogetti</p> <p align="center"> engeko</p> <p align="center"> Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p>
<p>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p> <p><i>Arch. Santo Salvatore Vermiglio</i> Ordine Architetti Provincia di Reggio Calabria n. 1270</p>	<p><i>Ing. Giuseppe Resta</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>(Mandante)</p> <p>IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12) :</p> <p align="right"><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> ORDINE INGEGNERI ROMA N° 14035</p>
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</p> <p><i>Ing. Francesco Pisani</i></p>		
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO</p> <p><i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i></p>		

STUDI ED INDAGINI

Idrologia e idraulica

Vasche di prima pioggia e di raccolta sversamenti accidentali

Relazione di Calcolo

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV.PROG ANNO	T01ID01IDRRE01_A			
DPFI508	D 23	CODICE ELAB. T 0 1 I D 0 1 I D R R E 0 1		A	-
D					
C					
B					
A	Emissione	Agosto 2023	Capponi	Panfili	Guiducci
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1	<u>PREMESSA.....</u>	<u>4</u>
2	<u>NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</u>	<u>5</u>
3	<u>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI</u>	<u>6</u>
3.1	CALCESTRUZZO.....	6
3.2	ACCIAIO	6
3.3	ULTERIORI SPECIFICHE RELATIVE AI MATERIALI	7
3.3.1	<i>Calcestruzzo</i>	7
4	<u>CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE E GEOTECNICHE</u>	<u>10</u>
5	<u>VALUTAZIONE SISMICA.....</u>	<u>12</u>
5.1	VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO	12
5.2	PERICOLOSITÀ SISMICA	13
5.3	CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	14
6	<u>CRITERI DI VERIFICA E CALCOLO.....</u>	<u>17</u>
6.1	PREMESSA NORMATIVA DI CALCOLO.....	17
6.2	COMBINAZIONE DELLE AZIONI (CAP. 2.5.3 D.M. 17/01/2018).....	17
6.3	COEFFICIENTI DELLE AZIONI AGLI STATI LIMITE	18
7	<u>IMPOSTAZIONE DEL MODELLO</u>	<u>19</u>
7.1	PROGRAMMA DI CALCOLO UTILIZZATO	19
7.2	SCHEMATIZZAZIONE DELLA STRUTTURA.....	20
7.2.1	<i>Elementi Frame.....</i>	23
8	<u>ANALISI DEI CARICHI.....</u>	<u>27</u>
8.1	CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI (G1).....	27
8.2	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI (G2).....	27
8.2.1	<i>Ricoprimento.....</i>	27
8.2.2	<i>Spinta statica del terreno.....</i>	28
8.2.3	<i>Pressione dell'acqua</i>	29
8.3	CARICHI VARIABILI (Q).....	31
8.3.1	<i>Pressione dell'acqua interna</i>	31
8.3.2	<i>Traffico.....</i>	32
8.4	CARICHI SISMICI.....	33
8.4.1	<i>Forze derivanti dall'eccitazione dei carichi permanenti</i>	34
8.4.2	<i>Sovra spinta del terreno (Wood).....</i>	34

PROGETTAZIONE ATI:

8.4.3	Sovra spinta acqua libera.....	35
9	CRITERI DI VERIFICA.....	37
9.1	STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)	37
9.1.1	Verifica delle tensioni	37
9.1.2	Verifica dell'apertura delle fessure.....	37
9.1	STATI LIMITE ULTIMI (SLU).....	38
9.1.1	Verifica degli elementi in calcestruzzo armato.....	39
9.2	VERIFICHE DI TIPO GEOTECNICO (GEO)	40
9.2.1	Collasso per carico limite del complesso fondazione-terreno	40
10	RISULTATI MODELLO.....	42
11	INVILUPPI COMBINAZIONI	43
11.1	SLU.....	43
11.2	SLV.....	44
11.3	SLE – RARA/SLD.....	45
11.4	SLE - FREQUENTE.....	45
11.5	SLE – QUASI PERMANENTI	46
12	VERIFICHE STRUTTURALI	48
12.1	VERIFICHE STRUTTURALI – SOLETTA SUPERIORE	49
12.1.1	SLU/SLV – Verifica a flessione.....	49
12.1.2	SLU/SLV – Verifica a Taglio.....	50
12.1.3	SLE Quasi Permanente – Verifica a fessurazione	51
12.1.4	SLE Frequente – Verifica a fessurazione	53
12.1.5	SLE Rara – Verifica delle tensioni	55
12.2	VERIFICHE STRUTTURALI – PIEDRITTO.....	56
12.2.1	SLU/SLV – Verifica a flessione.....	56
12.2.2	SLU/SLV – Verifica a Taglio.....	57
12.2.3	SLE Quasi Permanente – Verifica a fessurazione	58
12.2.4	SLE Frequente – Verifica a fessurazione	60
12.2.5	SLE Rara – Verifica delle tensioni	62
12.3	VERIFICHE STRUTTURALI – FONDAZIONE	63
12.3.1	SLU/SLV – Verifica a flessione.....	63
12.3.2	SLU/SLV – Verifica a Taglio.....	64
12.3.3	SLE Quasi Permanente – Verifica a fessurazione	65
12.3.4	SLE Frequente – Verifica a fessurazione	67
12.3.5	SLE Rara – Verifica delle tensioni	69

PROGETTAZIONE ATI:

12.4	VERIFICHE STRUTTURALI – MURI INTERNI	70
12.4.1	SLU/SLV – Verifica a flessione.....	70
12.4.2	SLU/SLV – Verifica a Taglio.....	72
12.4.3	SLE Quasi Permanente – Verifica a fessurazione	73
12.4.4	SLE Frequente – Verifica a fessurazione	74
12.4.5	SLE Rara – Verifica delle tensioni	74
13	<u>VERIFICHE GEOTECNICHE</u>	<u>76</u>
13.1	VERIFICA DELLA CAPACITÀ PORTANTE DEL TERRENO DI FONDAZIONE	76
14	<u>ALLEGATI DI CALCOLO</u>	<u>79</u>

PROGETTAZIONE ATI:

1 PREMESSA

La presente relazione di calcolo è stata redatta a supporto del contratto applicativo stipulato con Anas S.p.A. per la Progettazione Definitiva Tratto Nodo Di Arezzo – Selci – Lama (E45), Adeguamento a quattro corsie del tratto San Zeno – Arezzo – Palazzo del Pero, 1° Lotto (FI508).

Il lavoro è stato svolto in ottemperanza al D.M. 17/01/2018 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni”.

Nella seguente relazione si progettano le vasche di prima pioggia previste per il tracciato. Tali vasche risultano interrate con griglie di areazione/ispezione poste a piano campagna.

Gli elementi presentano i seguenti spessori:

- Muro contro-terra: 0.30m;
- Soletta superiore: 0.25m;
- Fondazione: 0.40m
- Muri interni :0.30m

Tra le vasche presenti nel progetto, si dimensiona quella che presenta le condizioni al contorno peggiori.

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Si riporta nel seguito l'elenco delle leggi e dei decreti di carattere generale, assunti come riferimento.

- Legge 5-1-1971 n.1086 – Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica;
- Legge. 2 Febbraio 1974, n.64 – Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- D.M. 17 Gennaio 2018 – “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC)”;
- Circolare 21 Gennaio 2019, n.7 – Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- UNI EN 1992-1-1 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo;
- UNI EN 206-1-2016 – Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità;
- UNI EN 1997-1: 1994 – Progettazione geotecnica;
- Regolamento UE N.1299/2014 della commissione del 18 Novembre 2014 e successivo Regolamento di esecuzione (UE) 2019/776 della commissione del 16 Maggio 2019.

PROGETTAZIONE ATI:

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

3.1 CALCESTRUZZO

Per garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo e per la definizione della classe di resistenza di queste ultime in funzione delle condizioni ambientali, si farà riferimento alle indicazioni contenute nelle norme UNI EN 206-1 ed UNI 11104. Dato il contatto con acque di prima pioggia, generalmente acide, si considerano i seguenti materiali:

- Calcestruzzo

Conforme alla norma UNI EN 206-1/UNI11104		
Classe di resistenza minima:	C_{min}	C32/40
Classe di esposizione:		XA1
Classe di consistenza:	S	S4
Dimensione massima aggregati [mm]	D_{max}	20
Copriferro minimo [mm]	c	40

3.2 ACCIAIO

- Acciaio per armature ordinarie

Acciaio in barre ad aderenza migliorata tipo B450C controllato in stabilimento		
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	$\geq 450N/mm^2$
Tensione caratteristica di rottura	f_{tk}	$\geq 540N/mm^2$

PROGETTAZIONE ATI:

3.3 ULTERIORI SPECIFICHE RELATIVE AI MATERIALI

3.3.1 CALCESTRUZZO

La prescrizione del calcestruzzo all'atto del progetto deve essere caratterizzata almeno mediante la classe di resistenza, la classe di consistenza al getto ed il diametro massimo dell'aggregato, nonché la classe di esposizione ambientale, di cui alla norma UNI EN 206:2016.

Per le caratteristiche dei calcestruzzi si fa riferimento alle formule indicate di seguito:

- resistenza a compressione cubica: R_{ck}
- resistenza a compressione cilindrica: $f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck}$
- resistenza a compressione cilindrica media: $f_{cm} = f_{ck} + 8$ [N/mm²]
- resistenza media a trazione semplice per classi <C50/60: $f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3}$
- modulo elastico: $E_{cm} = 22000 \cdot \left[\frac{f_{cm}}{10}\right]^{0.3}$ [N/mm²]
- coefficiente di Poisson: 0.20

La forte importanza che riveste la durabilità dell'opera in funzione dell'ambiente nel quale è inserita ha comportato una notevole attenzione alle tipologie dei materiali da utilizzarsi per le strutture da realizzare. Si consideri, infatti, che il manufatto deve garantire adeguati livelli di sicurezza anche dopo l'inevitabile degrado dei materiali dovuto al tempo ed all'azione degli agenti atmosferici.

Tutti questi elementi ambientali costituiscono dei fattori importantissimi dai quali non è possibile esulare quando si stabilisce la tipologia dei materiali che saranno impiegati per la realizzazione dell'opera, pensando questo nell'ottica di garantire alla stessa una vita media compatibile con l'investimento che si sta realizzando.

Ai fini di una corretta prescrizione del calcestruzzo, occorre classificare l'ambiente nel quale ciascun elemento strutturale sarà inserito. Per "ambiente", in questo contesto, si intende l'insieme delle azioni chimico-fisiche alle quali si presume che potrà essere esposto il calcestruzzo durante il periodo di vita delle opere e che causa effetti che non possono essere classificati come dovuti a carichi o ad azioni indirette quali deformazioni impresse, cedimenti e variazioni termiche.

In funzione di tali azioni, sono individuate le classi e sottoclassi di esposizione ambientale del calcestruzzo elencate nella tabella che segue.

Classi di esposizione per calcestruzzo strutturale, in funzione delle condizioni ambientali secondo norma UNI 11104:2004 e UNI EN 206-1:2006

Classe esposizione norma UNI 9898	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
1 Assenza di rischio di corrosione o attacco						
1	X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.	-	C 12/15	
2 Corrosione indotta da carbonatazione						
Nota - Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriero o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.						
2 a	XC1	Asciutto o permanentemente bagnato.	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.	0,60	C 25/30	
2 a	XC2	Bagnato, raramente asciutto.	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.	0,60	C 25/30	
5 a	XC3	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non comprese nella classe XC2.	0,50	C 32/40	
3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare						
5 a	XD1	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XD2	Bagnato, raramente asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenente cloruri (Piscine).	0,50	C 32/40	
5 c	XD3	Ciclicamente bagnato e asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.	0,45	C 35/45	

PROGETTAZIONE ATI:

Classe esposizione norma UNI 9858	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare						
4 a 5 b	XS1	Esposto alla salinità marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.	0,50	C 32/40	
	XS2	Permanente sommerso.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immerse in acqua.	0,45	C 35/45	
	XS3	Zone esposte agli spruzzi o alle maree.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare.	0,45	C 35/45	
5 Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti *						
2 b	XF1	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate e colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua.	0,50	C 32/40	
3	XF2	Moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante.	Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti.	0,50	C 25/30	3,0
2 b	XF3	Elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante	Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo.	0,50	C 25/30	3,0
3	XF4	Elevata saturazione d'acqua, con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare.	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare.	0,45	C 28/35	3,0
6 Attacco chimico**						
5 a	XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contenitori di fanghi e vasche di decantazione. Contenitori e vasche per acque reflue.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.	0,50	C 32/40	
5 c	XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali fortemente aggressive. Contenitori di foraggi, mangimi e liquame provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi di gas di scarico industriali.	0,45	C 35/45	
*) Il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione: - moderato: occasionalmente gelato in condizioni di saturazione; - elevato: alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione.						
**) Da parte di acque del terreno e acque fluenti.						

Le resistenze caratteristiche R_{ck} della tabella precedente sono da considerarsi quelle minime in relazione agli usi indicati in funzione della classe di esposizione.

Le miscele non presenteranno un contenuto di cemento minore di 340 kg/m^3 . La definizione di una soglia minima per il dosaggio di cemento risponde all'esigenza di garantire in ogni caso una sufficiente quantità di pasta di cemento, condizione essenziale per ottenere un calcestruzzo indurito a struttura chiusa e poco permeabile. Nelle normali condizioni operative, il rispetto dei valori di R_{ck} e a/c della tabella precedente può comportare dosaggi di cemento anche sensibilmente più elevati del valore minimo indicato.

4 CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE E GEOTECNICHE

Per la definizione della stratigrafia di progetto e delle caratteristiche dei materiali si è fatto riferimento alla relazione geotecnica e ai profili geotecnici a cui si rimanda (T01GE00GETRE01_A; T01GE00GETFG01_A; T01GE00GETFG02_A; T01GE00GETFG03_A; T01GE00GETFG04_A; T01GE00GETFG05_A; T01GE00GETFG06_A; T01GE00GETFG07_A; T01GE00GETFG08_A; T01GE00GETFG09_A).

Le vasche interessano unità geotecniche identificate con “R” (riporti) e “AC alt” (arenaria alterata).

Si considerano le caratteristiche geotecniche più conservative tra le due unità, constatando in ogni modo analogia dei parametri.

Considerando che durante gli scavi ci può essere un deterioramento del terreno e non avendo certezze delle modalità di riempimento dello scavo e successiva compattazione, a favore di sicurezza i parametri utilizzati nel dimensionamento delle vasche sono $\varphi' = 22^\circ$ e modulo elastico $E=8\text{MPa}$, i quali parametri inglobano tutte le casistiche possibili.

Unità geotecnica	Unità geologica	γ/γ'	Variabilità parametri			Valori caratteristici			q_s per micropali tipo IGU	V_s	G_0	ν	Valori di deformabilità di riferimento				
			φ'	c'	c_u	φ'_k	c'_k	$c_{u,k}$					$M_{fond. Dir.}$	$M_{fond. Prof.}$	$E_{fond. Dir.}$	$E_{fond. Prof.}$	E_{substr}
R	r	20/10	26÷35	0÷10	-	33	5	-	100	200	80	0,25	-	-	20	30	-
LS	at	19.5/9.5	24÷28	10÷30	40÷60	26	10	50	-	200÷400	80÷300	0,30	4÷6	8÷12	6÷10	9÷15	-
GS	at	19.5/9.5	27÷32	0	-	30	0	-	100÷150	200÷400	80÷300	0,3	-	-	10÷15	15÷22	-
MS alt	ms	19.5/9.5	24÷32	10÷80	-	28	50	-	200÷400	200÷700	80÷1000	0,2	-	-	15÷25	22÷38	-
MS	ms	23/13	24÷32	80÷200	-	28	100	-	400÷600	700÷1000	1100÷2300	0,2	-	-	-	-	300
AC alt	ac	19.5/9.6	25÷35	10÷80	-	30	50	-	200÷400	200÷700	80÷1000	0,2	-	-	15÷25	22÷38	-

Figura 4.1 Legenda materiali

Il profilo riporta una quota di falda sottostante il piano di posa delle vasche.

Considerando possibili variazioni del livello piezometrico, si impone nel modello un livello di falda di 2,00m dal piano campagna.

Il terreno viene considerato all'interno del modello attraverso una trave su suolo elastico. Il suo valore viene valutato attraverso la trattazione di Vesic.

$$k_{w,v} = \frac{E}{(1 - \nu^2) * B * c_t}$$

S Assign Springs Along Frame Object

Spring Type

Simple
Spring Stiffness per Unit Length: 8920
Simple Spring Resists: Tension and Compression

Link Property +

Spring Tension Direction

Parallel to Line Object Local Axis

In Line Object 2-3 Plane
Counterclockwise Angle from Line +2-Axis

User Specified Direction Vector
Coordinate System: GLOBAL
Global X Component: 0
Global Y Component: 0
Global Z Component: 1

Positive Local 2-Axis Orientation

Link Local 2-Axis Angle From Default Orientation: 0

Options

Add to Existing Springs
 Replace Existing Springs
 Delete Existing Springs

KN, m, C

OK
Cancel

Figura 4.2 Valore della molla k di fondazione

Il valore orizzontale della molla viene preso pari alla metà di quella verticale.

5 VALUTAZIONE SISMICA

5.1 VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

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

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} , nel periodo di riferimento V_R . Ai fini della normativa vigente le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_C^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Ai fini delle verifiche strutturali, si considera lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV). Per la valutazione degli spostamenti si considera lo Stato Limite di Danno (SLD).

Per la definizione delle azioni sismiche di progetto si sono adottati i seguenti parametri:

- Vita nominale $V_N = 50$ anni
- Classe d'uso: IV
- Coefficiente d'uso $C_U = 2,0$
- Vita di riferimento per l'azione sismica $V_R = V_N \cdot C_U = 100$ anni.

La strategia di progettazione per i differenti stati limite di cui al punto 3.2.1 delle NTC-2018 è quindi ricavata dalla seguente formula (formula 3.2.0 delle NTC-2018), in funzione delle probabilità di superamento P_{VR} indicate in tabella 3.2.I nel periodo di riferimento V_R (si veda anche la tabella seguente):

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Tab. 3.2.I – Probabilità di superamento P_{VR} in funzione dello stato limite considerato

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

I valori del tempo di ritorno T_R in anni per l'opera in esame risultano pertanto:

PROGETTAZIONE ATI:

Tempo di di ritorno T_R	
SLO	60 <i>anni</i>
SLD	101 <i>anni</i>
SLV	949 <i>anni</i>
SLC	1950 <i>anni</i>

5.2 PERICOLOSITÀ SISMICA

Nelle norme tecniche NTC-2018 (Allegato B) sono forniti, secondo un reticolo di riferimento e per differenti intervalli di riferimento, i parametri sismici a_g , F_0 e T_c^* per un sito rigido orizzontale (come definiti al paragrafo 3.2 delle NTC-2018) necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

Qualora l'area in esame non ricada in corrispondenza dei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri di interesse possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento, mediante la seguente espressione:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

in cui:

p è il valore del parametro di interesse nel punto in esame;

p_i è il valore del parametro di interesse nell' i -esimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame;

d_i è la distanza del punto in esame dall' i -esimo punto della maglia suddetta.

Inoltre, qualora le tabelle di pericolosità sismica su reticolo di riferimento non contemplino il periodo di ritorno T_R corrispondente alla V_R e P_{VR} prefissati, il valore del generico parametro p (a_g , F_0 , T_c^*) ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione a partire dai dati relativi di T_R previsti nella pericolosità sismica, utilizzando la seguente espressione, in allegato A alle NTC-2018:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) \cdot \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1}$$

in cui:

p è il valore del parametro di interesse al T_R desiderato;

T_{R1}, T_{R2} sono i periodi di ritorno più prossimi a T_R per i quali si dispone dei valori di p_1 e p_2 del generico parametro p .

Di seguito si riportano i valori dei parametri sismici a_g , F_0 , T_c^* riferiti alle coordinate geografiche dell'opera oggetto di verifica.

<i>Coordinate 43,4733° N / 11,87° E</i>				
	T_R (anni)	a_g [g]	F_0	T_c^* (s)
SLO	60	0,071	2,518	0,276
SLD	100	0,088	2,497	0,284
SLV	950	0,199	2,424	0,301
SLC	1950	0,244	2,450	0,311

5.3 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Le categorie di sottosuolo sono definite al punto 3.2.2 delle NTC-2018 sulla base del parametro di velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,30}$ relativo ai primi 30m di profondità.

È altresì specificato che “Per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell’opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione”.

La misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio è fortemente raccomandata; è peraltro previsto che, nel caso in cui la misura diretta della V_S non sia disponibile, è possibile eseguire la classificazione del sottosuolo sulla base del valore dei numeri di colpi equivalente della prova penetrometrica dinamica $N_{SPT,30}$ per i terreni a grana grossa e/o sulla base della coesione non drenata equivalente $c_{u,30}$ per quelli a grana fine.

Sulla base dei risultati delle indagini eseguite si evince che la categoria più sfavorevole nei pressi delle strutture è la classe E.

Per quanto attiene infine al coefficiente di amplificazione topografica, ai sensi del punto 3.2.2 delle NTC-2018 si assume che le aree in esame siano sempre riferibili alla categoria T1, ovvero quali “superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ”.

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

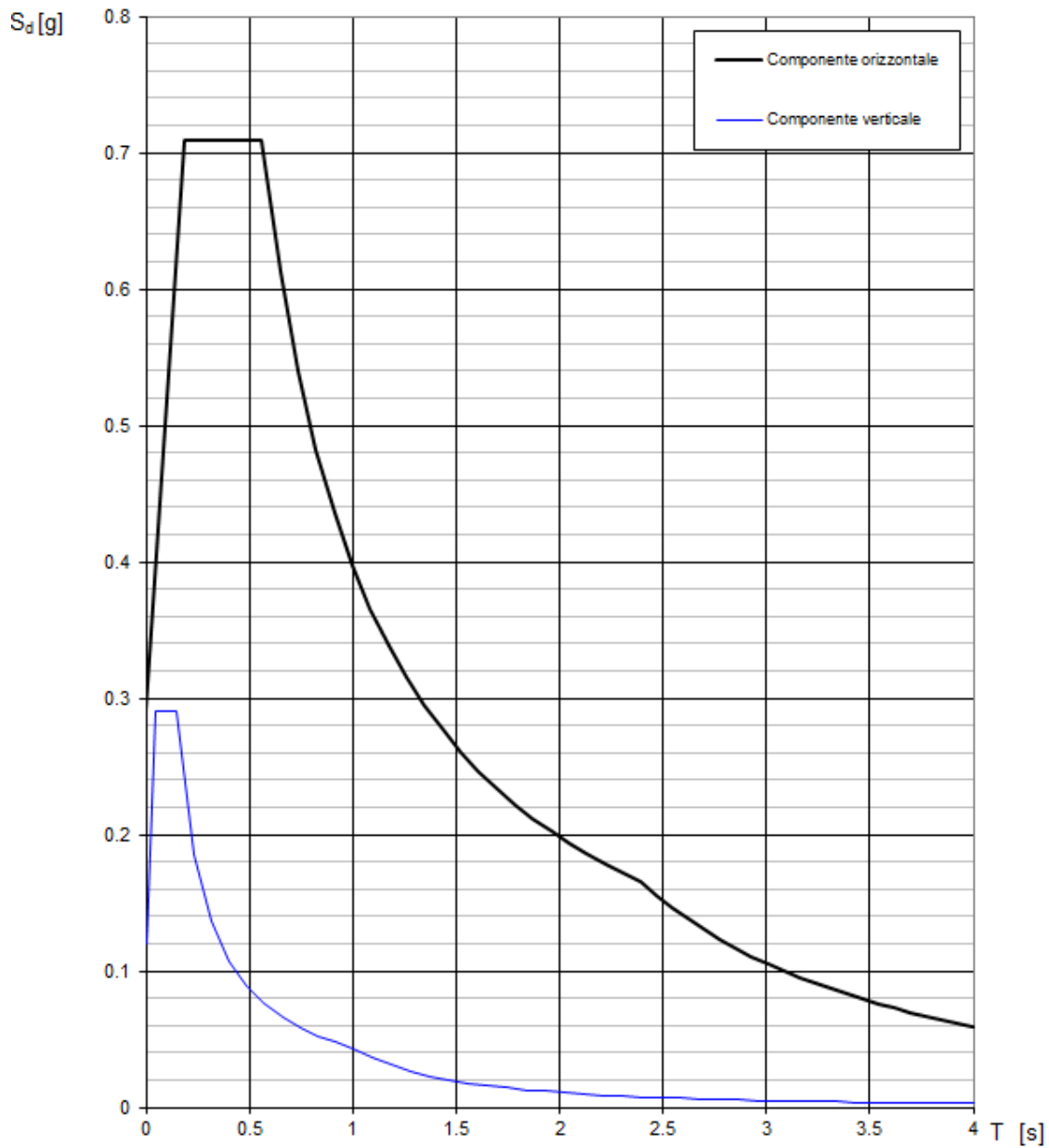


Figura 5.1 Spettro SLV

PROGETTAZIONE ATI:

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

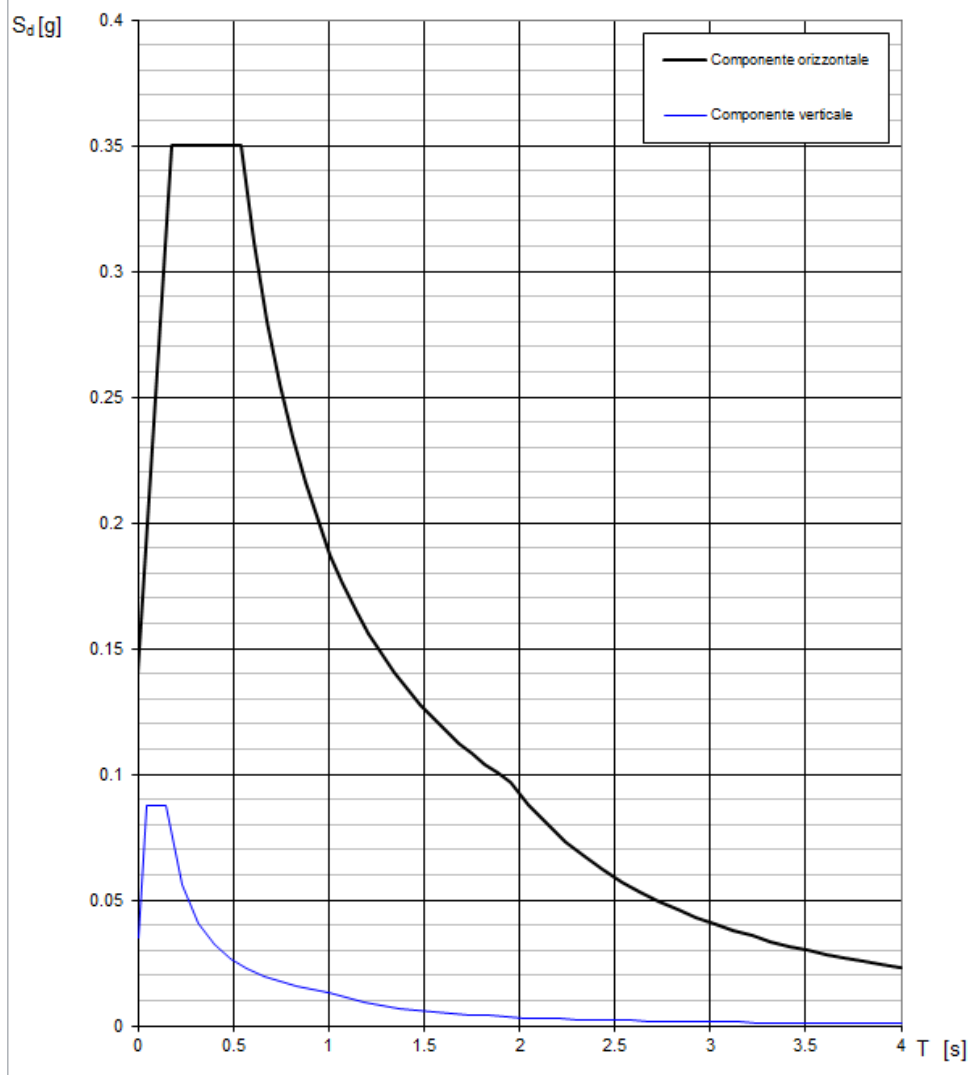


Figura 5.2 Spettro SLD

A seguito di analisi svolta in situ della Risposta Sismica Locale (RLS) l'accelerazione massima in situ risulta maggiore di quella ricavabile da normativa e in particolare l'RLS è pari e a:

$$\frac{a_g}{g} = 0.33g$$

PROGETTAZIONE ATI:

6 CRITERI DI VERIFICA E CALCOLO

6.1 PREMESSA NORMATIVA DI CALCOLO

Le verifiche contenute nel presente documento fanno riferimento a quanto prescritto per i sistemi fondazionali nelle NTC2018 e successiva circolare esplicativa.

Le verifiche strutturali sono eseguite nei confronti degli Stati Limite Ultimi (SLU) e degli Stati Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) riferiti allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono la fondazione.

Gli stati limite di esercizio esaminati per il soddisfacimento delle prestazioni richieste ai manufatti sono:

- danneggiamenti locali che possono ridurre la durabilità della struttura, la sua efficienza o il suo aspetto (controllo delle tensioni massime e della fessurazione del calcestruzzo con verifiche sezionali);
- eccessive deformazioni che possono limitare l'uso della costruzione, la sua efficienza e il suo aspetto (verifica dei rapporti limite deformazione massima o spessore /luce di calcolo).

Per ogni stato limite deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d \quad (\text{eq. 6.2.1 delle NTC2018})$$

Dove

E_d valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione;
 R_d valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

6.2 COMBINAZIONE DELLE AZIONI (CAP. 2.5.3 D.M. 17/01/2018)

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

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

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

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

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

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

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

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 2} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

PROGETTAZIONE ATI:

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

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_{Ed} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

La progettazione e verifica degli elementi strutturali è condotta in conformità alla normativa vigente Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (DM 17/01/2018). Le verifiche tensionali degli elementi strutturali sono eseguite col metodo degli stati limite. Ai fini del dimensionamento e delle verifiche sono stati presi in esame i seguenti approcci di calcolo, secondo quanto specificato in NTC 2018:

Per ognuno degli stati limite sopra definiti si adotteranno le combinazioni di carico definite precedentemente.

6.3 COEFFICIENTI DELLE AZIONI AGLI STATI LIMITE

Per la verifica agli SLU si adottano i valori dei coefficienti parziali della tabella sotto riportata (Rif. Tab. 6.2.I delle NTC 2018):

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_T (o γ_F)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G2}

I coefficienti di combinazione dei carichi, applicati secondo le varie combinazioni, sono riferiti alla Tab. 2.5.I delle NTC 2018:

Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	ψ_{0i}	ψ_{1i}	ψ_{2i}
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Ufficio	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E - Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I - Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K - Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)	da valutarsi caso per caso		
Vento	0,6	0,2	0,0
Nere (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Nere (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

7 IMPOSTAZIONE DEL MODELLO

7.1 PROGRAMMA DI CALCOLO UTILIZZATO

L'analisi della struttura viene condotta con l'ausilio del programma di calcolo agli elementi finiti per analisi lineari e non lineari SAP 2000 v22 prodotto da Computer&Structures Inc.

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale è condotta con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni, attraverso il software VCAslu - ver 7.7 e fogli Excel predisposti.

Affidabilità dei codici di calcolo

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

La società produttrice ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Informazioni generali sull'elaborazione

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

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

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

In base a quanto sopra, si asserisce che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

Strategia di soluzione

PROGETTAZIONE ATI:

Il software schematizza la struttura come interconnessione di elementi posti nelle 3 dimensioni e la risolve mediante il metodo degli elementi finiti (FEM). Più dettagliatamente il telaio viene discretizzato in una serie di elementi connessi fra di loro nei nodi.

A partire dalla matrice di rigidezza del singolo elemento, K_e , si assembla la matrice di rigidezza di tutta la struttura K . Tutti i carichi agenti sulla struttura vengono trasformati in carichi nodali (reazioni di incastro perfetto) ed inseriti nel vettore dei carichi nodali p .

Indicando con u il vettore degli spostamenti nodali (incogniti), la relazione risolutiva può essere scritta nella forma:

$$K \cdot u = p$$

Da questa equazione matriciale si ricavano gli spostamenti incogniti u :

$$u = K^{-1}p$$

Noti gli spostamenti nodali è possibile risalire alle sollecitazioni nei vari elementi. La soluzione del sistema viene fatta per ogni combinazione di carico agente sulla struttura.

7.2 SCHEMATIZZAZIONE DELLA STRUTTURA

La struttura viene discretizzata con un modello 2D con elementi Beam (Frame) vincolata attraverso dei line spring atte a simulare l'interazione terreno struttura come precedentemente enunciato.

-Modello 2D unifilare

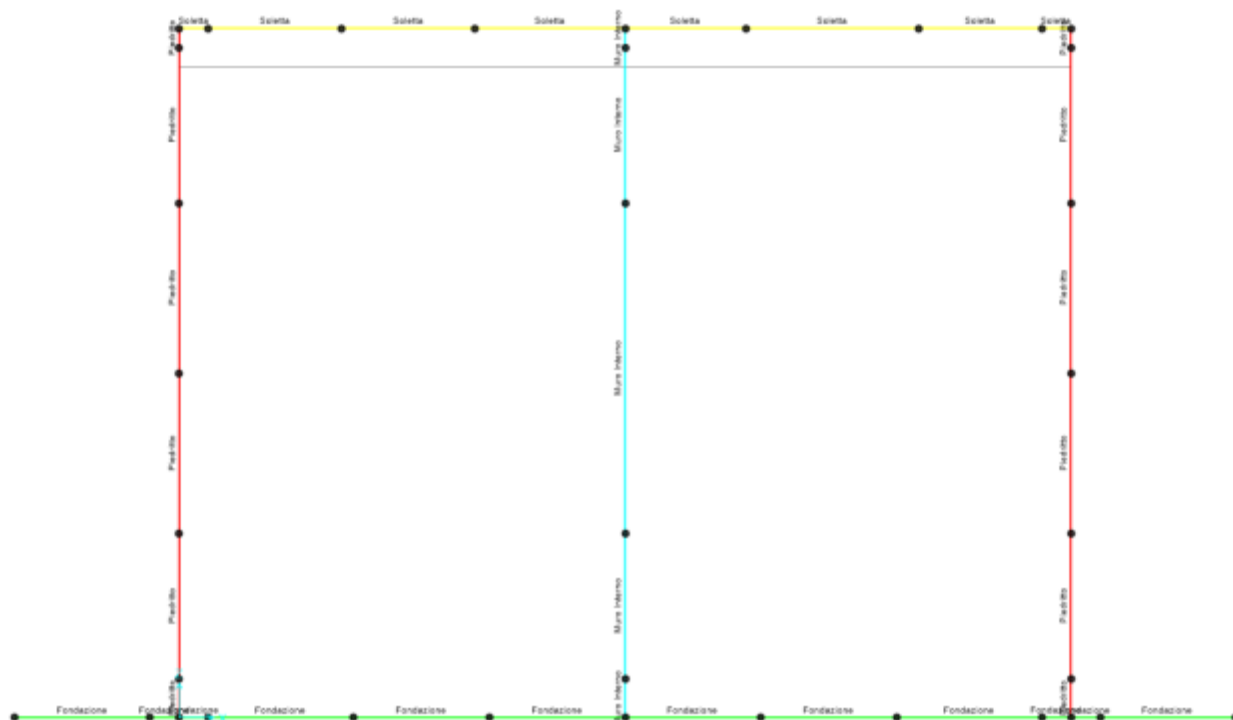


Figura 7.1 Modello 2D unifilare

PROGETTAZIONE ATI:

-Modello 2D estruso

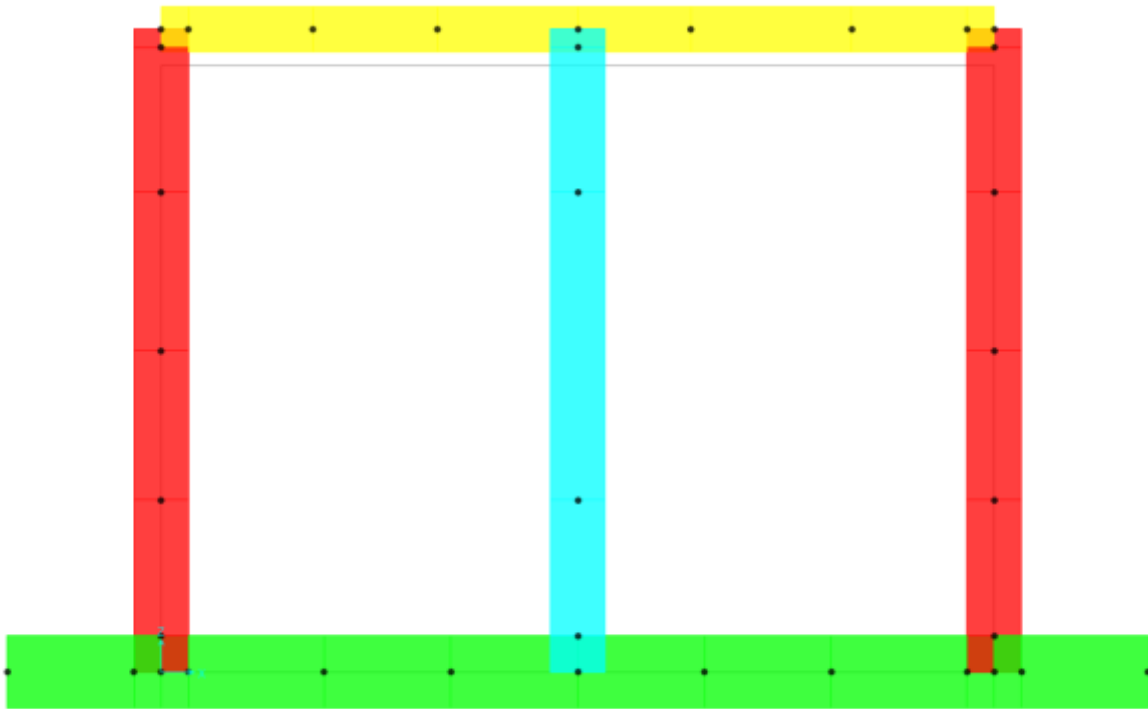
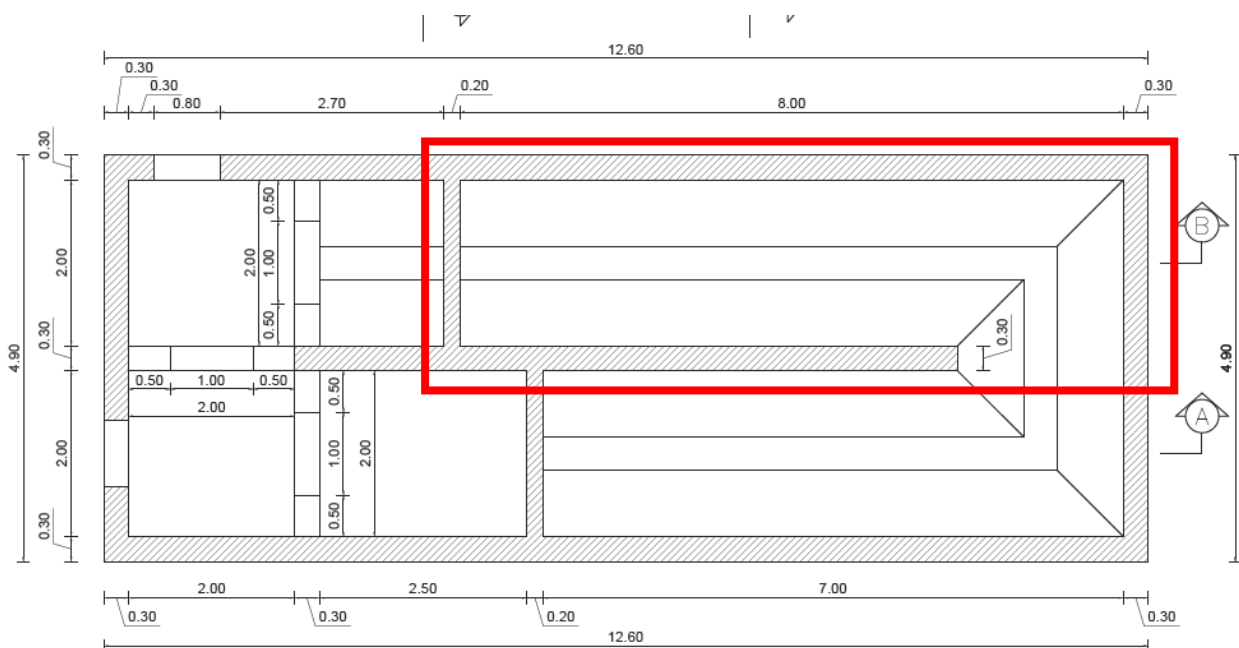


Figura 7.2 Modello 2D estrusa

A giustificazione della strategia di modellazione 2D rispetto a una 3D viene giustificata dal metodo di Grashof il quale permette di avere una stima dell'effetto piastra. In particolare, si prende in considerazione il rettangolo di piastra compreso tra il setto interno e il muro più esterno.



PROGETTAZIONE ATI:

Tale metodo considera una piastra rettangolare, con lati pari ad “a” e “b” caricata da un carico p, divisa in strisce di larghezza unitarie ortogonali tra loro. Tra le varie strisce in cui è divisa la piastra si scelgono due in cui il comportamento flettente è prevalente sul momento torsionale (vedi figura successiva).

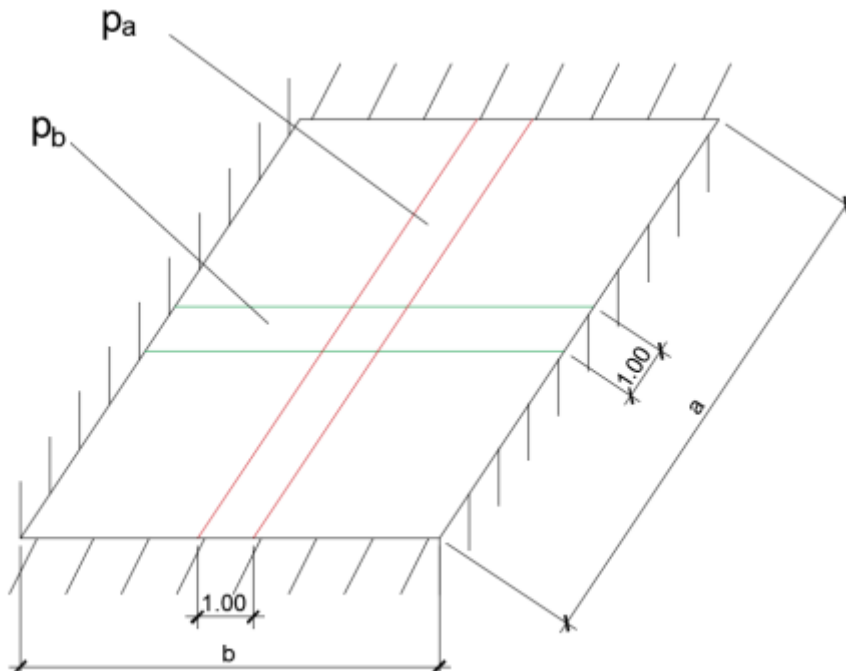


Figura 7.3 – Semplificazione del metodo di Grashof

Il metodo si basa sull'ipotesi che il carico si distribuisca in maniera congruente e cioè che la deformata delle due travi derivante dai due rispettivi carichi produca lo stesso valore della freccia nel punto di deformazione massimo. Considerando i quattro lati incastrati, tale condizione si traduce in:

$$\frac{p_a \cdot a^4}{384EJ} = \frac{p_b \cdot b^4}{384EJ}$$

Dato che tale equazione è in due incognite, l'equazione mancante per risolvere il sistema risulta semplicemente:

$$p_a + p_b = p$$

Risolvendo tale sistema, si ottiene quindi:

$$p_b = p \frac{a^4}{(a^4 + b^4)}$$

Nel caso in esame $b = 2.00m$ e $a = 8.00m$, da cui:

PROGETTAZIONE ATI:

$$p_b = p \cdot 0.99$$

Per tale motivo, il carico si ridistribuisce principalmente in una direzione sola.

7.2.1 ELEMENTI FRAME

Si riportano di seguito le sezioni modellate nel programma agli elementi finiti:

7.2.1.1 Sezione Soletta di fondazione: “Fondazione”

La soletta di fondazione è modellata attraverso un elemento frame con larghezza unitaria e altezza pari a 0.40 m. Il materiale assegnato è un calcestruzzo C32/40.

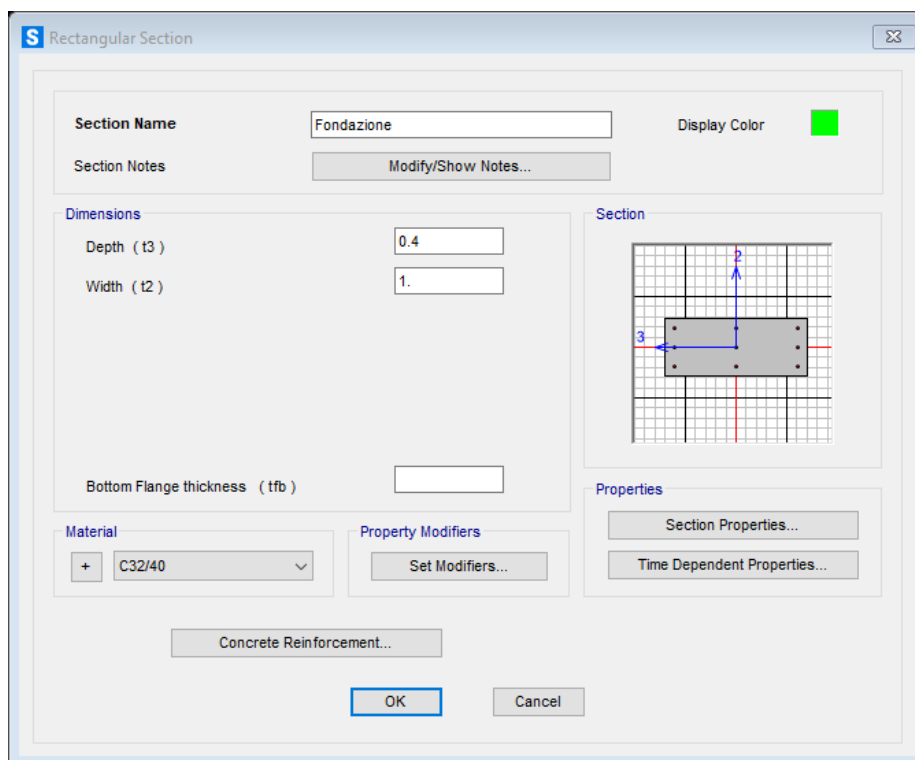


Figura 7.4 – Sezione “Fondazione”

7.2.1.2 Sezione Soletta di copertura: “Soletta”

La soletta di copertura è modellata attraverso un elemento frame con larghezza unitaria e altezza pari a 0.25 m. Il materiale assegnato è un calcestruzzo C32/40.

The screenshot shows a software interface for defining a section. The 'Section Name' field is set to 'Soletta'. The 'Section Notes' field has a 'Modify/Show Notes...' button. Under 'Dimensions', 'Depth (t3)' is 0,25 and 'Width (t2)' is 1. The 'Material' dropdown is set to 'C32/40'. The 'Section' diagram shows a rectangular element on a grid with dimensions 1 and 0,25. The 'Properties' section includes 'Section Properties...' and 'Time Dependent Properties...' buttons.

Figura 7.5 – Sezione “Soletta”

7.2.1.3 Sezione piedritti: “Piedritto”

I piedritti sono modellati attraverso un elemento frame con larghezza unitaria e spessore pari a 0.30 m. Il materiale assegnato è un calcestruzzo C32/40.

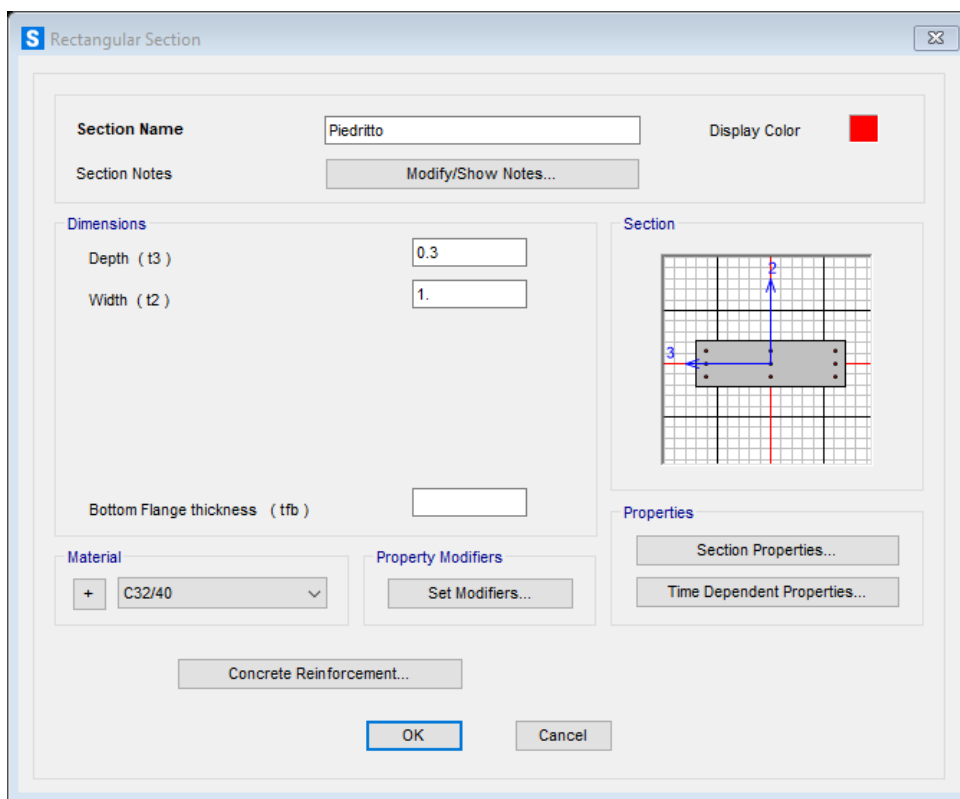


Figura 7.6 – Sezione “Piedritto”

7.2.1.4 Sezione muri interni: “Muro interno”

I muri interni sono modellati attraverso un elemento frame con larghezza unitaria e spessore pari a 0.30 m. Il materiale assegnato è un calcestruzzo C32/40.

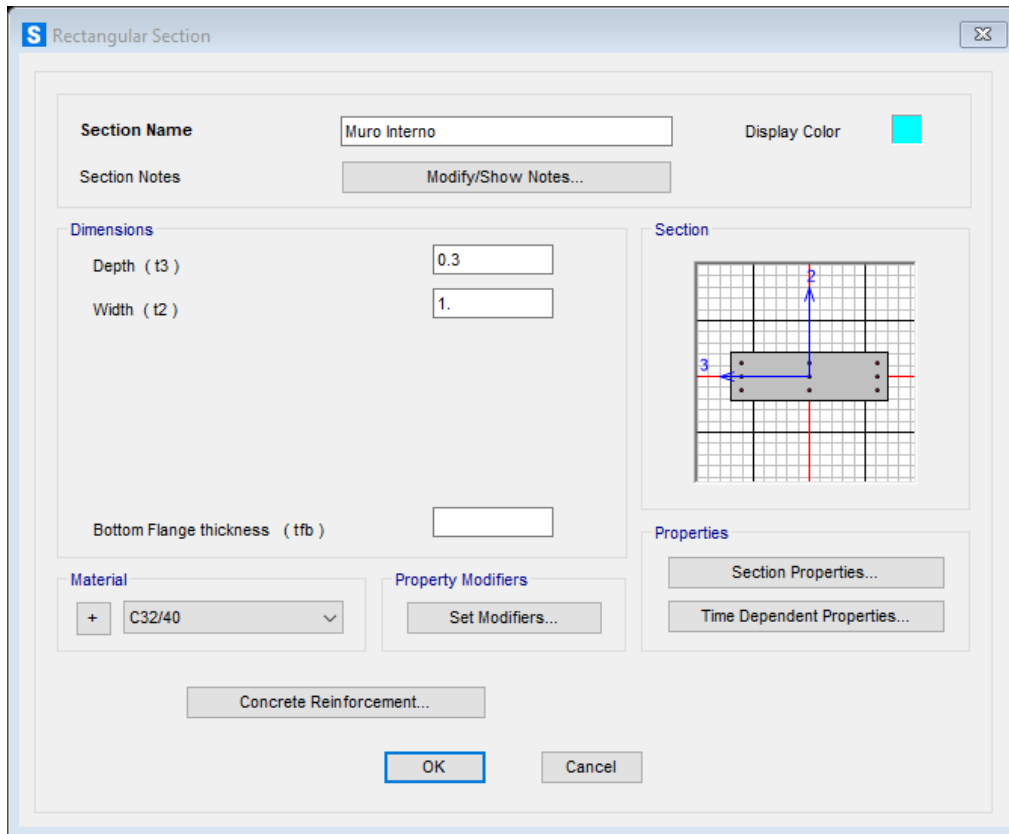


Figura 7.7 – Sezione “Muro interno”

8 ANALISI DEI CARICHI

In questo capitolo sono riportati unicamente i valori numerici delle azioni e la loro applicazione agli elementi del modello.

8.1 CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI (G1)

Gli elementi strutturali, in calcestruzzo armato, presentano un peso specifico pari a $\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$. Tale carico viene valutato automaticamente dal software a partire dalla definizione della geometria dell'elemento e dal peso specifico del materiale.

8.2 CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI (G2)

I carichi permanenti non strutturali si riferiscono al peso del terreno di ricoprimento, alla spinta laterale delle terre e alla pressione dell'acqua.

8.2.1 RICOPRIMENTO

Si considera in sommità agente il carico del terreno di ricoprimento pari a 1.00m. Tale assunzione risulta a favore di sicurezza in quanto presentano generalmente un estradosso a 0.1m da p.c.; tuttavia la presenza di mezzi di servizio/manutenzione vengono considerati come quasi permanenti al di sopra della vasca stessa:

$$q_{ricopr} = 20 \text{ kN/m}^2$$

Al di sopra non sono presenti strade, ne tanto meno traffico, per cui tale carico descrive e riassume i carichi presenti al di sopra.

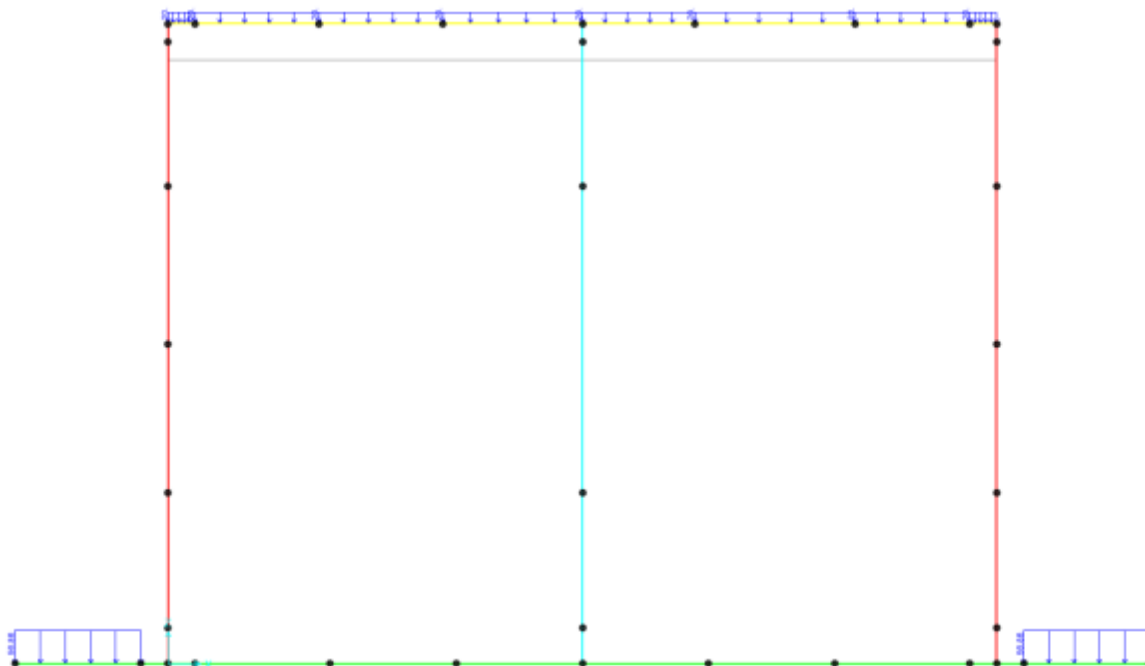


Figura 8.1 – Carico riempimento superiore

8.2.2 SPINTA STATICA DEL TERRENO

L'entità e la distribuzione delle spinte del terreno sulla vasca dipendono dallo spostamento relativo che lo stesso può subire. Avendo una struttura piuttosto rigida e poco deformabile, si può considerare che le deformazioni del terreno siano impedito dalla struttura che non cede in nessun punto; per questo motivo la pressione esercitata è una spinta a riposo espressa secondo la teoria di Coulomb dalla seguente relazione:

$$S = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot H^2 \cdot K_0$$

K_0 rappresenta il coefficiente di spinta a riposo, ricavabile tramite la formula di Jacky:

$$K_0 = 1 - \sin \phi' = 1 - \sin(22^\circ) = 0.625$$

Dove ϕ' è l'angolo di attrito interno del terreno.

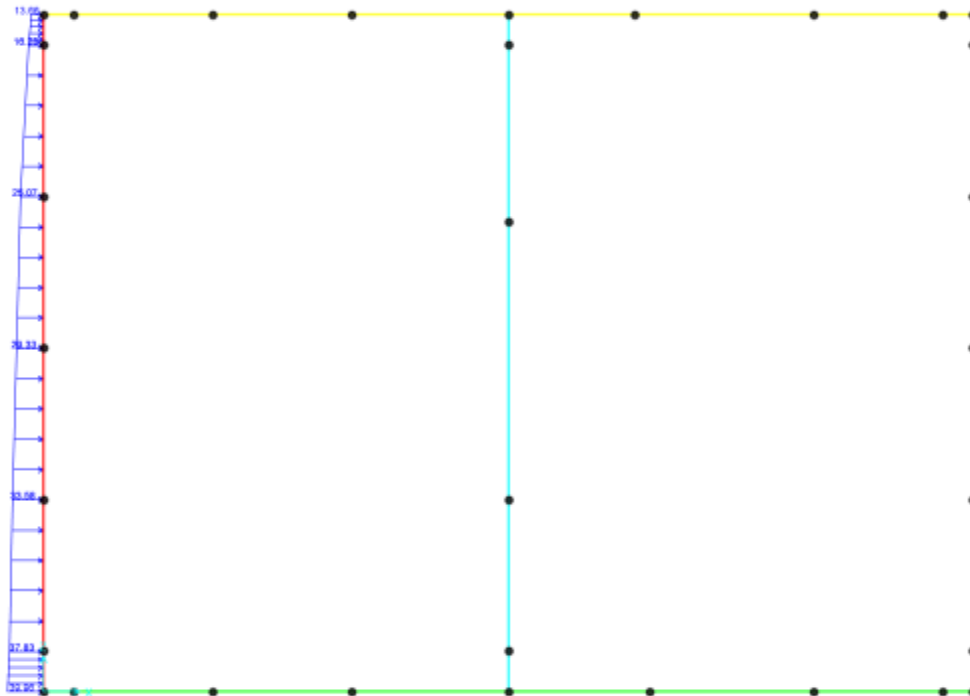


Figura 8.2 – Spinta terre su paramento sinistro

8.2.3 PRESSIONE DELL'ACQUA

L'acqua a differenza del terreno, risulta un materiale isotropo e la sua pressione agisce con la stessa intensità in ogni direzione.
Il suo valore risulta quindi pari a:

$$p_{idro} = \gamma_w * h_{falda}$$

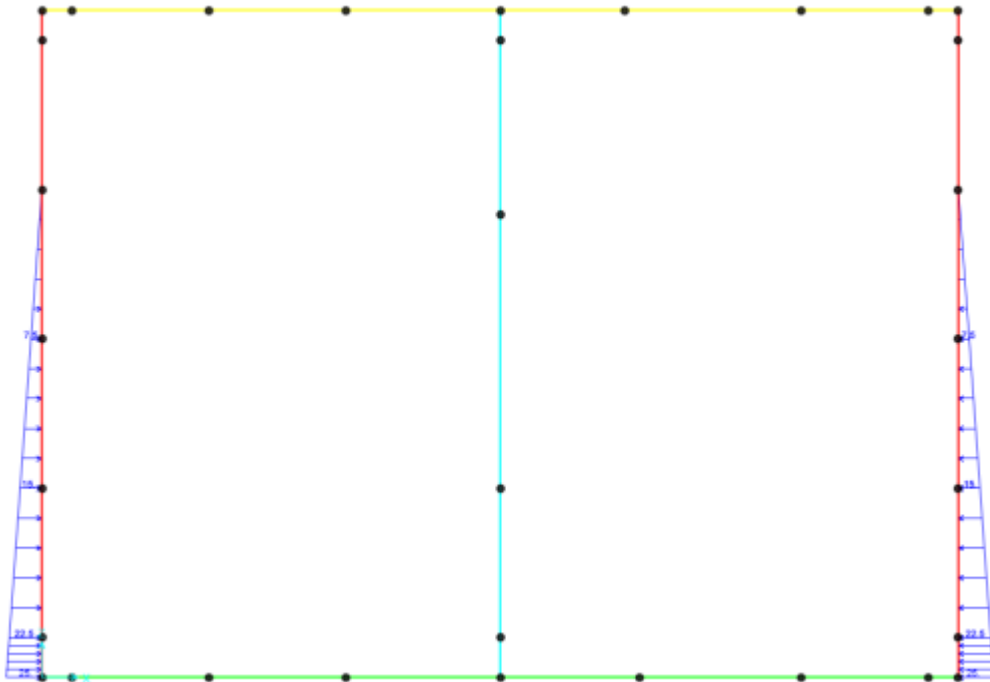


Figura 8.3 – Spinta acqua di falda su paramenti

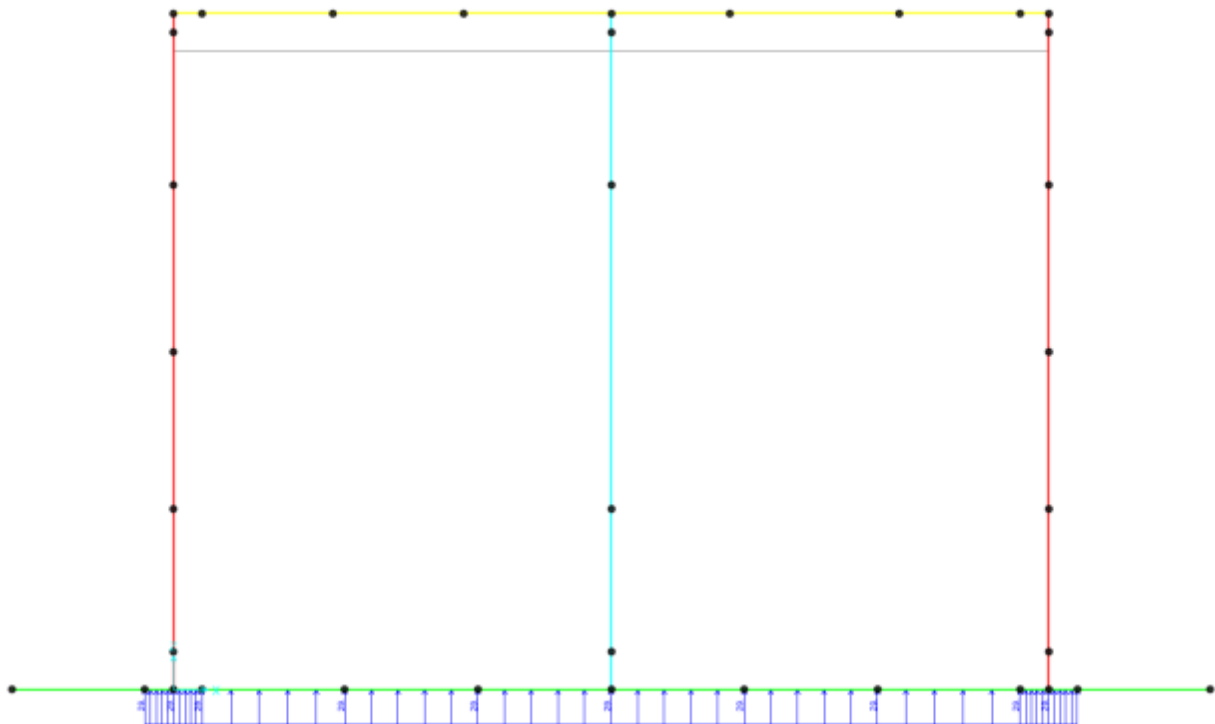


Figura 8.4 – Spinta acqua di falda sulla fondazione

PROGETTAZIONE ATI:

8.3 CARICHI VARIABILI (Q)

Di seguito si riportano i carichi che hanno carattere variabile in termini di tempi di applicazione sulla struttura. Questi si distinguono in: spinta dell'acqua interna alla vasca, mezzi pesanti passanti al di sopra o a lato della struttura.

8.3.1 PRESSIONE DELL'ACQUA INTERNA

Per la pressione interna dell'acqua si considerano principalmente due livelli dell'acqua: il massimo e il minimo.

Il primo si crea nelle condizioni di "piena" mentre la seconda è considerabile come una situazione permanente, intesa come livello minimo di acqua presente all'interno della vasca. Agli SLU quest'ultimo carico non viene considerato in quanto risulta favorevole alla verifica della fondazione, per gli SLV invece tale carico verrà considerato in quanto verrà tenuta in conto la sovra spinta sismica dell'acqua libera di muoversi.

I due livelli sono quindi:

- Livello massimo dell'acqua: $h = 2.00\text{m}$ (per semplicità al posto dei 1.7m di progetto)
- Livello minimo dell'acqua: $h = 0.75\text{m}$

Di seguito vengono riportati i carichi applicati nel modello.

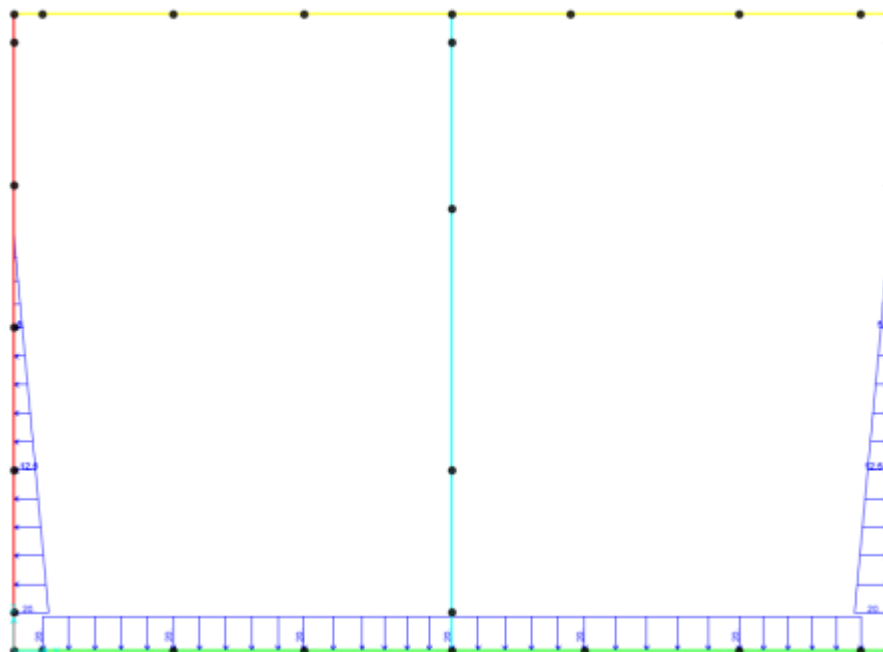


Figura 8.5 – Spinta acqua con battente massimo

PROGETTAZIONE ATI:

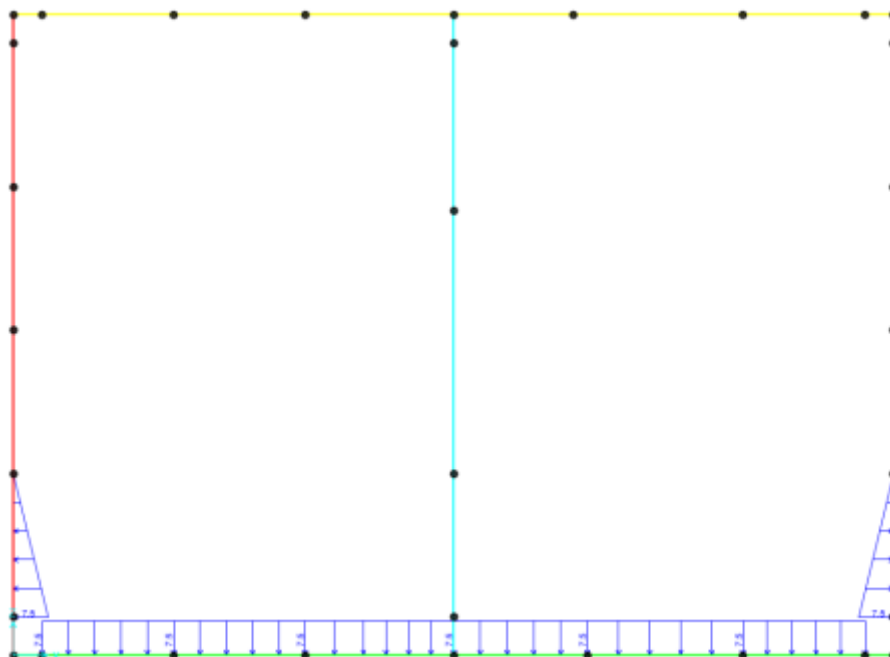


Figura 8.6 – Spinta acqua con battente minimo

8.3.2 TRAFFICO

La presenza a lato della strada induce uno stato di sforzo ulteriore nel terreno che si traduce in una sovra spinta sui piedritti. Per tale motivo si considera agenti i carichi tipici della progettazione del ponte. La presenza del traffico interessa solo il terreno a lato della struttura.

Le principali posizioni del traffico dimensionanti risultano per: Traffico agente a lato della struttura in modo da massimizzare la spinta sui piedritti

Per il calcolo dei carichi agenti sulla soletta e sui piedritti si farà riferimento al Cap. C5.1.3.3.5.1 della Circolare NTC2018, dove ai fini del calcolo delle spalle, dei muri d'ala e delle altre pari del ponte a contatto con il terreno, sul rilevato o sul terrapieno si possono sostituire i carichi tandem con dei carichi uniformemente distribuiti applicati su una superficie rettangolare larga 3.00m e lunga 2.20m.

8.3.2.1 Distribuzione della sovrappressione del terreno derivante dal traffico

La distribuzione delle pressioni orizzontali σ_x dovute alla presenza del carico concentrato al di fuori della vasca viene calcolata, in accordo con la teoria di Boussinesq, in funzione della posizione del carico, della superficie su cui insiste e della sua intensità come indicato di seguito:

$$\sigma_x = q / \pi [\alpha - \sin \alpha \cos 2\beta]$$

Nell'immagine che segue viene rappresentata la distribuzione di pressioni orizzontali agenti sul ritto valutata secondo la trattazione di Boussinesq che definisce l'andamento delle pressioni orizzontali nel semispazio elastico dovute ad un carico di dimensioni finite posto sulla superficie.

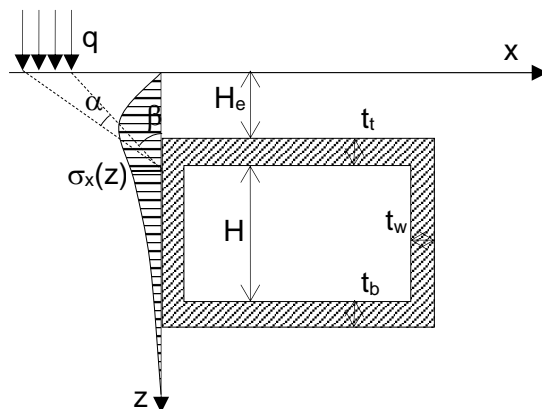


Figura 8.7 – Diffusione del carico per spinta orizzontale

Di seguito i valori della spinta agenti sulla parete.

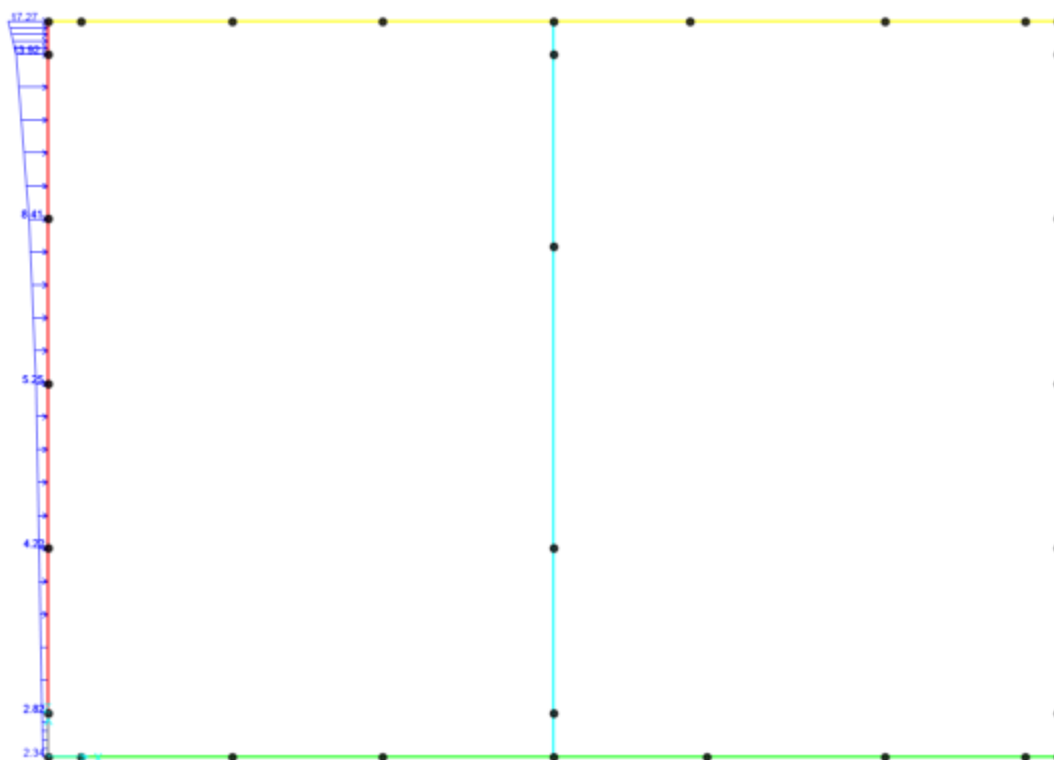


Figura 8.8 – Diffusione del carico per spinta orizzontale sul modello

8.4 CARICHI SISMICI

I carichi sismici considerati provengono dalle eccitazioni delle diverse masse presenti nel sistema. Questi possono riassumersi in:

PROGETTAZIONE ATI:

- Forze derivanti dall'eccitazione della massa della struttura;
- Forze derivanti dall'eccitazione dei pesi quasi permanenti non strutturali;
- Sovrappinta del terreno;
- Sovrappinta dell'acqua presente all'interno della vasca

8.4.1 FORZE DERIVANTI DALL'ECCITAZIONE DEI CARICHI PERMANENTI

Le masse dei carichi permanenti (strutturali e non), se eccitate dal sisma, creano delle sollecitazioni ulteriori a quelle statiche agenti. Data la rigidità della struttura, si suppone che la risposta sismica sia uno spostamento coincidente con quello del terreno. Il suo contributo è considerato applicando un'accelerazione pari all'accelerazione massima al suolo alla massa della struttura.

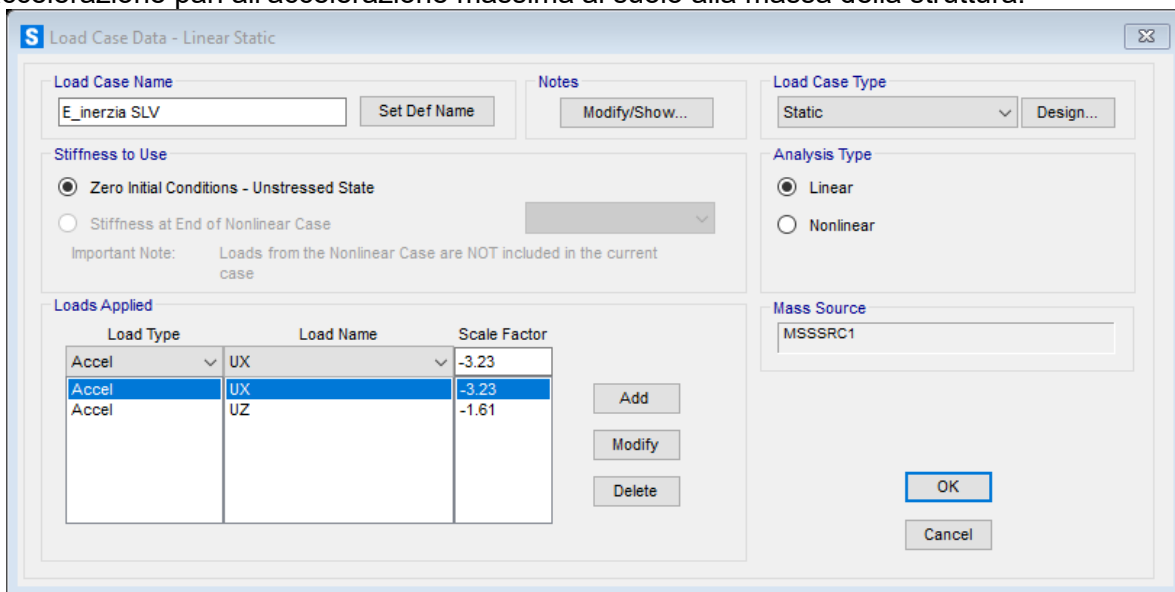


Figura 8.9 – Applicazione dell'accelerazione alle masse della struttura

Le masse vengono definite a partire dai carichi precedentemente definiti.

8.4.2 SOVRA SPINTA DEL TERRENO (WOOD)

Nel caso in esame, la teoria di spinta sismica è quella in caso di strutture rigide. Il metodo di Wood fornisce la sovrappinta sismica del terreno su una parete interrata soggetta a deformazioni molto contenute, tali da poter assumere che il terreno si trovi in fase elastica sia in condizioni statiche, sia durante il sisma. La sovrappinta sismica da assumere è data dall'espressione:

$$\Delta P = \frac{a_g}{g} \cdot S \cdot \gamma \cdot H^2$$

in cui γ rappresenta il peso specifico del terreno.

Tale spinta non dipende dalle proprietà di resistenza del terreno, rimanendo elastico anche in condizioni sismiche, e viene applicata come pressione uniforme sulla parete dello scatolare. Tale formula vale per terreni omogenei in assenza di falda e per manufatti di altezza contenuta. In caso di strutture molto profonde è opportuno condurre valutazioni basate su metodi più rigorosi. Nel caso il manufatto sia parzialmente in falda e il terreno sia dinamicamente permeabile, l'acqua si

comporta indipendentemente dallo scheletro solido. Dovranno pertanto essere calcolate la spinta idrostatica, la sovraspinta sismica assumendo il peso specifico efficace del terreno e la spinta idrodinamica. Nel caso di terreno dinamicamente impermeabile la sovraspinta di Wood dovrà essere calcolata considerando il peso specifico del terreno definito dall'espressione:

$$\bar{\gamma} = \frac{\gamma_d \cdot H_1 + \gamma_{sat} \cdot H_2}{H}$$

in cui H1 e H2 rappresentano gli spessori del terreno rispettivamente secco e sommerso

Nel caso in esame:

$$\Delta p = \frac{a_g}{g} \cdot S \cdot \gamma \cdot H = 23.25 \text{ kN/m}$$

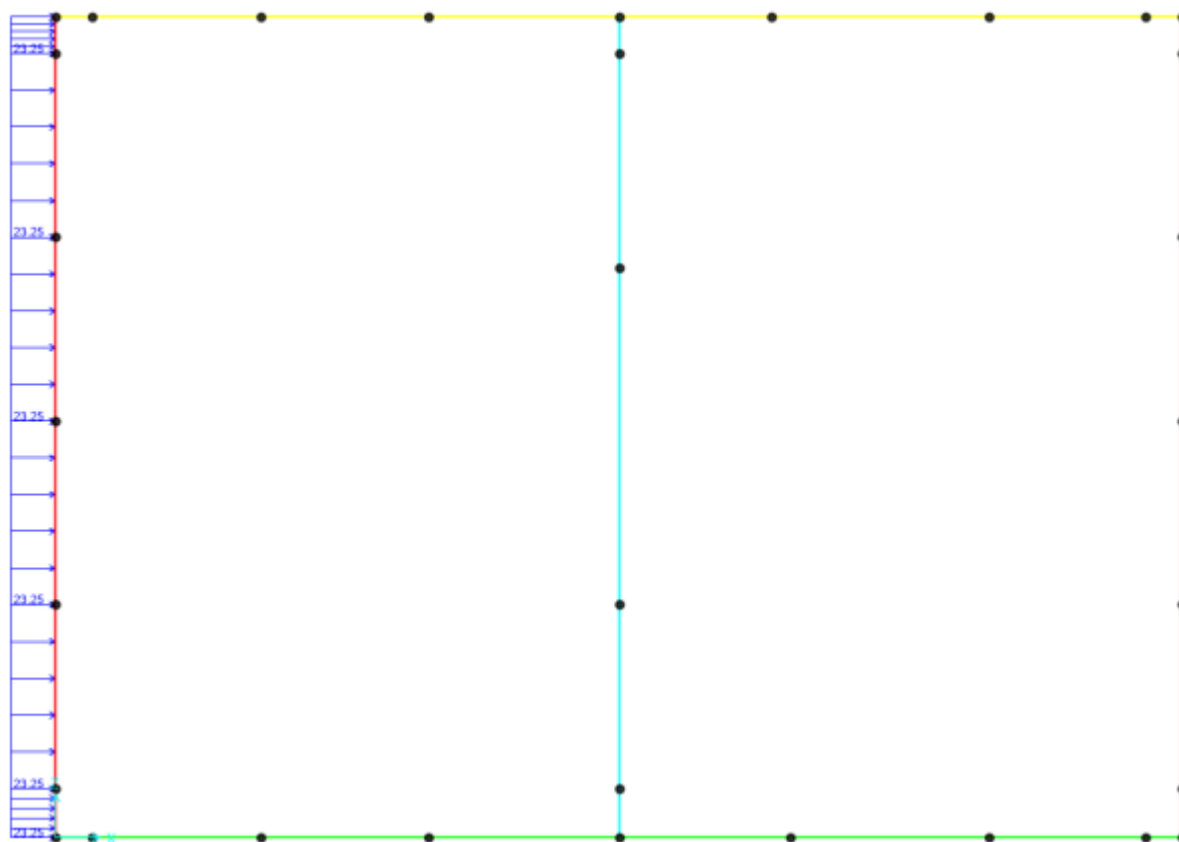


Figura 8.10 – Spinta di Wood

8.4.3 SOVRA SPINTA ACQUA LIBERA

All'interno della struttura risulta presente sempre un livello minimo di acqua. Questa risulta libera di muoversi, e per tal motivo, è possibile che questa generi una sovrappressione la cui espressione è valutabile come segue:

$$q_{wE}(z) = \frac{7}{8} \cdot S \cdot \frac{a_g}{g} \cdot \gamma_w \sqrt{H_w z}$$

PROGETTAZIONE ATI:

Dove H_w è il livello d'acqua presente pari a quello minimo in quanto la combinazione sismica presenta come carichi statici quelli quasi permanenti.

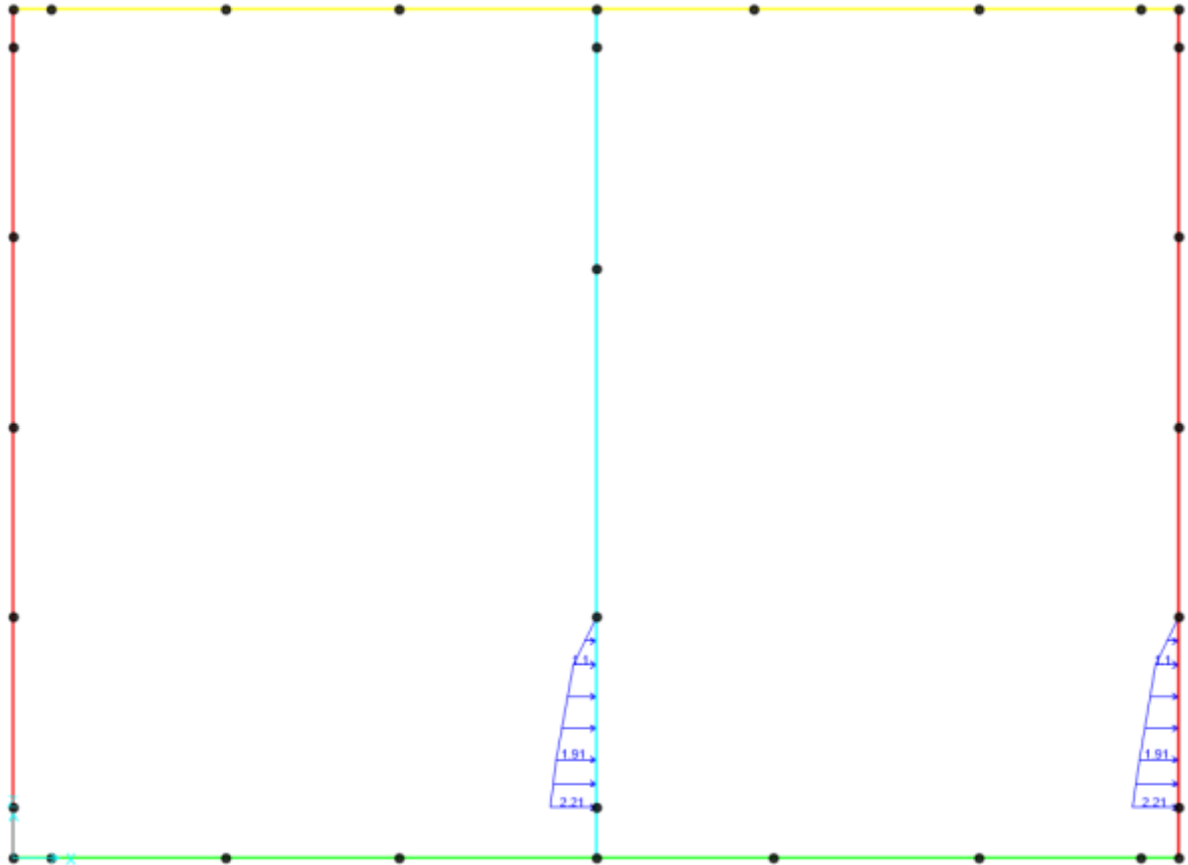


Figura 8.11 – Spinta sismica acqua libera

PROGETTAZIONE ATI:

9 CRITERI DI VERIFICA

9.1 STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)

Le verifiche agli Stati Limite di Esercizio (SLE) sono eseguite sulle tensioni massime degli elementi della sezione resistente in c.a. sulle condizioni di esercizio e sull'apertura delle fessure nella soletta in calcestruzzo. In questa fase non si considera, a favore di sicurezza, il contributo dovuto all'armatura lenta.

9.1.1 VERIFICA DELLE TENSIONI

Le verifiche delle tensioni sono eseguite in fasi di applicazione dei carichi: si verifica l'intera sezione alle combinazioni di carico Rara, Frequente e Quasi permanente.

9.1.2 VERIFICA DELL'APERTURA DELLE FESSURE

Per gli SLE occorre verificare che l'ampiezza delle fessure w_k , per gli elementi con armature lente, sia al di sotto del valore limite fissato per le classi di esposizione in oggetto. Si riportano per completezze le tabelle Tab. 4.1.III e 4.1.IV delle NTC18.

Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

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

Tab. 4.1.IV - Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Gruppi di Esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile Stato limite	w_k	Poco sensibile Stato limite	w_k
A	Ordinarie	frequente	apertura fessure	$\leq w_2$	apertura fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
B	Aggressive	frequente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$
C	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	apertura fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$

In particolare, devono essere rispettati i seguenti limiti:

- Combinazione di carico frequente: $w_k = 0.3 \text{ mm}$;
- Combinazione di carico quasi permanente: $w_k = 0.2 \text{ mm}$

Si preferisce una condizione di armatura sensibile data l'impossibilità di manutenzione dell'armatura lungo un lato.

PROGETTAZIONE ATI:

L'ampiezza caratteristica w_k delle lesioni si valuta attraverso l'espressione:

$$w_k = s_{r,max}(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$$

Dove:

$s_{r,max}$ è il massimo interasse tra le fessure;

ε_{sm} è il valor medio della deformazione nell'acciaio.

ε_{cm} è il valor medio della deformazione nel calcestruzzo fra le fessure.

La differenza $\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$ può valutarsi attraverso l'espressione:

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - \frac{k_t}{\rho_{p,eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s}$$

Dove:

σ_s è la tensione nell'acciaio calcolata in sezione parzializzata;

E_s è il modulo elastico dell'acciaio;

$\rho_{p,eff}$ è il rapporto tra l'area dell'armatura tesa e l'area effettiva di calcestruzzo in trazione;

α_e è il rapporto tra il modulo elastico dell'acciaio e quello del calcestruzzo

$k_t = 0.4$ (carico di lunga durata).

Detta s la distanza massima tra le barre di armatura, il massimo interasse tra le fessure si può valutare attraverso la seguente espressione:

$$\begin{cases} s_{r,max} = k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi}{\rho_{p,eff}}, & \text{se } s \leq 5 \cdot (c + \phi/2) \\ s_{r,max} = 1.3 \cdot (H - y_n), & \text{se } s > 5 \cdot (c + \phi/2) \end{cases}$$

Dove:

c è il copriferro (distanza tra bordo del calcestruzzo e l'armatura; assunto uguale a 4cm);

y_n è la distanza dell'asse neutro dal lembo superiore;

ϕ è il diametro delle barre;

H è l'altezza della sezione;

$k_1 = 0.8$ (per barre ad aderenza migliorata);

$k_2 = 0.5$ (per flessione);

$k_3 = 3.4$ (valore consigliato);

$k_4 = 0.425$ (valore consigliato).

9.1 STATI LIMITE ULTIMI (SLU)

Le verifiche agli Stati Limite Ultimi (SLU) sono eseguite sulle azioni interne della sezione resistente per definire le caratteristiche sezionali dell'elemento principale (trave in acciaio) e della soletta in calcestruzzo.

9.1.1 VERIFICA DEGLI ELEMENTI IN CALCESTRUZZO ARMATO

9.1.1.1 Verifica a flessione

Con riferimento alla sezione pressoinflessa retta, la capacità, in termini di resistenza e duttilità, si determina in base alle ipotesi di calcolo e ai modelli $\sigma - \varepsilon$:

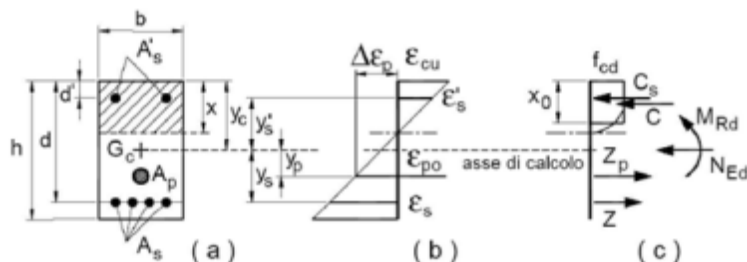


Figura 9.1 – Schema di verifiche a flessione

Le verifiche a flessione vengono condotte confrontando le resistenze ultime e le sollecitazioni massime agenti, valutando il corrispondente fattore di sicurezza (FS) come rapporto tra la sollecitazione resistente e la massima agente. $FS = \frac{M_{Rd}}{M_{Ed}} \geq 1$.

Le verifiche flessionali agli SLU sono eseguite adottando le seguenti ipotesi:

- Conservazione delle sezioni piane;
- Perfetta aderenza tra acciaio e calcestruzzo;
- Resistenza a trazione del calcestruzzo nulla;
- Rottura del calcestruzzo determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima a compressione;
- Rottura dell'armatura tesa determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima.

9.1.1.2 Verifica a taglio

Per la verifica di resistenza agli SLU, con riferimento alle sollecitazioni taglianti, deve risultare: $FS = \frac{V_{Rd}}{V_{Ed}} \geq 1$

Per il calcolo della resistenza di calcolo V_{Rd} si fa riferimento ai seguenti valori:

- Resistenza di calcolo dell'elemento privo di armatura a taglio:

$$V_{Rd,c} = \max \left\{ \left[\frac{0.18}{\gamma_c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d; (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \right\}$$

PROGETTAZIONE ATI:

- Valore di progetto dello sforzo di taglio che può essere sopportato dall'armatura a taglio alla tensione di snervamento:

$$V_{Rd,s} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}(\alpha) + \text{ctg}(\theta)) \cdot \sin \alpha$$

- Valore di progetto del massimo di sforzo di taglio che può essere sopportato dall'elemento, limitato dalla rottura delle bielle compresse:

$$V_{Rd,max} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot f'_{cd} \cdot \frac{\text{ctg}(\alpha) + \text{ctg}(\theta)}{1 + \text{ctg}^2(\theta)}$$

Nelle espressioni precedenti, i simboli hanno i seguenti significati:

- $k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2.0$, con d espresso in mm;
- $\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \leq 0.02$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale;
- A_{sl} è l'area dell'armatura tesa;
- b_w è la larghezza minima della sezione in zona tesa;
- $\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} < 0.2 \cdot f_{cd}$ è la tensione media di compressione della sezione;
- A_c è l'area della sezione in calcestruzzo;
- $v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$;
- A_{sw} è l'area della sezione trasversale dell'armatura a taglio;
- s è il passo delle staffe;
- f_{yd} è la tensione di snervamento di progetto dell'armatura a taglio
- α è l'inclinazione dell'armatura resistente a taglio rispetto all'asse dell'elemento;
- θ è l'inclinazione della biella di calcestruzzo compressa e deve essere $1 \leq \cot \theta \leq 2.5$.

9.2 VERIFICHE DI TIPO GEOTECNICO (GEO)

9.2.1 COLLASSO PER CARICO LIMITE DEL COMPLESSO FONDAZIONE-TERRENO

Vista la natura dei terreni, la valutazione della capacità portante della fondazione dello scatolare viene condotta in condizioni non drenate. La formula generale risulta essere:

$$q_{lim} = s_u \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q$$

Con:

$$N_c = 2 + \pi \cdot s_c$$

fattori di capacità portante
fattori correttivi che tengono conto della forma della fondazione;

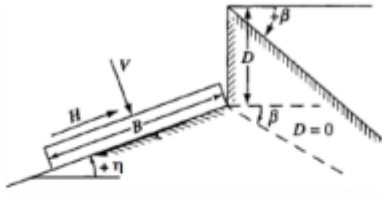
PROGETTAZIONE ATI:

- d_c fattori correttivi che tengono conto della profondità del piano di posa;
- i_c fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione dei carichi;
- g_c fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del piano camapagna;
- b_c fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del piano di posa;
- q tensione verticale efficace agente al piano di posa della fondazione;

Inoltre, si definisce efficace la parte di fondazione reale rispetto alla quale la risultante dei carichi verticali di progetto Q_V risulta centrata. Per fondazioni rettangolari di larghezza B e lunghezza L , indicate con e_B ed e_L le componenti della eccentricità del carico rispettivamente in direzione B e L , le corrispondenti dimensioni efficaci sono:

$$B' = B - 2 e_B \qquad L' = L - 2 e_L$$

Nella figura seguente sono mostrati i valori dei coefficienti sopra citati:



Shape and depth factors for use in either the Hansen (1970) or Vesic (1973, 1975b) bearing-capacity equations of Table 4-1. Use s'_c, d'_c when $\phi = 0$ only for Hansen equations. Subscripts H, V for Hansen, Vesic, respectively.

Shape factors	Depth factors
$s'_{c(H)} = 0.2 \frac{B'}{L'} \quad (\phi = 0^\circ)$	$d'_c = 0.4k \quad (\phi = 0^\circ)$
$s_{c(H)} = 1.0 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'}$	$d_c = 1.0 + 0.4k$
$s'_{c(V)} = 1.0 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B}{L}$	$k = D/B$ for $D/B \leq 1$
$s_c = 1.0$ for strip	$k = \tan^{-1}(D/B)$ for $D/B > 1$
	k in radians
$s_{q(H)} = 1.0 + \frac{B'}{L'} \sin \phi$	$d_q = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 k$
$s_{q(V)} = 1.0 + \frac{B}{L} \tan \phi$	k defined above
for all ϕ	
$s_{\gamma(H)} = 1.0 - 0.4 \frac{B'}{L'} \geq 0.6$	$d_\gamma = 1.00$ for all ϕ
$s_{\gamma(V)} = 1.0 - 0.4 \frac{B}{L} \geq 0.6$	

Notes:

- Note use of "effective" base dimensions B', L' by Hansen but not by Vesic.
- The values above are consistent with either a vertical load or a vertical load accompanied by a horizontal load H_B .
- With a vertical load and a load H_L (and either $H_B = 0$ or $H_B > 0$) you may have to compute two sets of shape s_i and d_i as $s_{i,B}, s_{i,L}$ and $d_{i,B}, d_{i,L}$. For i, L subscripts of Eq. (4-2), presented in Sec. 4-6, use ratio L'/B' or D/L' .

Table of inclination, ground, and base factors for the Hansen (1970) equations. See Table 4-5c for equivalent Vesic equations.

Inclination factors	Ground factors (base on slope)
$i_c = 0.5 - \sqrt{1 - \frac{H_i}{A_f c_a}}$	$g_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$
$i_q = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$	$g_q = 1.0 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$
$i_q = \left[1 - \frac{0.5 H_i}{V + A_f c_a \cot \phi} \right]^{2\alpha_1}$ $2 \leq \alpha_1 \leq 5$	$g_\gamma = g_\gamma = (1 - 0.5 \tan \beta)^\delta$
	Base factors (tilted base)
$i_\gamma = \left[1 - \frac{0.7 H_i}{V + A_f c_a \cot \phi} \right]^{2\alpha_2}$	$b'_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ} \quad (\phi = 0)$
$i_\gamma = \left[1 - \frac{(0.7 - \eta^\circ/450^\circ) H_i}{V + A_f c_a \cot \phi} \right]^{2\alpha_2}$ $2 \leq \alpha_2 \leq 5$	$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ} \quad (\phi > 0)$
	$b_q = \exp(-2\eta \tan \phi)$
	$b_\gamma = \exp(-2.7\eta \tan \phi)$
	η in radians
$A_f = B' \cdot L'$	

Notes:

- Use H_i as either H_B or H_L , or both if $H_L > 0$.
- Hansen (1970) did not give an i_c for $\phi > 0$. The value above is from Hansen (1961) and also used by Vesic.
- Variable c_a = base adhesion, on the order of 0.6 to 1.0 \times base cohesion.
- Refer to sketch for identification of angles η and β , footing depth D , location of H_i (parallel and at top of base slab; usually also produces eccentricity). Especially note V = force normal to base and is not the resultant R from combining V and H_i .

10 RISULTATI MODELLO

E' descritto in seguito un riassunto delle sollecitazioni, per ogni tipologia di involucro di combinazione di carico, individuate per ogni elemento strutturale. Vengono riportati i valori significativi ai fini delle verifiche.

A favore di sicurezza viene trascurato il contributo dell'azione assiale nelle verifiche.

Soletta Superiore Sollecitazione Joint		SLU-SLV	SLE R - SLD	SLE Freq	SLE QP
M (kNm)	Max	16.37 kNm	11.00 kNm	7.02 kNm	3.87 kNm
	Min	-43.55 kNm	-37.37 kNm	-21.60 kNm	-16.10 kNm
V (kN)	Max	76.14 kN			
	Min	-68.41 kN			
N (kN)	Max				
	Min				

Piedritti esterni Sollecitazione Joint		SLU-SLV	SLE R-SLD	SLE Freq	SLE QP
M (kNm)	Max	91.49 kNm	76.62 kNm	41.12 kNm	36.87 kNm
	Min	-42.16 kNm	-33.11 kNm	-31.95 kNm	-34.31 kNm
V (kN)	Max	127.08 kN			
	Min	-97.68 kN			
N (kN)	Max (N-M)	-30.28 kN	-37.97 kN	-73.74 kN	-62.76 kN
	Min	-59.48 kN	-63.96 kN	-80.08 kN	-64.48 kN

Muri interni Sollecitazione Joint		SLU-SLV	SLE R-SLD	SLE Freq	SLE QP
M (kNm)	Max	65.70 kNm	48.89 kNm	7.99 kNm	2.18 kNm
	Min	-54.52 kNm	-40.68 kNm	-6.96 kNm	-1.89 kNm
V (kN)	Max	41.039 kN			
	Min	-0.004 kN			
N (kN)	Max	-85.88 kN	-90.36 kN	-111.25 kN	-87.24 kN
	Min	-66.55 kN	-99.68 kN	-89.12 kN	-63.47 kN

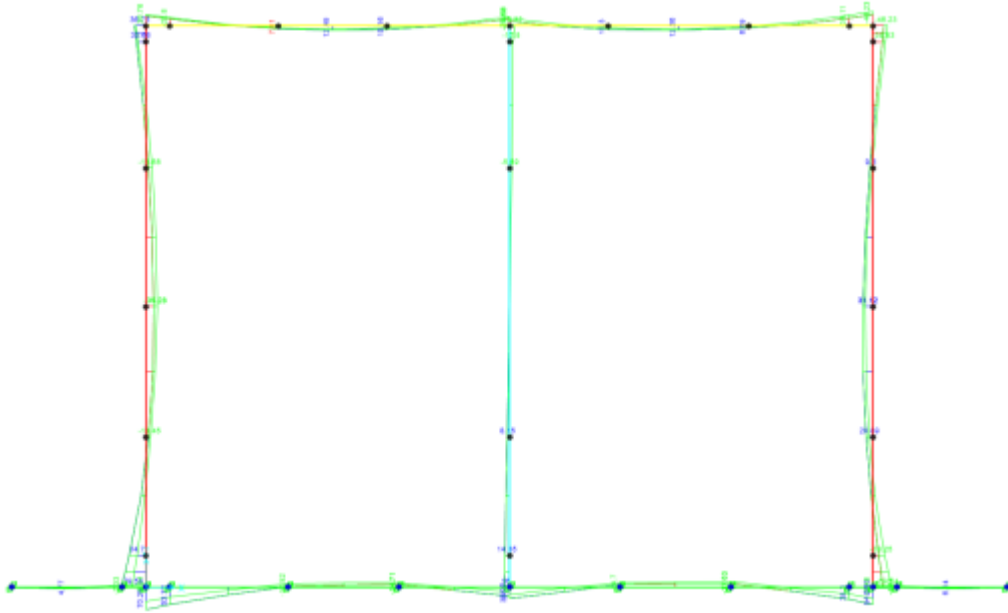
Soletta di fondazione Sollecitazione Joint		SLU-SLV	SLE R - SLD	SLE Freq	SLE QP
M (kNm)	Max	78.20 kNm	65.08 kNm	37.99 kNm	32.4 kNm
	Min	-44.48 kNm	-39.22 kNm	-14.30 kNm	-15.65 kNm
V (kN)	Max	87.30 kN			
	Min	-71.05 kN			
N (kN)	Max				
	Min				

PROGETTAZIONE ATI:

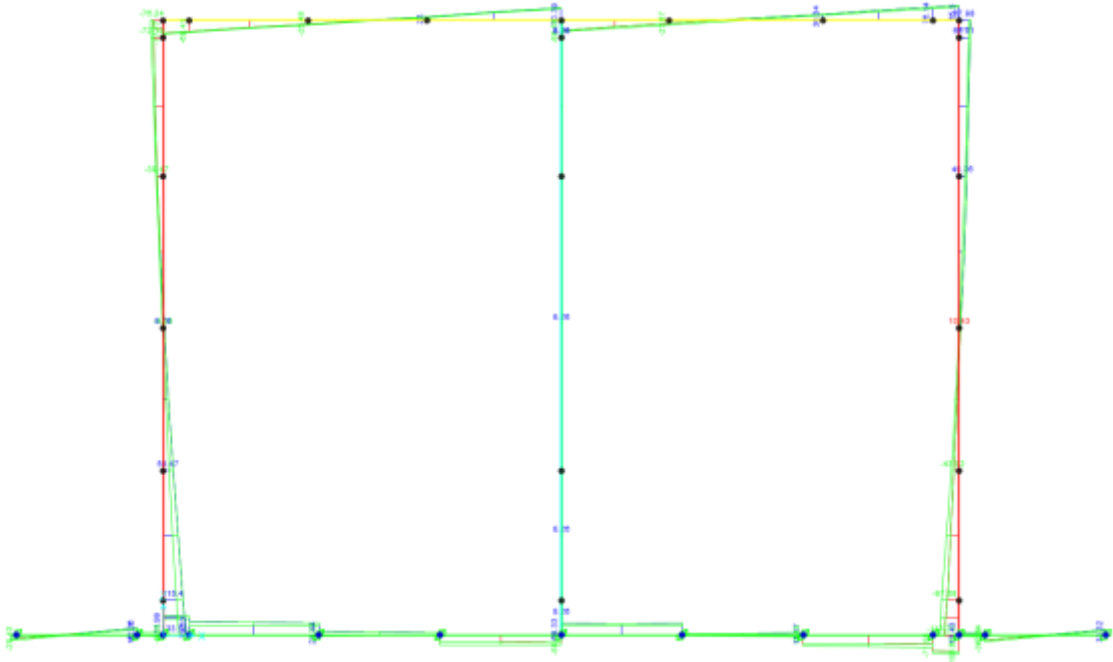
11 INVILUPPI COMBINAZIONI

11.1 SLU

- Momento flettente



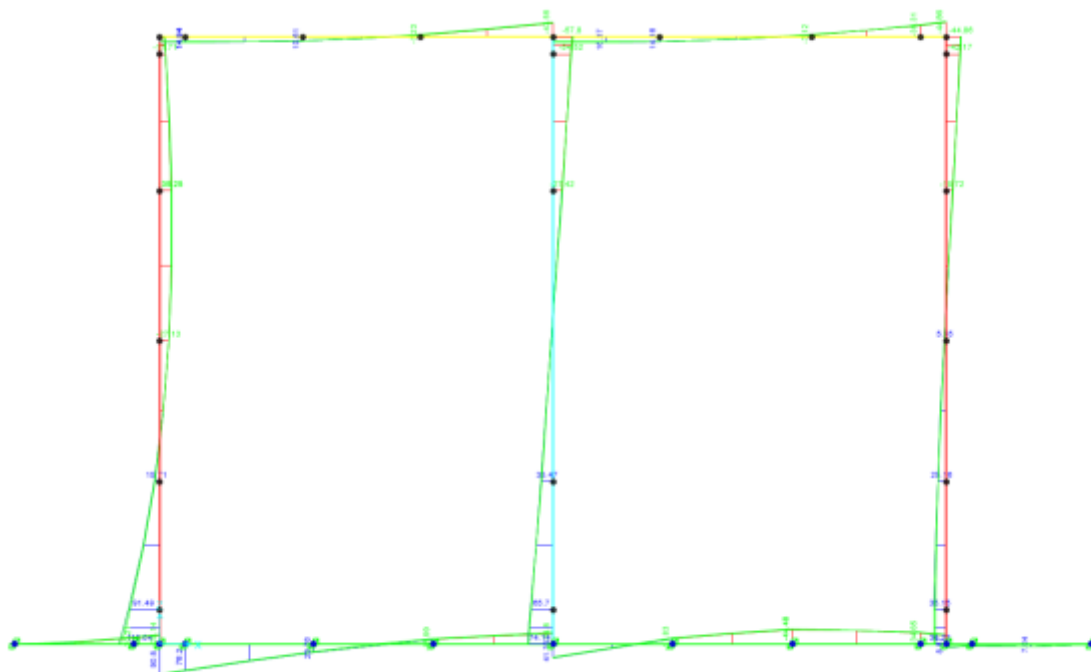
- Taglio



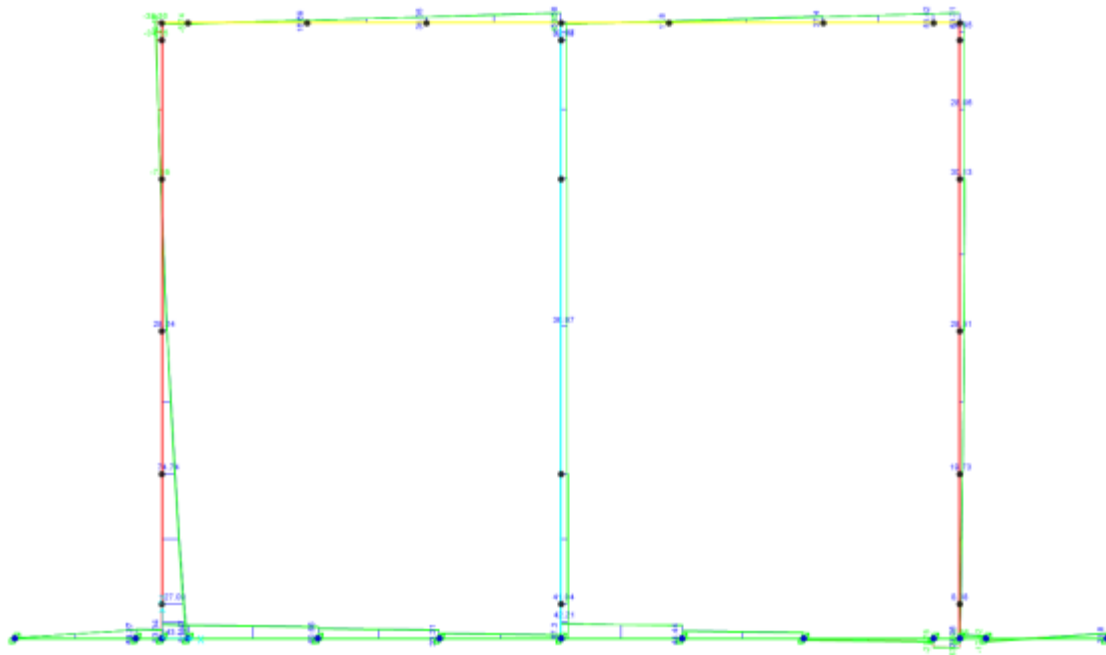
PROGETTAZIONE ATI:

11.2 SLV

- Momento flettente



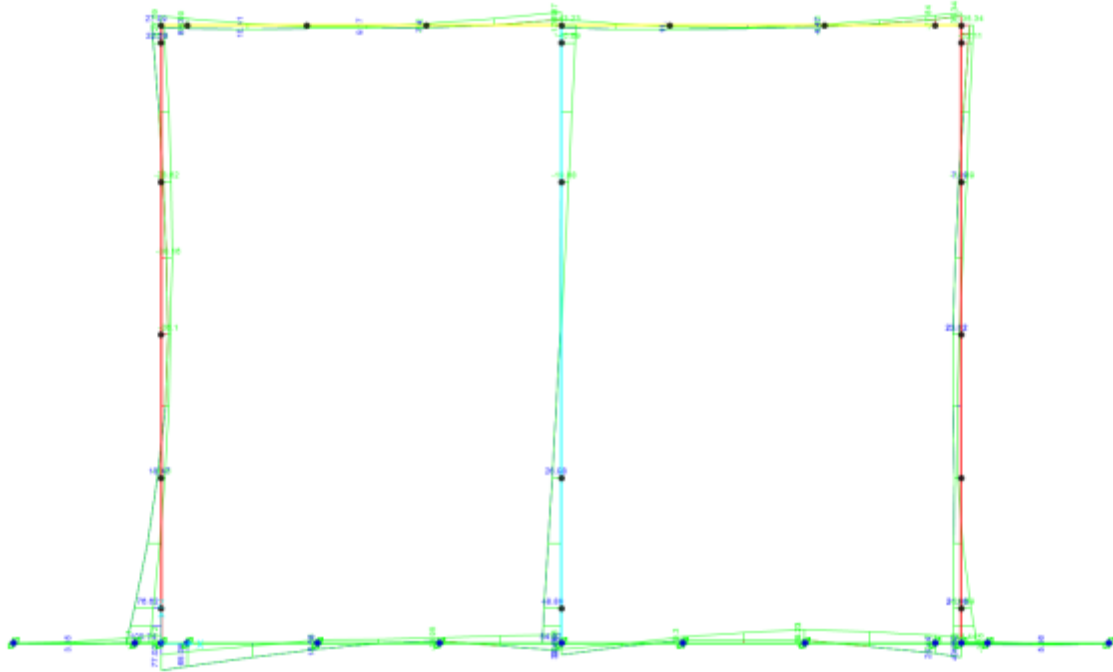
- Taglio



PROGETTAZIONE ATI:

11.3 SLE – RARA/SLD

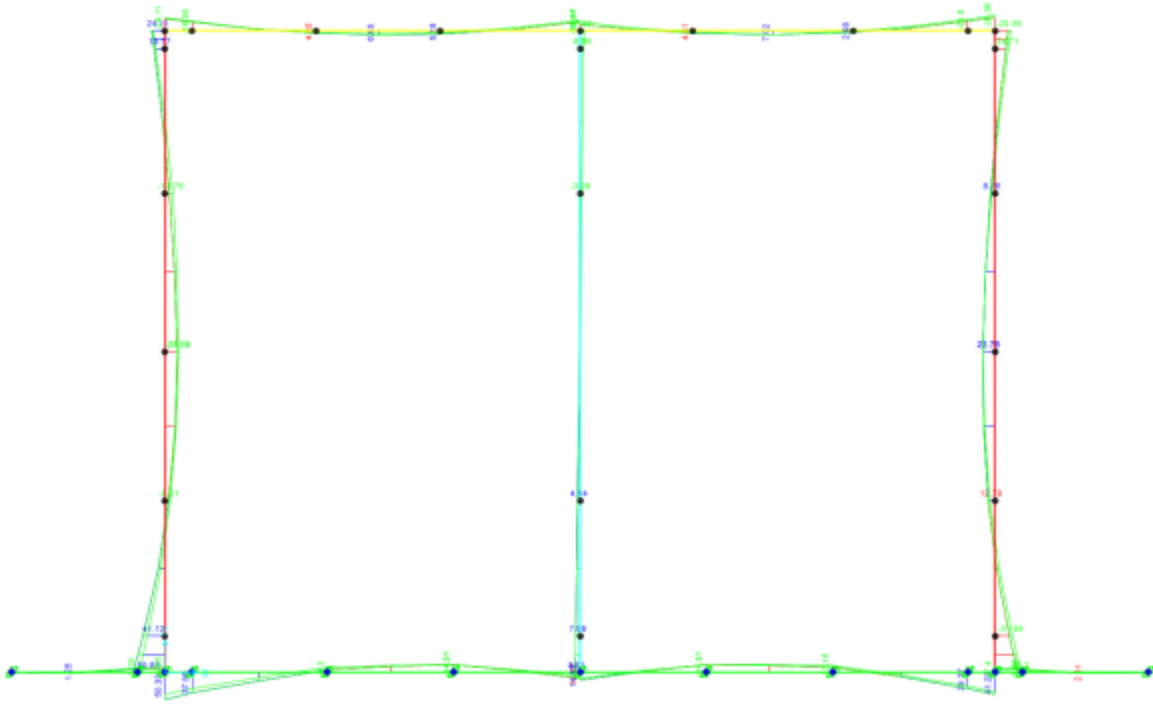
- Momento flettente



11.4 SLE - FREQUENTE

- Momento flettente

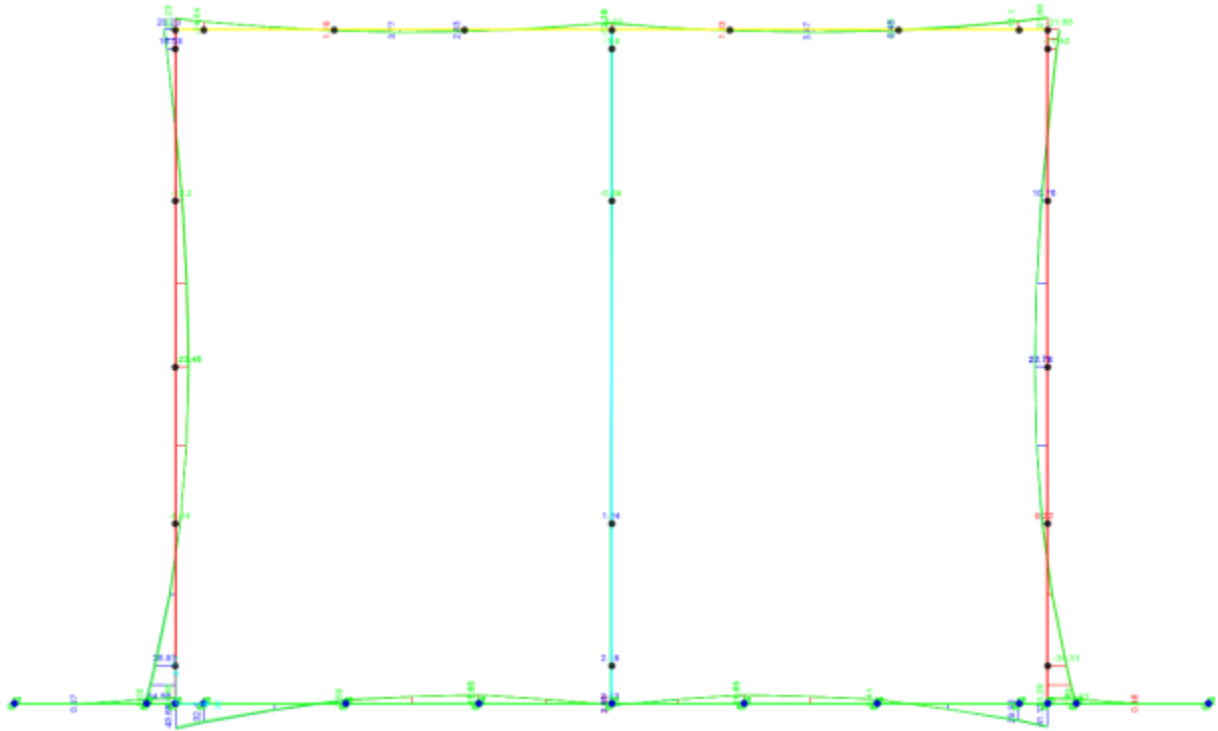
PROGETTAZIONE ATI:



11.5 SLE – QUASI PERMANENTI

- Momento flettente

PROGETTAZIONE ATI:



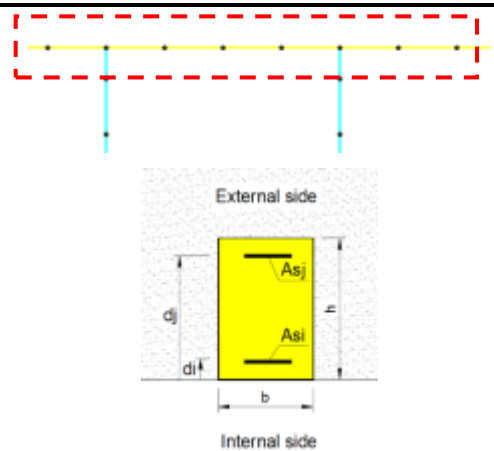
PROGETTAZIONE ATI:

12 VERIFICHE STRUTTURALI

Per ciascun elemento strutturale considerato di volta in volta (fondazione, solettone superiore ed elevazioni) vengono considerate diverse sezioni di verifica. Per ciascuna di esse viene specificato il quantitativo di armatura predisposto, sulla base del quale vengono condotte le verifiche strutturali riportate nei paragrafi seguenti. Di seguito si riassumono le caratteristiche geometriche (Larghezza della sezione B e altezza della sezione H) e le armature assunte per il dimensionamento dei principali elementi strutturali (numero, diametro e posizione delle barre previste per l'elemento di lunghezza unitaria).

- Soletta superiore

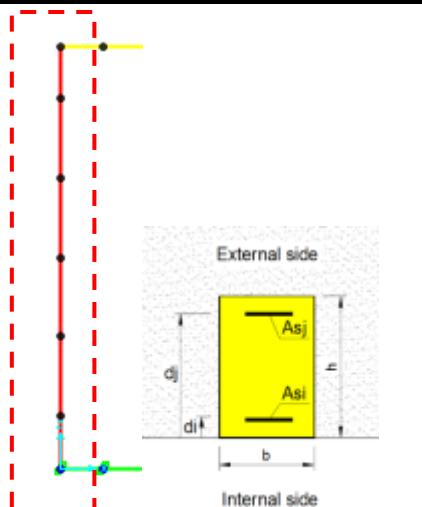
Soletta						
Sezione	Dimensioni		Armature			
	B (m)	H (m)	d_i (mm)	n_i	ϕ_i (mm)	A_{s_i} (mm ²)
Inviluppo	1.00	0.25	60	5	14	770
			Armatura a taglio (per 100 cm)			
			No arm. taglio			



PS: i valori di A_{s_i} e A_{s_j} sono uguali (A_{s_j} posto a $d_j = 190$ mm)

- Piedritto esterno

Piedritto						
Sezione	Dimensioni		Armature			
	B (m)	H (m)	d_i (mm)	n_i	ϕ_i (mm)	A_{s_i} (mm ²)
-	1.00	0.30	70	5	20	1571
			Armatura a taglio (per 100 cm)			
			$\phi 10/20 \times 20$ – br.5			

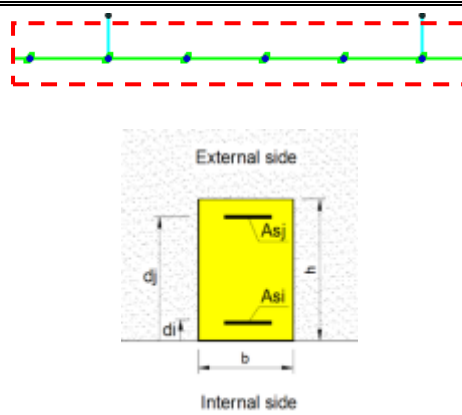


PS: i valori di A_{s_i} e A_{s_j} sono uguali (A_{s_j} posto a $d_j = 230$ mm)

PROGETTAZIONE ATI:

- Soletta di fondazione

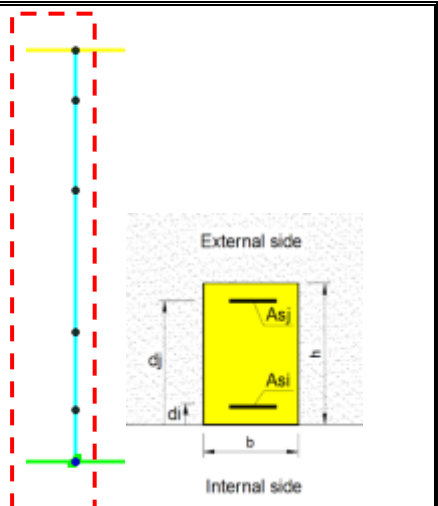
Fondazione						
Sezione	Dimensioni		Armature			
	B (m)	H (m)	d _i (mm)	n _i	ø _i (mm)	A _{si} (mm ²)
Inviluppo	1.00	0.40	70	6.66	14	1016
			Armatura a taglio (per 100 cm) Ø8/20x20 – br.5			



PS: i valori di A_{si} e A_{sj} sono uguali (A_{sj} posto a d_j = 330 mm)

- Muri interni

Muri interni						
Sezione	Dimensioni		Armature			
	B (m)	H (m)	d _i (mm)	n _i	ø _i (mm)	A _{si} (mm ²)
-	1.00	0.30	70	5	20	1571
			Armatura a taglio (per 100 cm) Ø8/20x20 – br.5			



PS: i valori di A_{si} e A_{sj} sono uguali (A_{sj} posto a d_j = 230 mm)

12.1 VERIFICHE STRUTTURALI – SOLETTA SUPERIORE

Saranno di seguito descritte le verifiche secondo la flessione, taglio per lo stato limite ultimo e fessurazione, limitazione delle tensioni e deformabilità per gli Stati limite d'esercizio.

12.1.1 SLU/SLV – VERIFICA A FLESSIONE

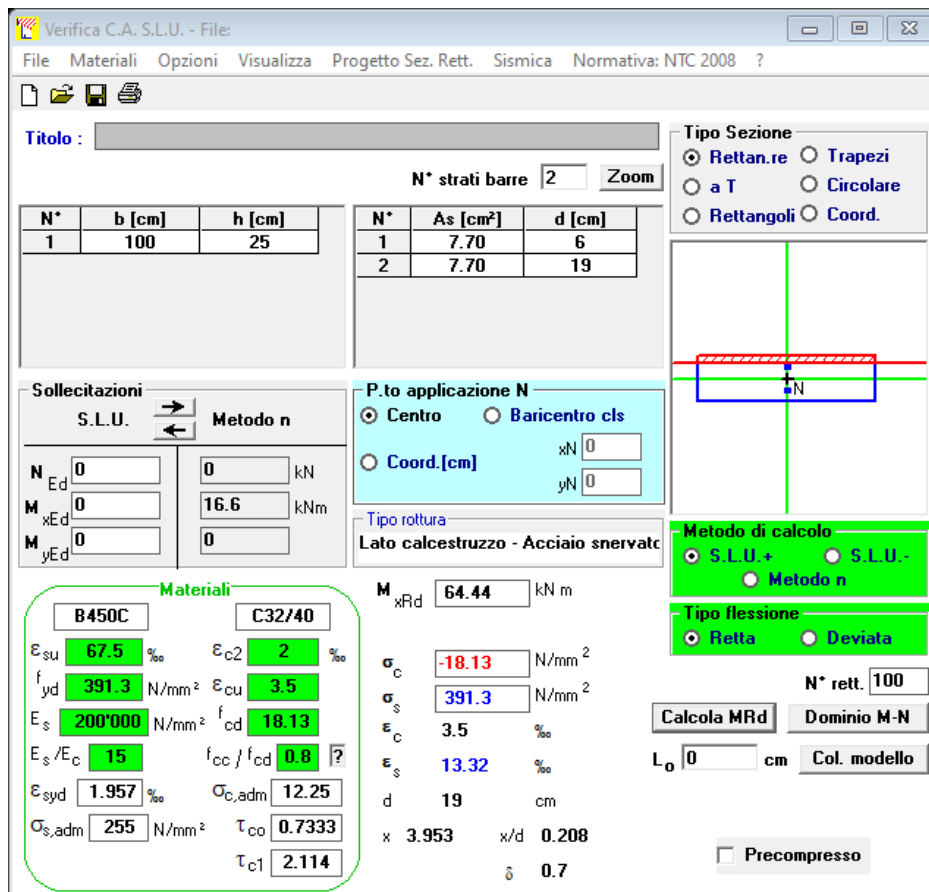
Nei risultati riassunti di seguito verranno considerati i set di sollecitazioni derivanti dalla massimizzazione/minimizzazione delle sollecitazioni interne flettenti (M_{y,max} e M_{y,min}) e per ciascuna di esse verranno calcolati i momenti resistenti (M_{Rd}) associati alle caratteristiche geometriche e meccaniche specificate per la sezione in esame.

PROGETTAZIONE ATI:

$$M_{Ed} = -43.55 \text{ kNm/m};$$

$$A_s = (5\phi 14)/m = 1016 \text{ mm}^2/m; A'_s = (5\phi 14)/m = 770 \text{ mm}^2$$

$$|M_{Rd}| = 64.44 \frac{\text{kNm}}{\text{m}} > |M_{Ed}| = 43.55 \text{ kNm/m}$$



Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

TITOLO : _____

N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	25	1	7.70	6
			2	7.70	19

Tipologia Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Diagramma

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{Ed} 16.6 kNm
M_{xEd} 0
M_{yEd} 0

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipologia rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C C32/40

E_{su} 67.5 ‰ E_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² E_{cu} 3.5 ‰
E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 18.13 ‰
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
E_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 12.25
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
τ_{cl} 2.114

M_{xRd} 64.44 kNm

σ_c -18.13 N/mm²
σ_s 391.3 N/mm²
ε_c 3.5 ‰
ε_s 13.32 ‰
d 19 cm
x 3.953 x/d 0.208
δ 0.7

Metodo di calcolo

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

Tipologia flessione

Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

12.1.2 SLU/SLV – VERIFICA A TAGLIO

$$|V_{Ed}| = 76.14 \text{ kN}; A_{sw} = \text{no arm. a taglio, spilli costruttivi } \phi 8 \text{ } 40 \times 40 \text{ cm}$$

$$|V_{Rd}| = 108.07 \text{ kN} > |V_{Ed}|$$

PROGETTAZIONE ATI:

VERIFICA A TAGLIO SECONDO D.M. 2018 ED EUROCODICE 2 (UNI EN 1992 1-1)			
Note e convenzioni			
N > 0 => trazione	Compilare le celle in azzurro		
Dati di input			
Rck		40 N/mm ²	
fck		31 N/mm ²	
Valore medio della resistenza a trazione	f _{ctm} =	3.0 N/mm ²	= 0.3 x fck ^(2/3)
Coefficiente sicurezza cls	γ _c =	1.5	Fattore di confidenza FC = 1
Coefficiente carichi lunga durata	α _{cc} =	0.85	
fcd=resistenza di calcolo del cls		17.68 N/mm ²	= α _{cc} x fck / γ _c
Resistenza caratteristica di snervamento acciaio	f _{yk} =	450 N/mm ²	
Coefficiente sicurezza acciaio	γ _s =	1.15	
Snervamento di calcolo acciaio	f _{yd} =	391 N/mm ²	= f _{yd} / γ _s
Forza di taglio di calcolo	V _{sd} =	76.1 kN	
Forza assiale di calcolo	N _{sd} =	0 kN	
Larghezza sezione	b _w =	100 cm	= 1000 mm
altezza della sezione	H =	25 cm	= 250 mm
Copriferro	c =	4 cm	
Diametro barre superiori	φ ₂ =	14 mm	(armatura compressa)
Diametro barre inferiori	φ ₁ =	14 mm	(armatura tesa)
Diametro staffe	φ _{st} =	8 mm	
Numero di barre superiori	N ₂ =	5	
Numero di barre inferiori	N ₁ =	5	
altezza utile della sezione	d =	19.5 cm	= 195 mm
Resistenza di calcolo dell'elemento senza armatura a taglio: Vrd1 (rif. cap. 4.1.2.1.3.1 del D.M. 2018)			
Vrd1 = {[0.18 x k x (100 x ρ ₁ x fck) ^(1/3) / γ _c] + 0.15 x σ _{cp} } x (b _w x d)			
con Vrd1 >= Vrd1min = (Vmin + 0.15 x σ _{cp}) x (b _w x d)			
K = 1 + (200 / d) ^{0.5} < 2.00	K =	2.00	
Vmin = 0.035 x K ^{1.5} x fck ^{0.5}	Vmin =	0.55 N/mm ²	
ρ ₁ = A _{s1} / (b _w d) ≤ 0.02			
A _{s1} = area delle armature di trazione che si estendono non meno di d + l _{bn} oltre la sezione considerata	A _{s1} =	7.70 cm ²	= 769.6902 mm ²
	ρ ₁ =	0.0039	
σ _{cp} = -N _{sd} / A _c ≤ 0.2 fcd	σ _{cp} =	0.00 N/mm ²	
	Vrd1 =	108 kN	
	Vrdmin =	108 kN	
	Vrd1 =	108.07 kN	OK - VERIFICA SODDISFATTA

12.1.3 SLE QUASI PERMANENTE – VERIFICA A FESSURAZIONE

Secondo quanto riportato al capitolo 4.1.2.2.5 della NTC, alle combinazioni caratteristiche le massime azioni interne non devono eccedere i seguenti valori:

- $\sigma_{c,max} \leq 0.45 fck = 14.40 MPa$

Titolo : _____

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	25	1	7.70	6
			2	7.70	19

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. **Metodo n**

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

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

Materiali

ϵ_{su}	67.5 ‰	ϵ_{c2}	2 ‰
f_{yd}	391.3 N/mm²	ϵ_{cu}	3.5 ‰
E_s	200000 N/mm²	f_{cd}	18.13 N/mm²
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0.8
ϵ_{syd}	1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	12.25 N/mm²
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	τ_{co}	0.7333
		τ_{c1}	2.114

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

Verifica N° iterazioni:

Precompresso

La verifica risulta soddisfatta poiché si hanno come tensioni di esercizio:

- $\sigma_{c,max} = 3.51 \leq 14.40 \text{ MPa}$;

La classe di esposizione considerata è la XC2, pertanto per la combinazione quasi permanente è imposto il seguente vincolo all'apertura delle fessure: $w_k \leq w_1 = 0,20 \text{ mm}$

Nel caso corrente si ha un'apertura uguale a:

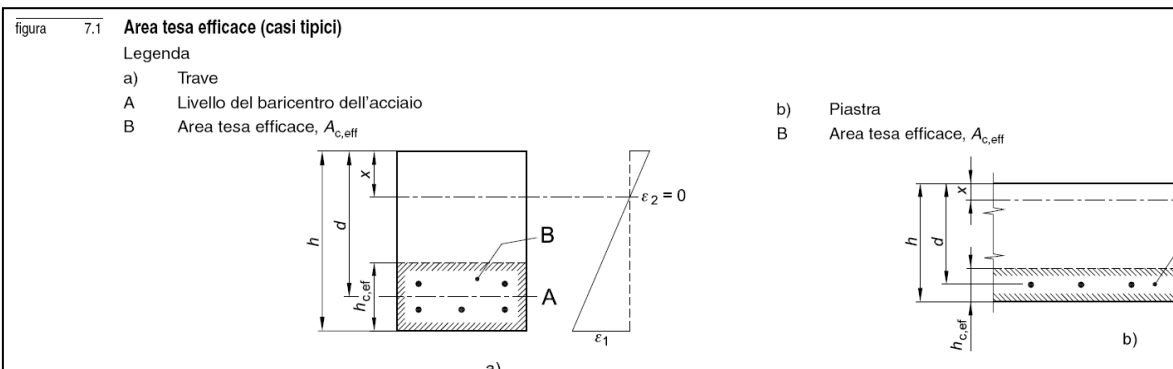
DETERMINAZIONE DELL'AMPIEZZA DELLE FESSURE

Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata
 Asse neutro della sezione

σ_s	125.1 [MPa]
X	56.33 [mm]

Tipo e durata dei carichi applicati
 Coefficiente di omogeneizzazione
 Area totale delle armature presenti nella zona tesa
 Area efficace tesa di calcestruzzo

	Lunga ▾
α_e	6.00 [-]
A_s	770 [mm ²]
$A_{c,eff.1}$	150000 [mm ²]
$A_{c,eff.2}$	64557 [mm ²]
$A_{c,eff.3}$	125000 [mm ²]
$A_{c,eff.min}$	64557 [mm ²]



Rapporto tra l'area di acciaio teso e quella di calcestruzzo teso
 Resistenza efficace media del calcestruzzo
 Fattore di durata del carico

$\rho_{p,eff}$	0.01192 [-]
$f_{ct,eff}$	3.0 [MPa]
k_f	0.4 [-]

Differenza tra la deformazione nell'acciaio e nel cls

$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{min}$	0.000375 [-]
$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{calc.}$	0.000082 [-]
$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]$	0.000375 [-]

Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)
 Diametro equivalente delle barre
 Spaziatura massima di riferimento
 Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione

s	200 [mm]
ϕ_{eq}	14.00 [mm]
$s_{max,rif}$	235 [mm]
k_1	0.800 [-]
k_2	0.500 [-]
k_3	3.400 [-]
k_4	0.425 [-]

Distanza massima tra le fessure

$s_{r,max.1}$	336 [mm]
$s_{r,max.2}$	252 [mm]
$s_{r,max}$	336 [mm]

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo pertinente

$w_{k,lim}$	0.20 [mm]
w_k	0.13 [mm]

Ampiezza delle fessure (di calcolo)

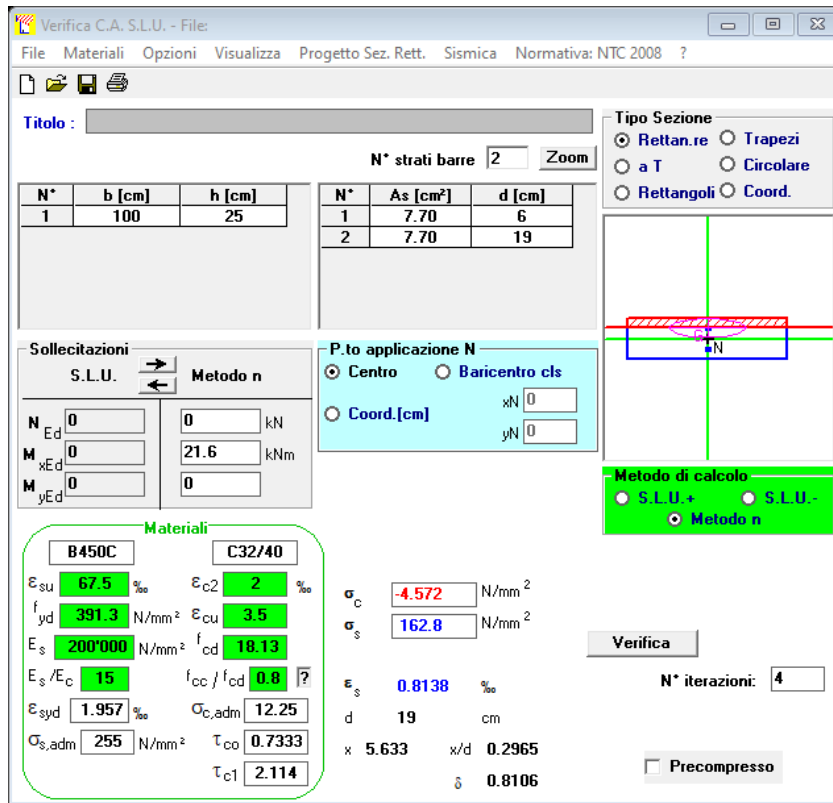
$$w_k = 0,13 \text{ mm} \leq w_1 = 0,20 \text{ mm}$$

Pertanto la verifica è soddisfatta.

12.1.4 SLE FREQUENTE – VERIFICA A FESSURAZIONE

Secondo quanto riportato al capitolo 4.1.2.2.5 della NTC, si riportano inizialmente le massime azioni interne secondo l'involuppo della SLE-Frequente:

PROGETTAZIONE ATI:



Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	25	1	7.70	6
			2	7.70	19

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

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

Materiali

B450C		C32/40	
E_{su}	67.5 ‰	E_{c2}	2 ‰
f_{yd}	391.3 N/mm²	E_{cu}	3.5 ‰
E_s	200'000 N/mm²	f_{cd}	18.13 ‰
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0.8
E_{syd}	1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	12.25
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	τ_{co}	0.7333
		τ_{c1}	2.114

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

σ_c -4.572 N/mm²
 σ_s 162.8 N/mm²
 ϵ_s 0.8138 ‰
d 19 cm
x 5.633 x/d 0.2965
 δ 0.8106

Verifica N° iterazioni:

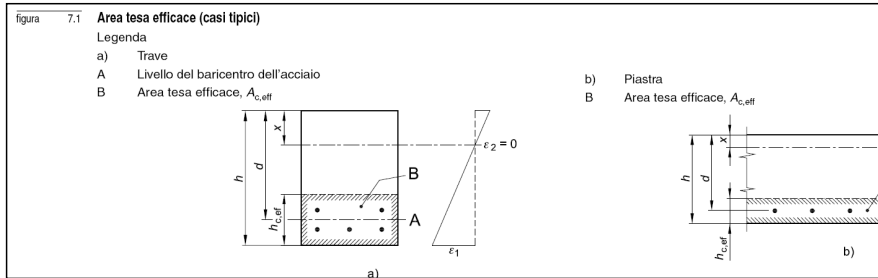
Precompresso

La classe di esposizione considerata è la XC2, pertanto per la combinazione frequente è imposto il seguente vincolo all'apertura delle fessure: $w_k \leq w_2 = 0,30 \text{ mm}$

Nel caso corrente si ha un'apertura uguale a:

DETERMINAZIONE DELL'AMPIEZZA DELLE FESSURE

Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	162.8 [MPa]
Asse neutro della sezione	x	56.33 [mm]
Tipo e durata dei carichi applicati		Lunga
Coefficiente di omogeneizzazione	α_e	6.00 [-]
Area totale delle armature presenti nella zona tesa	A_s	770 [mm ²]
Area efficace tesa di calcestruzzo	$A_{c,eff.1}$	150000 [mm ²]
	$A_{c,eff.2}$	64557 [mm ²]
	$A_{c,eff.3}$	125000 [mm ²]
	$A_{c,eff.min}$	64557 [mm ²]



Rapporto tra l'area di acciaio teso e quella di calcestruzzo teso	$\rho_{p,eff}$	0.01192 [-]
Resistenza efficace media del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.0 [MPa]
Fattore di durata del carico	k_t	0.4 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e nel cls	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{min}$	0.000488 [-]
	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{calc.}$	0.000270 [-]
	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]$	0.000488 [-]

Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)	s	200 [mm]
Diametro equivalente delle barre	ϕ_{eq}	14.00 [mm]
Spaziatura massima di riferimento	$s_{max,ref}$	235 [mm]
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione	k_1	0.800 [-]
	k_2	0.500 [-]
	k_3	3.400 [-]
	k_4	0.425 [-]

Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max.1}$	336 [mm]
	$s_{r,max.2}$	252 [mm]
	$s_{r,max}$	336 [mm]

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo pertinente	$w_{k,lim}$	0.30 [mm]
Ampiezza delle fessure (di calcolo)	w_k	0.16 [mm]

$$w_k = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$$

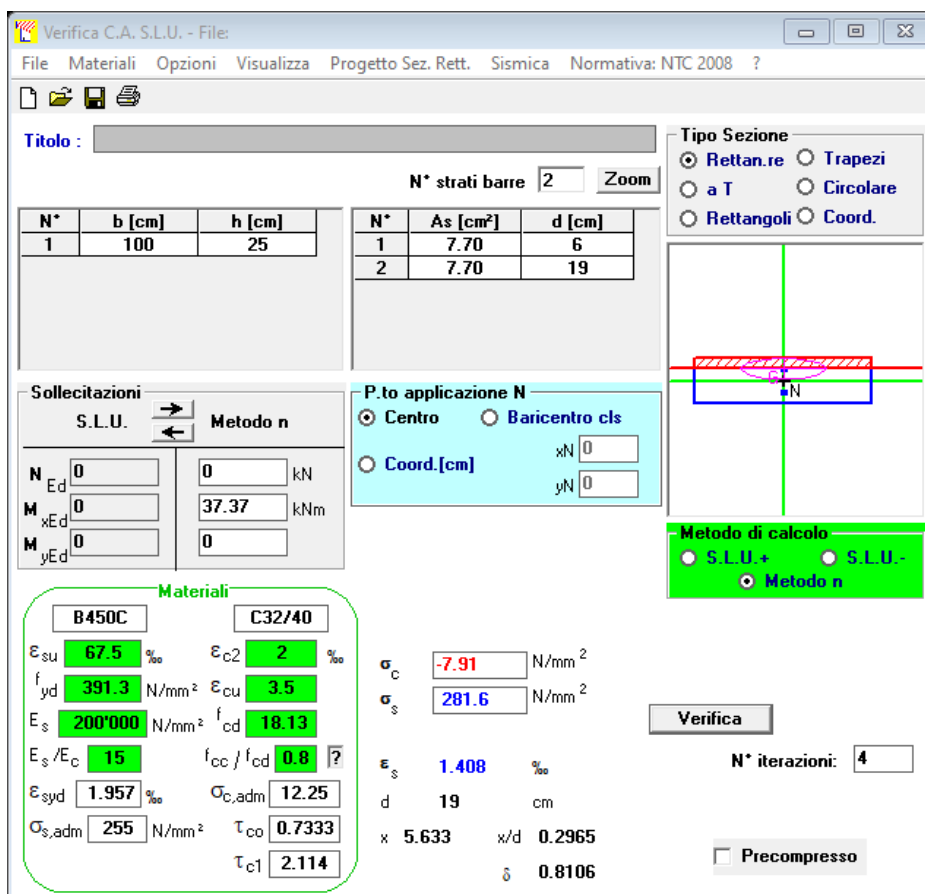
$$w_k = 0,16 \text{ mm} \leq w_2 = 0,30 \text{ mm}$$

Pertanto la verifica è soddisfatta.

12.1.5 SLE RARA – VERIFICA DELLE TENSIONI

Secondo quanto riportato al capitolo 4.1.2.2.5 della NTC, si riportano inizialmente le massime azioni interne secondo l'involuppo della SLEr-SLD, che non devono eccedere dei seguenti valori:

- $\sigma_{c,max} \leq 0.60 f_{ck} = 19,32 \text{ MPa}$
- $\sigma_{s,max} \leq 0.80 f_{yk} = 360 \text{ MPa}$



Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

TITOLO : _____

N° strati barre: Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	25

N°	As [cm²]	d [cm]
1	7.70	6
2	7.70	19

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

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

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

Materiali

B450C		C32/40	
ϵ_{su}	67.5 ‰	ϵ_{c2}	2 ‰
f_{yd}	391.3 N/mm²	ϵ_{cu}	3.5 ‰
E_s	200'000 N/mm²	f_{cd}	18.13
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0.8
ϵ_{syd}	1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	12.25
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	τ_{co}	0.7333
		τ_{c1}	2.114

σ_c -7.91 N/mm²
 σ_s 281.6 N/mm²

ϵ_s 1.408 ‰
 d 19 cm
 x 5.633 x/d 0.2965
 δ 0.8106

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

La verifica risulta soddisfatta poiché si hanno come tensioni di esercizio:

- $\sigma_{c,max} = 7.91 \leq 19,32 \text{ MPa}$;
- $\sigma_{s,max} = 281.60 \leq 360 \text{ MPa}$.

12.2 VERIFICHE STRUTTURALI – PIEDRITTO

Saranno di seguito descritte le verifiche secondo la flessione, taglio per lo stato limite ultimo e fessurazione, limitazione delle tensioni e deformabilità per gli Stati limite d'esercizio.

12.2.1 SLU/SLV – VERIFICA A FLESSIONE

Nei risultati riassunti di seguito verranno considerati i set di sollecitazioni derivanti dalla massimizzazione/minimizzazione delle sollecitazioni interne flettenti ($M_{y,max}$ e $M_{y,min}$) e per ciascuna di esse verranno calcolati i momenti resistenti (M_{Rd}) associati alle caratteristiche geometriche e meccaniche specificate per la sezione in esame.

$$M_{Ed} = 91.49 \text{ kNm/m} ; N_{Ed} = -30.28 \text{ kN/m}$$

$$A_s = (5\emptyset 20)/m = 1571 \text{ mm}^2/m ; A'_s = (5\emptyset 20)/m = 1571 \text{ mm}^2$$

PROGETTAZIONE ATI:

$$|M_{Rd}| = 140.00 \text{ kNm/m} > |M_{Ed}|$$

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	30	1	15.71	7
			2	15.71	23

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

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

Retta Deviata

cm

Precompresso

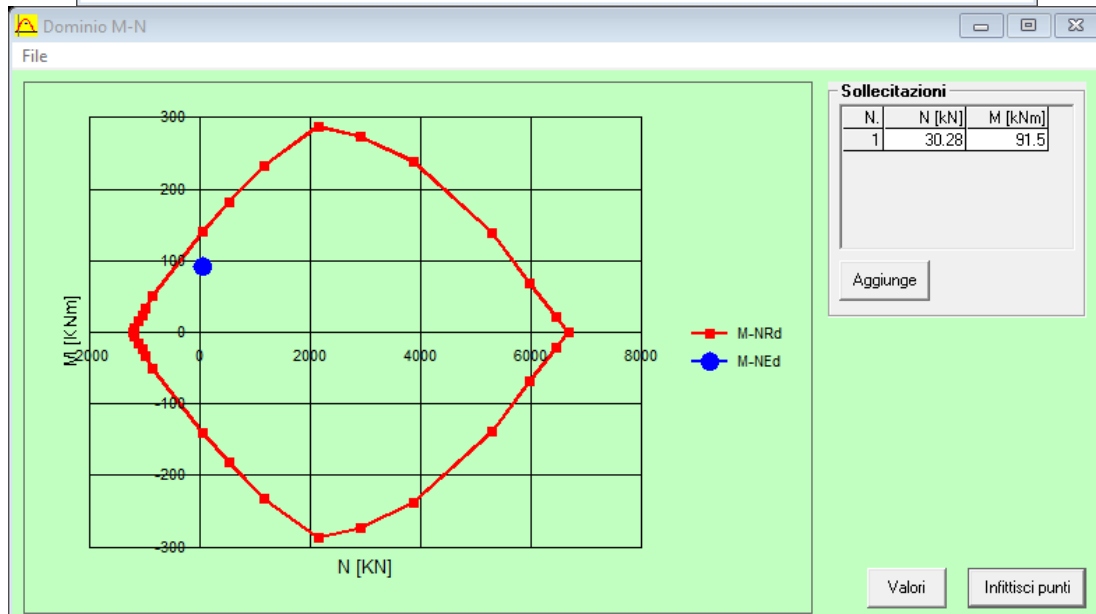
Materiali
 B450C C32/40
 ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 18.13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 [?]

σ_c -18.13 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 10.25 ‰
 d 23 cm
 x 5.856 x/d 0.2546
 δ 0.7583

M_{xRd} 140 kN m
 N_{Ed} 30.28 kN
 M_{xEd} 91.50 kNm
 M_{yEd} 0 kNm

kN kNm
 kNm kNm

N° rett.



12.2.2 SLU/SLV – VERIFICA A TAGLIO

$$|V_{Ed}| = 127.08 \text{ kN} ; A_{sw} = \text{spilli } \varnothing 10 / 20 \times 20 - 5 \text{ br.}$$

PROGETTAZIONE ATI:

$$|V_{Rd}| = 409.98 \text{ kN} > |V_{Ed}|$$

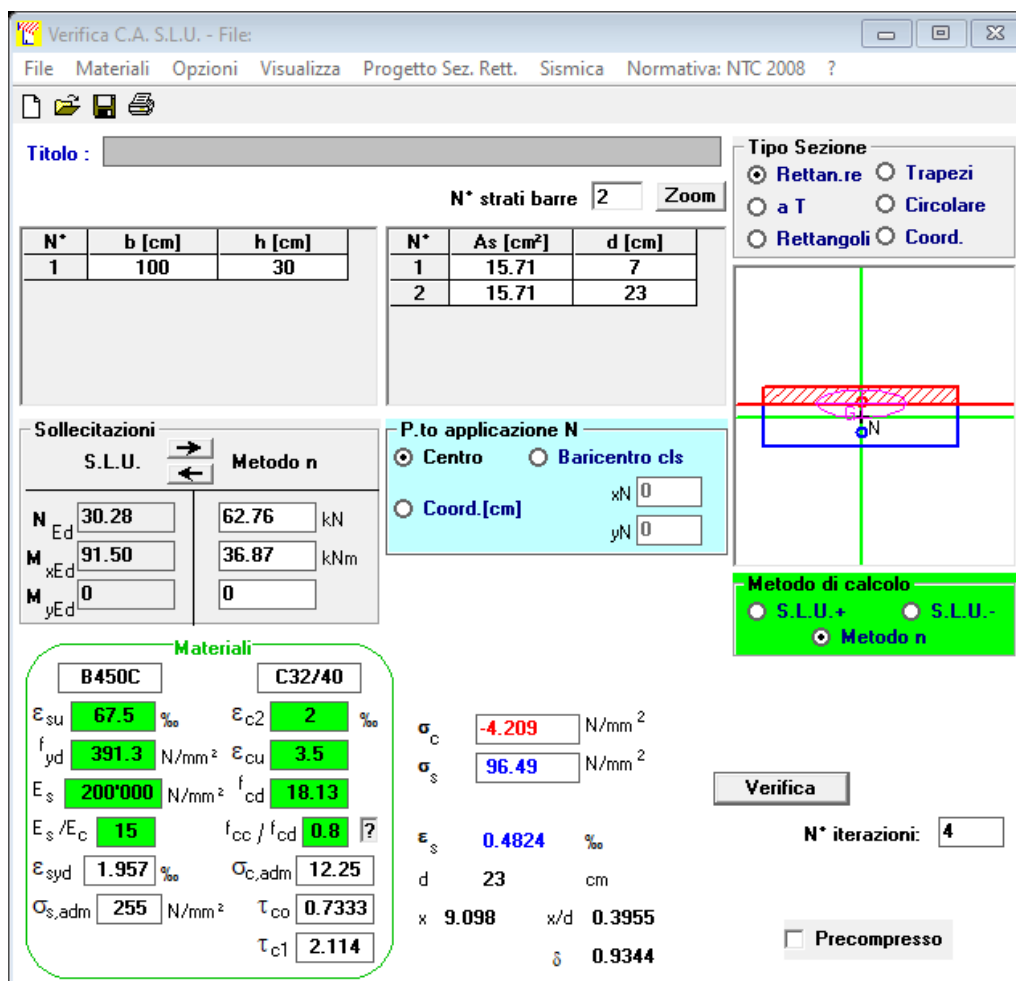
VERIFICA A TAGLIO SECONDO D.M. 2018 ED EUROCODICE 2 (UNI EN 1992 1-1)			
Note e convenzioni			
N > 0 => trazione	Compilare le celle in azzurro		
Dati di input			
Rck	40	N/mm ²	
fck	31	N/mm ²	
Valore medio della resistenza a trazione	$f_{ctm} = 3.0$	N/mm ²	= 0.3 x fck ^(2/3)
Coefficiente sicurezza cls	$\gamma_c = 1.5$		Fattore di confidenza FC = 1
Coefficiente carichi lunga durata	$\alpha_{cc} = 0.85$		
fcd=resistenza di calcolo del cls	17.68	N/mm ²	= $\alpha_{cc} \times f_{ctm} / \gamma_c$
Resistenza caratteristica di snervamento acciaio	$f_{yk} = 450$	N/mm ²	
Coefficiente sicurezza acciaio	$\gamma_s = 1.15$		
Snervamento di calcolo acciaio	$f_{yd} = 391$	N/mm ²	= f_{yk} / γ_s
Forza di taglio di calcolo	$V_{sd} = 127.0$	kN	
Forza assiale di calcolo	$N_{sd} = 0$	kN	
Larghezza sezione	$b_w = 100$	cm	= 1000 mm
altezza della sezione	$H = 30$	cm	= 300 mm
Copriferro	$c = 4$	cm	
Diametro barre superiori	$\phi_2 = 20$	mm	(armatura compressa)
Diametro barre inferiori	$\phi_1 = 20$	mm	(armatura tesa)
Diametro staffe	$\phi_{st} = 10$	mm	
Numero di barre superiori	$N_2 = 5$		
Numero di barre inferiori	$N_1 = 5$		
altezza utile della sezione	$d = 24$	cm	= 240 mm
Resistenza di calcolo dell'elemento con armatura a taglio (rif. cap. 4.1.2.1.3.2 del D.M. 2018)			
Verifica delle bielle compresse: V_{rcd}			
$V_{rcd} = [0.9 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cot\alpha + \cot\theta)] / [1 + (\cot\theta)^2]$			
Definizione del coefficiente maggiorativo α_c	$\sigma_{cp} < 0.00 \Rightarrow \alpha_c = 1$	1 membrature non compresse	
	$0.00 \leq \sigma_{cp} < 4.42 \Rightarrow \alpha_c = 1.00$	↓	
	$4.42 \leq \sigma_{cp} \leq 8.84 \Rightarrow \alpha_c = 1.25$		
	$8.84 < \sigma_{cp} < 17.68 \Rightarrow \alpha_c = 2.50$		
Essendo	$\sigma_{cp} = 0.00$	N/mm ²	si assume quindi $\alpha_c = 1$
Resistenza a compressione ridotta	$f_{cd} = 8.84$	N/mm ²	= 0.5 x fcd
Angolo di inclinazione dell'armatura a taglio	$\alpha = 90$	°	(45° per ferri piegati e 90° per staffe)
	$\alpha = 1.57$	rad	
Angolo di inclinazione dei puntoni compressi	$\theta = 45$	°	(compreso tra 21.8° e 45°)
	$\theta = 0.79$	rad	
V_{rcd} = 954.72 kN		OK - VERIFICA SODDISFATTA	
Verifica dell'armatura a taglio: V_{rsd}			
$V_{rsd} = 0.9 \times d \times (A_{sw} / s) \times f_{yd} \times (\cot\alpha + \cot\theta) \times \sin\alpha$			
Passo delle staffe	$s = 20$	cm	200 mm
Diametro staffe	$\phi_{st} = 10$	mm	
Braccia resistenti	$n = 5$		
Area armatura a taglio	$A_{sw} = 3.93$	cm ²	393 mm ²
Percentuale minima di armatura	$\rho_{w,min} = 0.0010$		= 0.08 x (Fck ^{0.5}) / Fyk
Area minima di armatura a taglio	$A_{w,min} = 198.60$	mm ²	= $\rho_{w,min} \times s \times B_w \times \sin\alpha$ (EC2-Par.9.2.2)
V_{rsd} = 165.96 kN		OK - VERIFICA SODDISFATTA	

12.2.3 SLE QUASI PERMANENTE – VERIFICA A FESSURAZIONE

Secondo quanto riportato al capitolo 4.1.2.2.5 della NTC, alle combinazioni caratteristiche le massime azioni interne non devono eccedere i seguenti valori:

PROGETTAZIONE ATI:

- $\sigma_{c,max} \leq 0.45 f_{ck} = 14.40 \text{ MPa}$



Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

TITOLO : _____

N° strati barre: Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	30	1	15.71	7
			2	15.71	23

Tipologia Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="30.28"/>	<input type="text" value="62.76"/>	kN
M _{xEd}	<input type="text" value="91.50"/>	<input type="text" value="36.87"/>	kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	

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

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

Materiali
 B450C C32/40

ϵ_{su}	<input type="text" value="67.5"/>	%	ϵ_{c2}	<input type="text" value="2"/>	%
f_{yd}	<input type="text" value="391.3"/>	N/mm²	ϵ_{cu}	<input type="text" value="3.5"/>	%
E_s	<input type="text" value="200'000"/>	N/mm²	f_{cd}	<input type="text" value="18.13"/>	
E_s/E_c	<input type="text" value="15"/>		f_{cc}/f_{cd}	<input type="text" value="0.8"/>	?
ϵ_{syd}	<input type="text" value="1.957"/>	%	$\sigma_{c,adm}$	<input type="text" value="12.25"/>	
$\sigma_{s,adm}$	<input type="text" value="255"/>	N/mm²	τ_{co}	<input type="text" value="0.7333"/>	
			τ_{c1}	<input type="text" value="2.114"/>	

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

Verifica N° iterazioni:

Precompresso

La verifica risulta soddisfatta poiché si hanno come tensioni di esercizio:

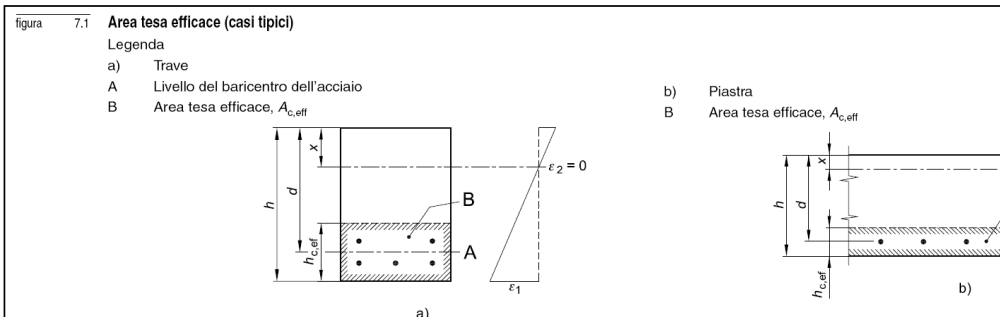
- $\sigma_{c,max} = 4.20 \leq 14.40 \text{ MPa}$;

La classe di esposizione considerata è la XC2, pertanto per la combinazione quasi permanente è imposto il seguente vincolo all'apertura delle fessure: $w_k \leq w_2 = 0,30 \text{ mm}$

Nel caso corrente si ha un'apertura uguale a:

DETERMINAZIONE DELL'AMPIEZZA DELLE FESSURE

Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	96.49 [MPa]
Asse neutro della sezione	x	90.98 [mm]
Tipo e durata dei carichi applicati		Lunga
Coefficiente di omogeneizzazione	α_e	6.00 [-]
Area totale delle armature presenti nella zona tesa	A_s	1571 [mm ²]
Area efficace tesa di calcestruzzo	$A_{c,eff.1}$	182500 [mm ²]
	$A_{c,eff.2}$	69673 [mm ²]
	$A_{c,eff.3}$	150000 [mm ²]
	$A_{c,eff.min}$	69673 [mm ²]



Rapporto tra l'area di acciaio teso e quella di calcestruzzo teso	$\rho_{p,eff}$	0.02255 [-]
Resistenza efficace media del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.0 [MPa]
Fattore di durata del carico	k_t	0.4 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e nel cls	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{min}$	0.000289 [-]
	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{calc.}$	0.000178 [-]
	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]$	0.000289 [-]

Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)	s	200 [mm]
Diametro equivalente delle barre	ϕ_{eq}	20.00 [mm]
Spaziatura massima di riferimento	$s_{max,rif}$	250 [mm]
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione	k_1	0.800 [-]
	k_2	0.500 [-]
	k_3	3.400 [-]
	k_4	0.425 [-]

Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max.1}$	287 [mm]
	$s_{r,max.2}$	272 [mm]
	$s_{r,max}$	287 [mm]

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo pertinente	$w_{k,lim}$	0.20 [mm]
Ampiezza delle fessure (di calcolo)	w_k	0.08 [mm]

$$w_k = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$$

$$w_k = 0,08 \text{ mm} \leq w_1 = 0,20 \text{ mm}$$

Pertanto la verifica è soddisfatta.

12.2.4 SLE FREQUENTE – VERIFICA A FESSURAZIONE

Secondo quanto riportato al capitolo 4.1.2.2.5 della NTC, si riportano inizialmente le massime azioni interne secondo l'involuppo della SLE-Frequente:

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: _____

N° strati barre: Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	30	1	15.71	7
			2	15.71	23

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="30.28"/>	<input type="text" value="73.74"/>	kN
M _{xEd}	<input type="text" value="91.50"/>	<input type="text" value="41.12"/>	kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	

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

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

Materiali

B450C	C32/40
ε _{su} <input type="text" value="67.5"/> ‰	ε _{c2} <input type="text" value="2"/> ‰
f _{yd} <input type="text" value="391.3"/> N/mm²	ε _{cu} <input type="text" value="3.5"/> ‰
E _s <input type="text" value="200000"/> N/mm²	f _{cd} <input type="text" value="18.13"/> ‰
E _s /E _c <input type="text" value="15"/>	f _{cc} /f _{cd} <input type="text" value="0.8"/> ‰
ε _{syd} <input type="text" value="1.957"/> ‰	σ _{c,adm} <input type="text" value="12.25"/>
σ _{s,adm} <input type="text" value="255"/> N/mm²	τ _{co} <input type="text" value="0.7333"/>
	τ _{c1} <input type="text" value="2.114"/>

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

Verifica

N° iterazioni:

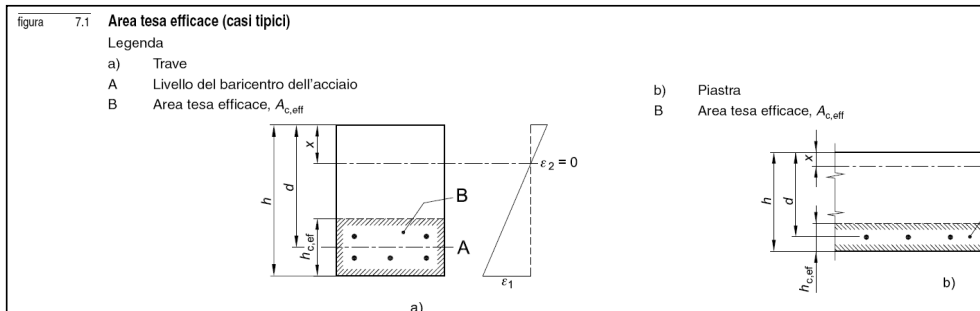
Precompresso

La classe di esposizione considerata è la XC2, pertanto per la combinazione frequente è imposto il seguente vincolo all'apertura delle fessure: $w_k \leq w_2 = 0,30 \text{ mm}$

Nel caso corrente si ha un'apertura uguale a:

DETERMINAZIONE DELL'AMPIEZZA DELLE FESSURE

Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	106.4 [MPa]
Asse neutro della sezione	X	91.57 [mm]
Tipo e durata dei carichi applicati		Breve
Coefficiente di omogeneizzazione	α_e	6.00 [-]
Area totale delle armature presenti nella zona tesa	A_s	1571 [mm ²]
Area efficace tesa di calcestruzzo	$A_{c,eff.1}$	182500 [mm ²]
	$A_{c,eff.2}$	69477 [mm ²]
	$A_{c,eff.3}$	150000 [mm ²]
	$A_{c,eff.min}$	69477 [mm ²]



Rapporto tra l'area di acciaio teso e quella di calcestruzzo teso	$\rho_{p,eff}$	0.02261 [-]
Resistenza efficace media del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.0 [MPa]
Fattore di durata del carico	k_t	0.6 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e nel cls	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{min}$	0.000319 [-]
	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{calc.}$	0.000076 [-]
	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]$	0.000319 [-]

Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)	s	200 [mm]
Diametro equivalente delle barre	ϕ_{eq}	20.00 [mm]
Spaziatura massima di riferimento	$s_{max,rif}$	250 [mm]
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione	k_1	0.800 [-]
	k_2	0.500 [-]
	k_3	3.400 [-]
	k_4	0.425 [-]

Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max.1}$	286 [mm]
	$s_{r,max.2}$	271 [mm]
	$s_{r,max}$	286 [mm]

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo pertinente	$w_{k,lim}$	0.30 [mm]
Ampiezza delle fessure (di calcolo)	w_k	0.09 [mm]

$$w_k = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$$

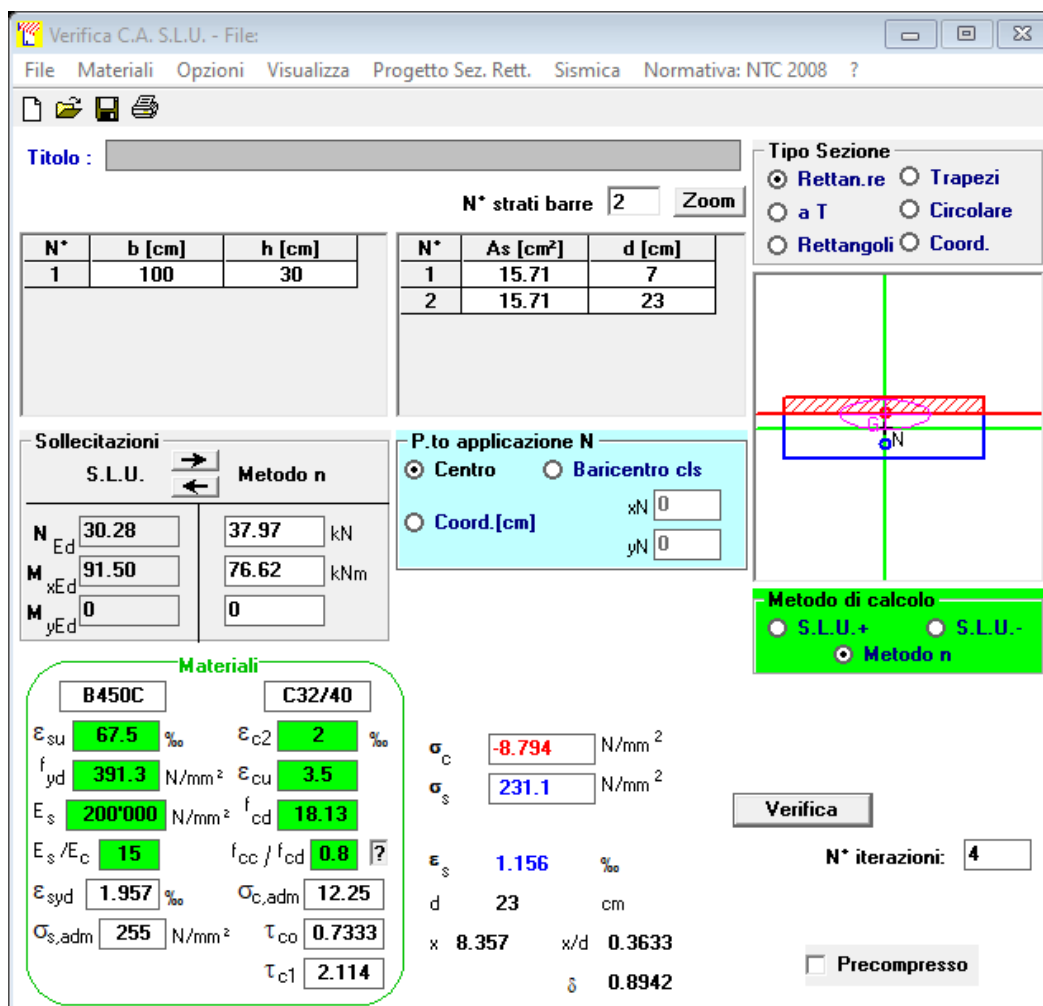
$$w_k = 0,09 \text{ mm} \leq w_2 = 0,30 \text{ mm}$$

Pertanto la verifica è soddisfatta.

12.2.5 SLE RARA – VERIFICA DELLE TENSIONI

Secondo quanto riportato al capitolo 4.1.2.2.5 della NTC, si riportano inizialmente le massime azioni interne secondo l'involuppo della SLEr-SLD, che non devono eccedere dei seguenti valori:

- $\sigma_{c,max} \leq 0.60 f_{ck} = 19,32 \text{ MPa}$
- $\sigma_{s,max} \leq 0.80 f_{yk} = 360 \text{ MPa}$



Verifica C.A. S.L.U. - File:

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	7
2	15.71	23

Tipologia Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Diagramma:

Carichi (S.L.U.):
 Metodo n
 N_{Ed} 30.28 37.97 kN
 M_{xEd} 91.50 76.62 kNm
 M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N:
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Materiali:
 B450C C32/40
 ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 18.13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 12.25
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
 τ_{c1} 2.114

Stati Limite Ultimi (S.L.U.):
 σ_c -8.794 N/mm²
 σ_s 231.1 N/mm²
 ε_s 1.156 ‰
 d 23 cm
 x 8.357 x/d 0.3633
 δ 0.8942

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

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

La verifica risulta soddisfatta poiché si hanno come tensioni di esercizio:

- $\sigma_{c,max} = 8.79 \leq 19,32 \text{ MPa}$;
- $\sigma_{s,max} = 231.10 \leq 360 \text{ MPa}$.

12.3 VERIFICHE STRUTTURALI – FONDAZIONE

Saranno di seguito descritte le verifiche secondo la flessione, taglio per lo stato limite ultimo e fessurazione, limitazione delle tensioni e deformabilità per gli Stati limite d'esercizio.

12.3.1 SLU/SLV – VERIFICA A FLESSIONE

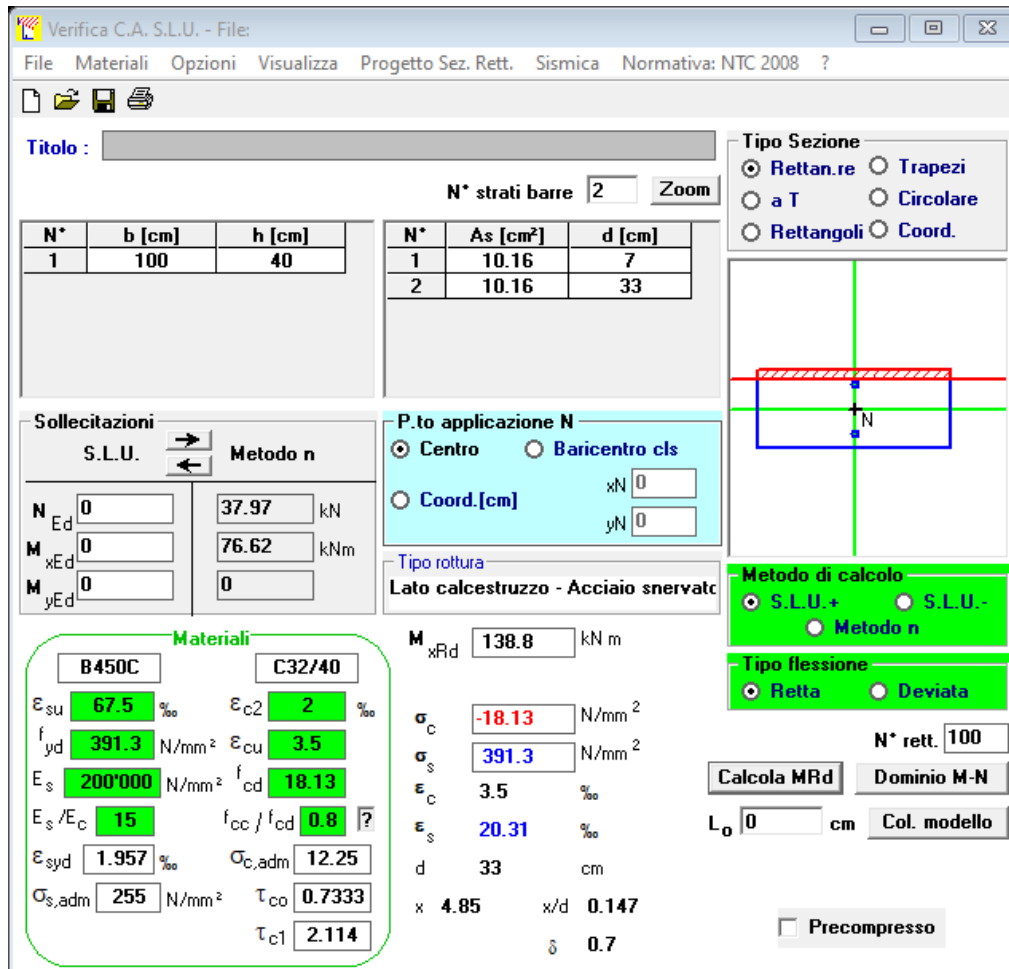
Nei risultati riassunti di seguito verranno considerati i set di sollecitazioni derivanti dalla massimizzazione/minimizzazione delle sollecitazioni interne flettenti ($M_{y,max}$ e $M_{y,min}$) e per ciascuna

di esse verranno calcolati i momenti resistenti (M_{Rd}) associati alle caratteristiche geometriche e meccaniche specificate per la sezione in esame.

$$M_{Ed} = 78.20 \text{ kNm/m} ;$$

$$A_s = (6\phi 14)/m = 1016 \text{ mm}^2/m ; A'_s = (6\phi 14)/m = 1016 \text{ mm}^2$$

$$|M_{Rd}| = 138.8 \frac{\text{kNm}}{\text{m}} > |M_{Ed}| = 78.20 \text{ kNm/m}$$



Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	40

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10.16	7
2	10.16	33

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 37.97 kN
 M_{xEd} 0 76.62 kNm
 M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
 B450C C32/40
 ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 18.13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 12.25
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
 τ_{c1} 2.114

M_{xRd} 138.8 kN m
 σ_c -18.13 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ε_c 3.5 ‰
 ε_s 20.31 ‰
 d 33 cm
 x 4.85 x/d 0.147
 δ 0.7

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀ 0 cm Col. modello
 Precompresso

12.3.2 SLU/SLV – VERIFICA A TAGLIO

$$|V_{Ed}| = 87.30 \text{ kN} ; A_{sw} = \text{spilli } \phi 8 / 20 \times 20 - 5 \text{ br.}$$

$$|V_{Rd}| = 152.68 \text{ kN} > |V_{Ed}|$$

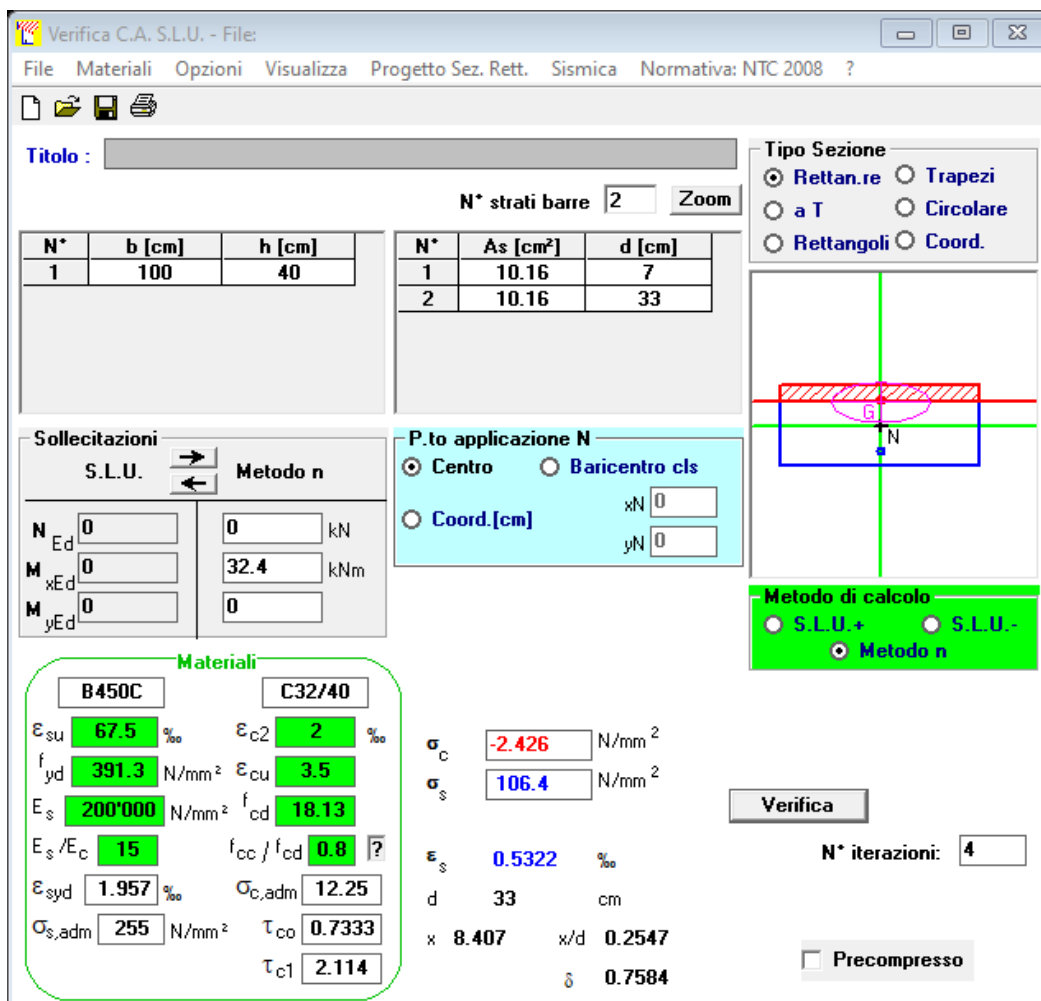
VERIFICA A TAGLIO SECONDO D.M. 2018 ED EUROCODICE 2 (UNI EN 1992 1-1)			
Note e convenzioni			
N > 0 => trazione	Compilare le celle in azzurro		
Dati di input			
Rck	40	N/mm ²	
fck	31	N/mm ²	
Valore medio della resistenza a trazione	$f_{ctm} = 3.0$	N/mm ²	= 0.3 x fck ^(2/3)
Coefficiente sicurezza cls	$\gamma_c = 1.5$		Fattore di confidenza FC = 1
Coefficiente carichi lunga durata	$\alpha_{cc} = 0.85$		
fcd=resistenza di calcolo del cls	$f_{cd} = 17.68$	N/mm ²	= $\alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c$
Resistenza caratteristica di snervamento acciaio	$f_{yk} = 450$	N/mm ²	
Coefficiente sicurezza acciaio	$\gamma_s = 1.15$		
Snervamento di calcolo acciaio	$f_{yd} = 391$	N/mm ²	= f_{yd} / γ_s
Forza di taglio di calcolo	$V_{sd} = 87.3$	kN	
Forza assiale di calcolo	$N_{sd} = 0$	kN	
Larghezza sezione	$b_w = 100$	cm	= 1000 mm
altezza della sezione	$H = 40$	cm	= 400 mm
Copriferro	$c = 4$	cm	
Diametro barre superiori	$\phi_2 = 14$	mm	(armatura compressa)
Diametro barre inferiori	$\phi_1 = 14$	mm	(armatura tesa)
Diametro staffe	$\phi_{st} = 8$	mm	
Numero di barre superiori	$N_2 = 6$		
Numero di barre inferiori	$N_1 = 6$		
altezza utile della sezione	$d = 34.5$	cm	= 345 mm
Resistenza di calcolo dell'elemento con armatura a taglio (rif. cap. 4.1.2.1.3.2 del D.M. 2018)			
Verifica delle bielle compresse: Vrcd			
$V_{rcd} = [0.9 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cot\alpha + \cot\theta)] / [1 + (\cot\theta)^2]$			
Definizione del coefficiente maggiorativo α_c	$\sigma_{cp} < 0.00$	=>	$\alpha_c = 1$ membrature non compresse
	$0.00 \leq \sigma_{cp} < 4.42$	=>	$\alpha_c = 1.00$
	$4.42 \leq \sigma_{cp} \leq 8.84$	=>	$\alpha_c = 1.25$
	$8.84 < \sigma_{cp} < 17.68$	=>	$\alpha_c = 2.50$ membrature fortemente compresse
Essendo	$\sigma_{cp} = 0.00$	N/mm ²	si assume quindi $\alpha_c = 1$
Resistenza a compressione ridotta	$f_{cd} = 8.84$	N/mm ²	= 0.5 x fcd
Angolo di inclinazione dell'armatura a taglio	$\alpha = 90$	°	(45° per ferri piegati e 90° per staffe)
	$\alpha = 1.57$	rad	
Angolo di inclinazione dei puntoni compressi	$\theta = 45$	°	(compreso tra 21.8° e 45°)
	$\theta = 0.79$	rad	
Vrcd = 1372.41 kN		OK - VERIFICA SODDISFATTA	
Verifica dell'armatura a taglio: Vrsd			
$V_{rsd} = 0.9 \times d \times (A_{sw} / s) \times f_{yd} \times (\cot\alpha + \cot\theta) \times \sin\alpha$			
Passo delle staffe	$s = 20$	cm	200 mm
Diametro staffe	$\phi_{st} = 8$	mm	
Braccia resistenti	$n = 5$		
Area armatura a taglio	$A_{sw} = 2.51$	cm ²	251 mm ²
Percentuale minima di armatura	$\rho_{w,min} = 0.0010$	mm	= 0.08 x (Fck ^{0.5}) / Fyk
Area minima di armatura a taglio	$A_{w,min} = 198.60$	mm ²	= $\rho_{w,min} \times s \times B_w \times \sin\alpha$ (EC2-Par.9.2.2)
Vrsd = 152.68 kN		OK - VERIFICA SODDISFATTA	

12.3.3 SLE QUASI PERMANENTE – VERIFICA A FESSURAZIONE

Secondo quanto riportato al capitolo 4.1.2.2.5 della NTC, alle combinazioni caratteristiche le massime azioni interne non devono eccedere i seguenti valori:

PROGETTAZIONE ATI:

- $\sigma_{c,max} \leq 0.45 f_{ck} = 14.40 \text{ MPa}$



Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	40

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10.16	7
2	10.16	33

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 0 kN
 M_{xEd} 0 32.4 kNm
 M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

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

Materiali
 B450C C32/40
 ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 18.13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 ?
 ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 12.25
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
 τ_{c1} 2.114

σ_c -2.426 N/mm²
 σ_s 106.4 N/mm²
 ε_s 0.5322 ‰
 d 33 cm
 x 8.407 x/d 0.2547
 δ 0.7584

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

La verifica risulta soddisfatta poiché si hanno come tensioni di esercizio:

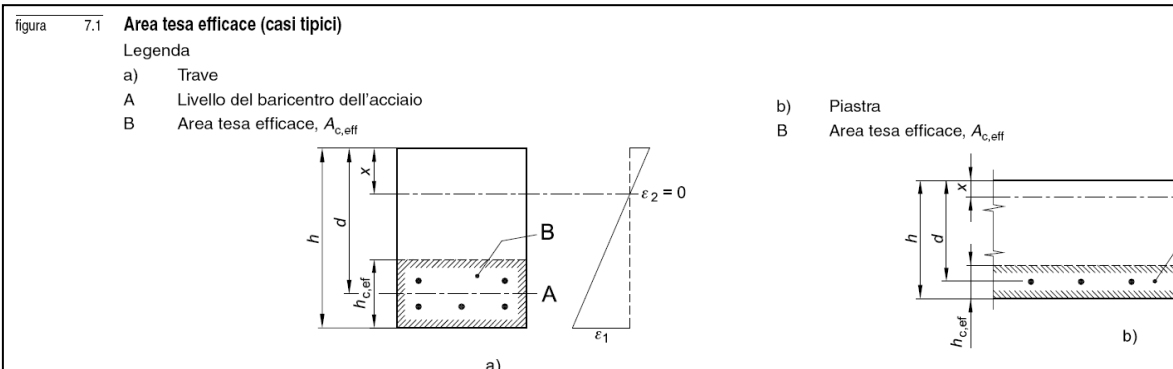
- $\sigma_{c,max} = 2.46 \leq 14.40 \text{ MPa}$;

La classe di esposizione considerata è la XC2, pertanto per la combinazione quasi permanente è imposto il seguente vincolo all'apertura delle fessure: $w_k \leq w_1 = 0,20 \text{ mm}$

Nel caso corrente si ha un'apertura uguale a:

DETERMINAZIONE DELL'AMPIEZZA DELLE FESSURE

Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	106.4 [MPa]
Asse neutro della sezione	X	84.07 [mm]
Tipo e durata dei carichi applicati		
Coefficiente di omogeneizzazione	α_e	6.00 [-]
Area totale delle armature presenti nella zona tesa	A_s	924 [mm ²]
Area efficace tesa di calcestruzzo	$A_{c,eff.1}$	182500 [mm ²]
	$A_{c,eff.2}$	105310 [mm ²]
	$A_{c,eff.3}$	200000 [mm ²]
	$A_{c,eff.min}$	105310 [mm ²]



Rapporto tra l'area di acciaio teso e quella di calcestruzzo teso	$\rho_{p,eff}$	0.00877 [-]
Resistenza efficace media del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.0 [MPa]
Fattore di durata del carico	k_f	0.4 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e nel cls	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{min}$	0.000319 [-]
	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{calc.}$	-0.000194 [-]
	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]$	0.000319 [-]

Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)	s	200 [mm]
Diametro equivalente delle barre	ϕ_{eq}	14.00 [mm]
Spaziatura massima di riferimento	$s_{max,rif}$	235 [mm]
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione	k_1	0.800 [-]
	k_2	0.500 [-]
	k_3	3.400 [-]
	k_4	0.425 [-]

Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max.1}$	407 [mm]
	$s_{r,max.2}$	411 [mm]
	$s_{r,max}$	407 [mm]

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo pertinente	$w_{k,lim}$	0.20 [mm]
Ampiezza delle fessure (di calcolo)	w_k	0.13 [mm]

$$w_k = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$$

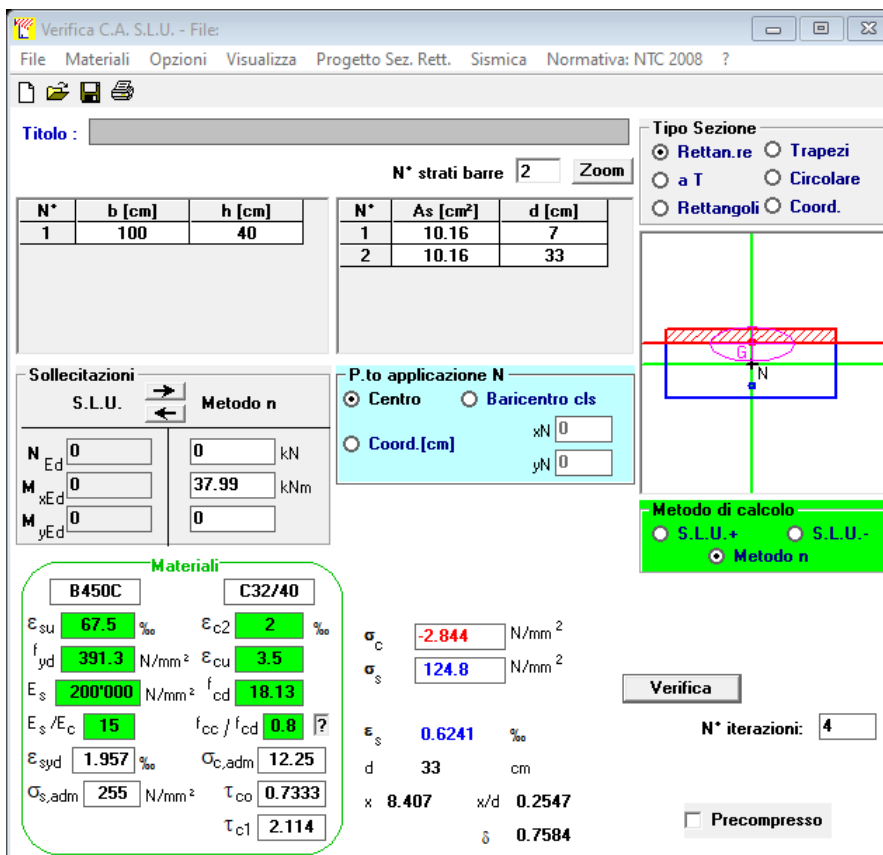
$$w_k = 0,13 \text{ mm} \leq w_1 = 0,20 \text{ mm}$$

Pertanto la verifica è soddisfatta.

12.3.4 SLE FREQUENTE – VERIFICA A FESSURAZIONE

Secondo quanto riportato al capitolo 4.1.2.2.5 della NTC, si riportano inizialmente le massime azioni interne secondo l'involuppo della SLE-Frequente:

PROGETTAZIONE ATI:



Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	40

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10.16	7
2	10.16	33

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
 M_{xEd} 37.99 kNm
 M_{yEd} 0

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

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

Materiali
B450C **C32/40**
 ε_{su} ‰ ε_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ε_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd} ‰
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ε_{syd} ‰ σ_{c,adm} ‰
 σ_{s,adm} N/mm² τ_{co} ‰
 τ_{c1} ‰

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²

ε_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

Verifica

N° iterazioni:

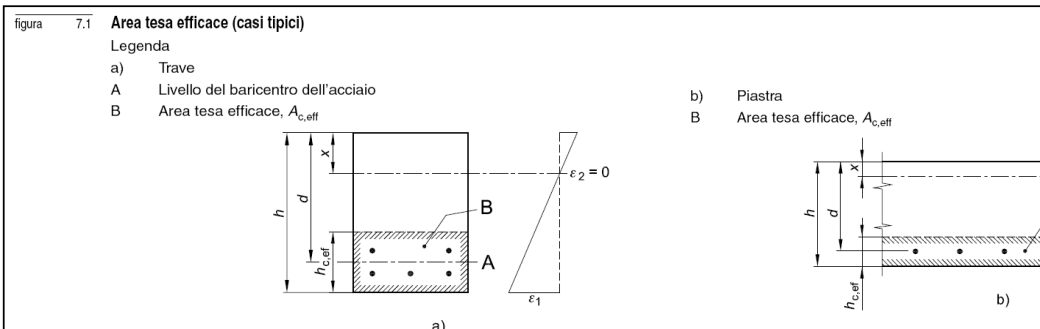
Precompresso

La classe di esposizione considerata è la XC2, pertanto per la combinazione frequente è imposto il seguente vincolo all'apertura delle fessure: $w_k \leq w_2 = 0,30 \text{ mm}$

Nel caso corrente si ha un'apertura uguale a:

DETERMINAZIONE DELL'AMPIEZZA DELLE FESSURE

Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	124.8 [MPa]
Asse neutro della sezione	x	84 [mm]
Tipo e durata dei carichi applicati		Breve
Coefficiente di omogeneizzazione	α_e	6.00 [-]
Area totale delle armature presenti nella zona tesa	A_s	924 [mm ²]
Area efficace tesa di calcestruzzo	$A_{c,eff.1}$	182500 [mm ²]
	$A_{c,eff.2}$	105333 [mm ²]
	$A_{c,eff.3}$	200000 [mm ²]
	$A_{c,eff.min}$	105333 [mm ²]



Rapporto tra l'area di acciaio teso e quella di calcestruzzo teso	$\rho_{p,eff}$	0.00877 [-]
Resistenza efficace media del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.0 [MPa]
Fattore di durata del carico	k_f	0.6 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e nel cls	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{min}$	0.000374 [-]
	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{calc.}$	-0.000465 [-]
	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]$	0.000374 [-]

Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)	s	200 [mm]
Diametro equivalente delle barre	ϕ_{eq}	14.00 [mm]
Spaziatura massima di riferimento	$s_{max,rif}$	235 [mm]
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione	k_1	0.800 [-]
	k_2	0.500 [-]
	k_3	3.400 [-]
	k_4	0.425 [-]

Distanza massima tra le fessure	$S_{r,max.1}$	407 [mm]
	$S_{r,max.2}$	411 [mm]
	$S_{r,max}$	407 [mm]

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo pertinente	$w_{k,lim}$	0.30 [mm]
Ampiezza delle fessure (di calcolo)	w_k	0.15 [mm]

$$w_k = S_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$$

$$w_k = 0,15 \text{ mm} \leq w_2 = 0,30 \text{ mm}$$

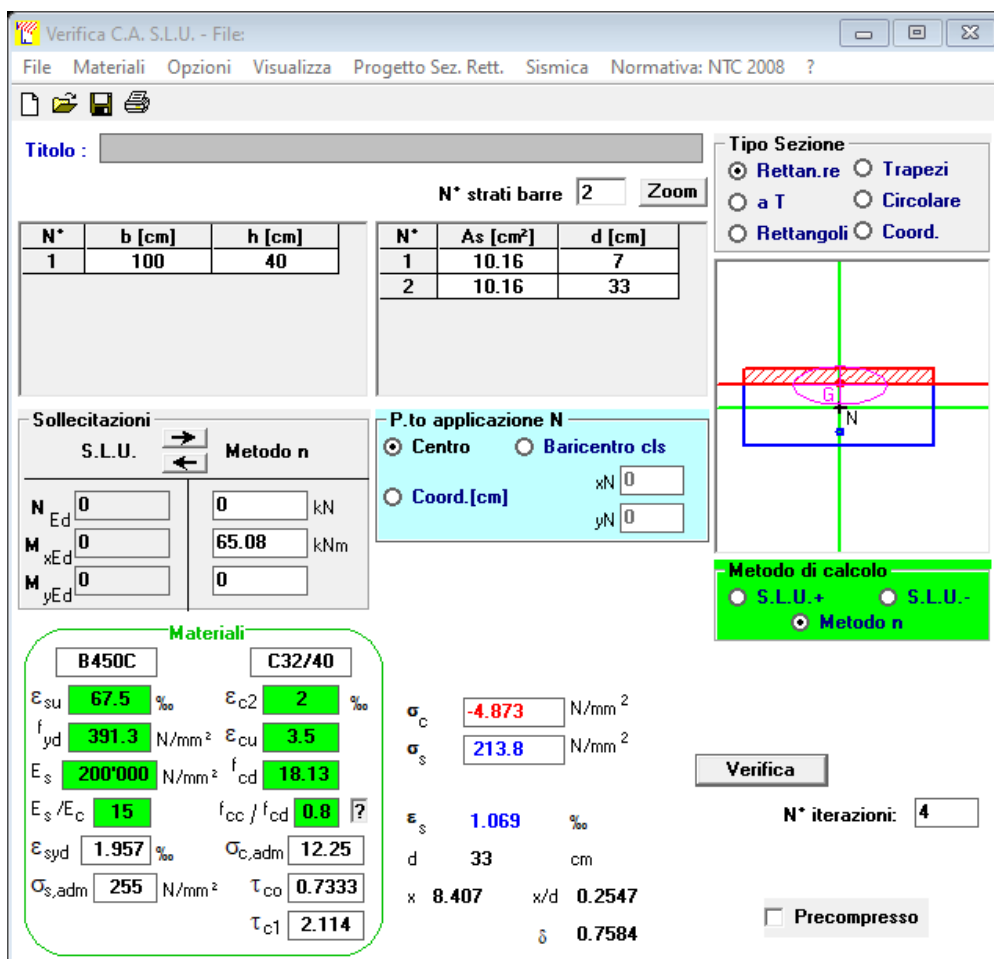
Pertanto la verifica è soddisfatta.

12.3.5 SLE RARA – VERIFICA DELLE TENSIONI

Secondo quanto riportato al capitolo 4.1.2.2.5 della NTC, si riportano inizialmente le massime azioni interne secondo l'involuppo della SLEr-SLD, che non devono eccedere dei seguenti valori:

- $\sigma_{c,max} \leq 0.60 f_{ck} = 19,32 \text{ MPa}$
- $\sigma_{s,max} \leq 0.80 f_{yk} = 360 \text{ MPa}$

PROGETTAZIONE ATI:



Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

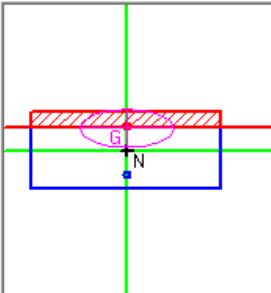
Titolo : _____

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	40

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10.16	7
2	10.16	33

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Diagramma


Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="65.08"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

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

Materiali
 B450C C32/40

ε _{su}	<input type="text" value="67.5"/> ‰	ε _{c2}	<input type="text" value="2"/> ‰
f _{yd}	<input type="text" value="391.3"/> N/mm²	ε _{cu}	<input type="text" value="3.5"/> ‰
E _s	<input type="text" value="200000"/> N/mm²	f _{cd}	<input type="text" value="18.13"/> N/mm²
E _s /E _c	<input type="text" value="15"/>	f _{cc} /f _{cd}	<input type="text" value="0.8"/> ?
ε _{syd}	<input type="text" value="1.957"/> ‰	σ _{c,adm}	<input type="text" value="12.25"/> N/mm²
σ _{s,adm}	<input type="text" value="255"/> N/mm²	τ _{co}	<input type="text" value="0.7333"/>
		τ _{c1}	<input type="text" value="2.114"/>

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²

ε_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

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

Verifica N° iterazioni:

Precompresso

La verifica risulta soddisfatta poiché si hanno come tensioni di esercizio:

- $\sigma_{c,max} = 4.87 \leq 19,32 \text{ MPa}$;
- $\sigma_{s,max} = 213.80 \leq 360 \text{ MPa}$.

12.4 VERIFICHE STRUTTURALI – MURI INTERNI

Saranno di seguito descritte le verifiche secondo la flessione, taglio per lo stato limite ultimo e fessurazione, limitazione delle tensioni e deformabilità per gli Stati limite d'esercizio.

12.4.1 SLU/SLV – VERIFICA A FLESSIONE

Nei risultati riassunti di seguito verranno considerati i set di sollecitazioni derivanti dalla massimizzazione/minimizzazione delle sollecitazioni interne flettenti ($M_{y,max}$ e $M_{y,min}$) e per ciascuna di esse verranno calcolati i momenti resistenti (M_{Rd}) associati alle caratteristiche geometriche e meccaniche specificate per la sezione in esame.

PROGETTAZIONE ATI:

$M_{Ed} = 65.70 \text{ kNm/m}$; $N_{Ed} = -85.88 \text{ kN/m}$
 $A_S = (5\phi 20)/m = 1539 \text{ mm}^2/m$; $A'_S = (5\phi 20)/m = 1539 \text{ mm}^2$
 $|M_{Rd}| = 228.80 \text{ kNm/m} > |M_{Ed}|$

Verifica C.A. S.L.U. - File

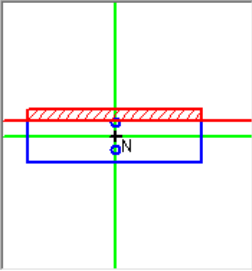
File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	30	1	15.71	7
			2	15.71	23

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Diagramma di sezione: 

Solecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd} kNm

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio svernato

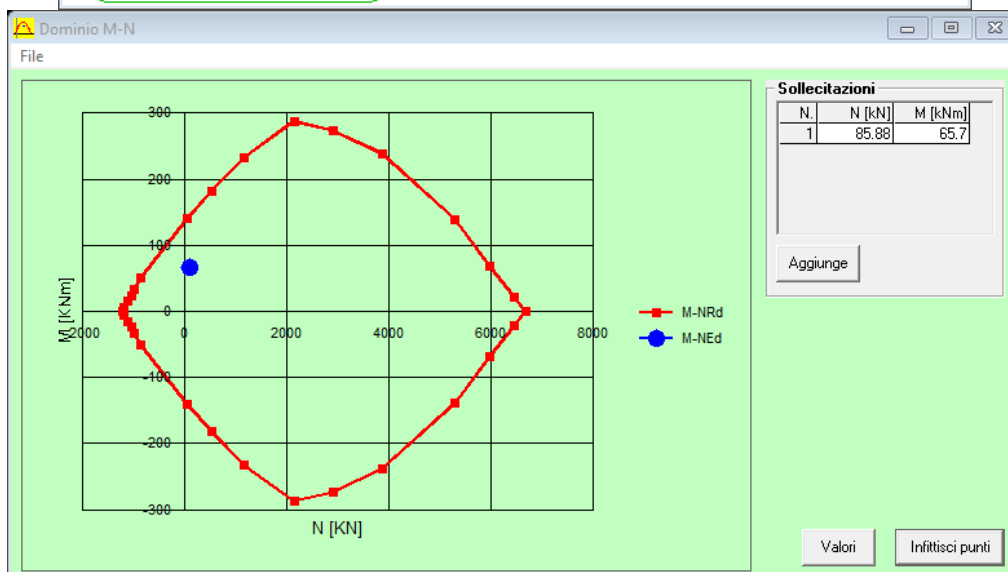
Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

M_{xRd} kN m
 σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_c ‰
 ϵ_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

Materiali
 B450C C32/40
 ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ϵ_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd} ‰
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$ N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co} τ_{c1}

cm N° rett. cm Col. modello
 Precompresso



12.4.2 SLU/SLV – VERIFICA A TAGLIO

$|V_{Ed}| = 41.70 \text{ kN}$; $A_{sw} = \text{spilli } \varnothing 8 / 20 \times 20 - 5 \text{ br.}$
 $|V_{Rd}| = 107.10 \text{ kN} > |V_{Ed}|$

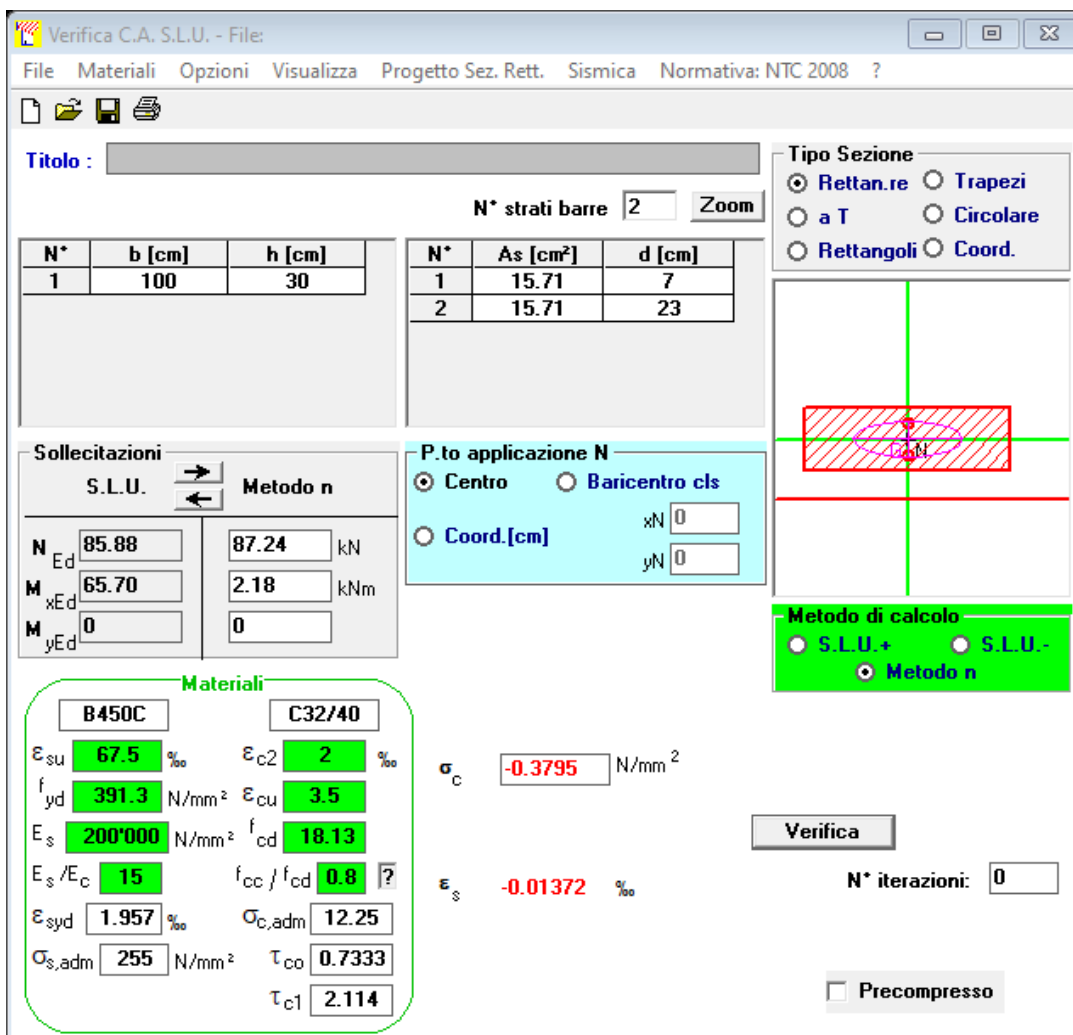
VERIFICA A TAGLIO SECONDO D.M. 2018 ED EUROCODICE 2 (UNI EN 1992 1-1)			
Note e convenzioni			
N > 0 => trazione	Compilare le celle in azzurro		
Dati di input			
Rck	40	N/mm ²	
fck	31	N/mm ²	
Valore medio della resistenza a trazione	$f_{ctm} = 3.0$	N/mm ²	= 0.3 x fck ^(2/3)
Coefficiente sicurezza cls	$\gamma_c = 1.5$		Fattore di confidenza FC = 1
Coefficiente carichi lunga durata	$\alpha_{cc} = 0.85$		
fcd=resistenza di calcolo del cls	$f_{cd} = 17.68$	N/mm ²	= $\alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c$
Resistenza caratteristica di snervamento acciaio	$f_{yk} = 450$	N/mm ²	
Coefficiente sicurezza acciaio	$\gamma_s = 1.15$		
Snervamento di calcolo acciaio	$f_{yd} = 391$	N/mm ²	= f_{yk} / γ_s
Forza di taglio di calcolo	$V_{sd} = 87.3$	kN	
Forza assiale di calcolo	$N_{sd} = 0$	kN	
Larghezza sezione	$b_w = 100$	cm	= 1000 mm
altezza della sezione	$H = 30$	cm	= 300 mm
Copriferro	$c = 4$	cm	
Diametro barre superiori	$\phi_2 = 20$	mm	(armatura compressa)
Diametro barre inferiori	$\phi_1 = 20$	mm	(armatura tesa)
Diametro staffe	$\phi_{st} = 8$	mm	
Numero di barre superiori	$N_2 = 5$		
Numero di barre inferiori	$N_1 = 5$		
altezza utile della sezione	$d = 24.2$	cm	= 242 mm
Resistenza di calcolo dell'elemento con armatura a taglio (rif. cap. 4.1.2.1.3.2 del D.M. 2018)			
Verifica delle bielle compresse: V_{rcd}			
$V_{rcd} = [0.9 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cot\alpha + \cot\theta)] / [1 + (\cot\theta)^2]$			
Definizione del coefficiente maggiorativo α_c	$\sigma_{cp} < 0.00$	=>	$\alpha_c = 1$ membrature non compresse
	$0.00 \leq \sigma_{cp} < 4.42$	=>	$\alpha_c = 1.00$
	$4.42 \leq \sigma_{cp} < 8.84$	=>	$\alpha_c = 1.25$
	$8.84 < \sigma_{cp} < 17.68$	=>	$\alpha_c = 2.50$ membrature fortemente compresse
Essendo	$\sigma_{cp} = 0.00$	N/mm ²	si assume quindi $\alpha_c = 1$
Resistenza a compressione ridotta	$f_{cd} = 8.84$	N/mm ²	= 0.5 x fcd
Angolo di inclinazione dell'armatura a taglio	$\alpha = 90$	°	(45° per ferri piegati e 90° per staffe)
	$\alpha = 1.57$	rad	
Angolo di inclinazione dei puntoni compressi	$\theta = 45$	°	(compreso tra 21.8° e 45°)
	$\theta = 0.79$	rad	
V_{rcd} = 962.68 kN OK - VERIFICA SODDISFATTA			
Verifica dell'armatura a taglio: V_{rsd}			
$V_{rsd} = 0.9 \times d \times (A_{sw} / s) \times f_{yd} \times (\cot\alpha + \cot\theta) \times \sin\alpha$			
Passo delle staffe	$s = 20$	cm	200 mm
Diametro staffe	$\phi_{st} = 8$	mm	
Braccia resistenti	$n = 5$		
Area armatura a taglio	$A_{sw} = 2.51$	cm ²	251 mm ²
Percentuale minima di armatura	$\rho_{w,min} = 0.0010$	mm	= 0.08 x (Fck ^{0.5}) / Fyk
Area minima di armatura a taglio	$A_{w,min} = 198.60$	mm ²	= $\rho_{w,min} \times s \times B_w \times \sin\alpha$ (EC2-Par.9.2.2)
V_{rsd} = 107.10 kN OK - VERIFICA SODDISFATTA			

PROGETTAZIONE ATI:

12.4.3 SLE QUASI PERMANENTE – VERIFICA A FESSURAZIONE

Secondo quanto riportato al capitolo 4.1.2.2.5 della NTC, alle combinazioni caratteristiche le massime azioni interne non devono eccedere i seguenti valori:

- $\sigma_{c,max} \leq 0.45 f_{ck} = 14.40 \text{ MPa}$



Verifica C.A. S.L.U. - File:

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	7
2	15.71	23

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	85.88	87.24	kN
M _{xEd}	65.70	2.18	kNm
M _{yEd}	0	0	

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Metodo di calcolo

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

Materiali

B450C	C32/40
ε _{su} 67.5 ‰	ε _{c2} 2 ‰
f _{yd} 391.3 N/mm²	ε _{cu} 3.5 ‰
E _s 200'000 N/mm²	f _{cd} 18.13
E _s /E _c 15	f _{cc} /f _{cd} 0.8
ε _{syd} 1.957 ‰	σ _{c,adm} 12.25
σ _{s,adm} 255 N/mm²	τ _{co} 0.7333
	τ _{c1} 2.114

σ_c -0.3795 N/mm²

ε_s -0.01372 ‰

Verifica

N° iterazioni: 0

Precompresso

La verifica risulta soddisfatta poiché si hanno come tensioni di esercizio:

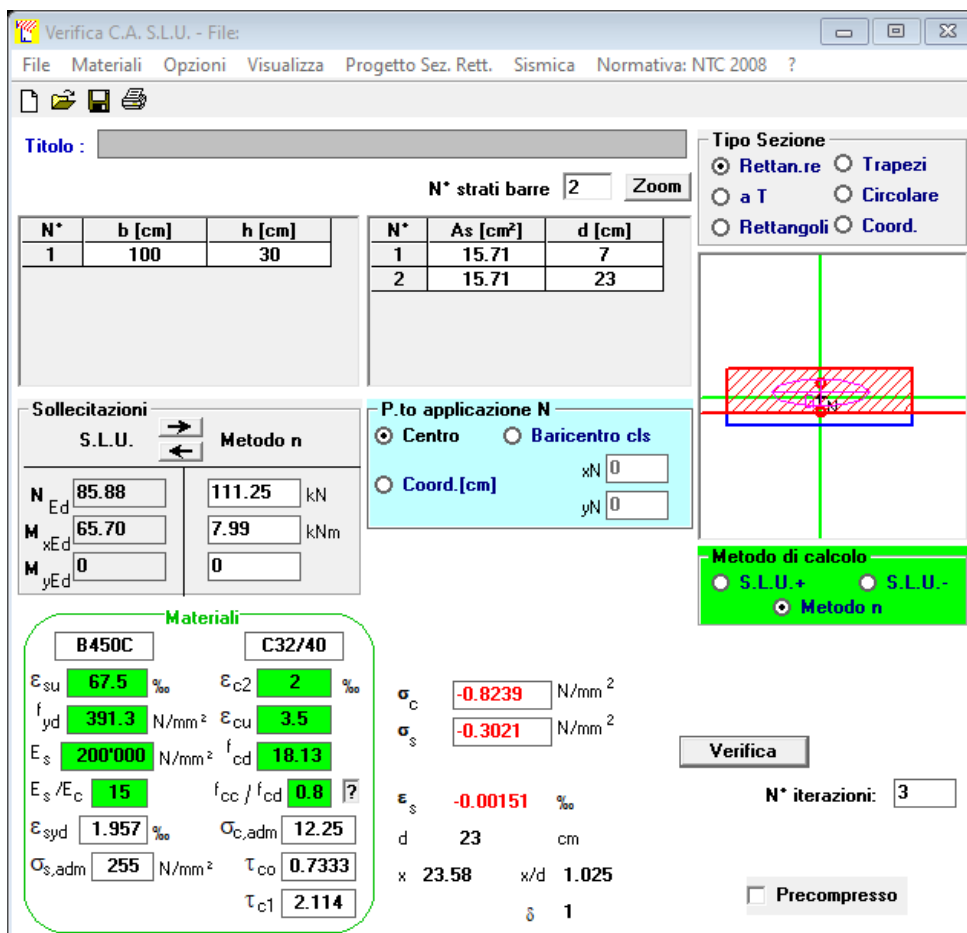
- $\sigma_{c,max} = 0.37 \leq 14.40 \text{ MPa}$;

La classe di esposizione considerata è la XC2, pertanto per la combinazione quasi permanente è imposto il seguente vincolo all'apertura delle fessure: $w_k \leq w_1 = 0,20 \text{ mm}$

Nel caso corrente non risulta significativo eseguire tale verifica.

12.4.4 SLE FREQUENTE – VERIFICA A FESSURAZIONE

Secondo quanto riportato al capitolo 4.1.2.2.5 della NTC, si riportano inizialmente le massime azioni interne secondo l'involuppo della SLE-Frequente:



Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	30	1	15.71	7
			2	15.71	23

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Solecitazioni
 S.L.U. → Metodo n
 ← Metodo n

N _{Ed}	85.88	111.25	kN
M _{xEd}	65.70	7.99	kNm
M _{yEd}	0	0	

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

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

Materiali

B450C		C32/40	
ε _{su}	67.5 ‰	ε _{c2}	2 ‰
f _{yd}	391.3 N/mm²	ε _{cu}	3.5 ‰
E _s	200'000 N/mm²	f _{cd}	18.13
E _s /E _c	15	f _{cc} /f _{cd}	0.8
ε _{syd}	1.957 ‰	σ _{c,adm}	12.25
σ _{s,adm}	255 N/mm²	τ _{co}	0.7333
		τ _{c1}	2.114

σ_c -0.8239 N/mm²
 σ_s -0.3021 N/mm²
 ε_s -0.00151 ‰
 d 23 cm
 x 23.58 x/d 1.025
 δ 1

Verifica
 N° iterazioni: 3
 Precompresso

La classe di esposizione considerata è la XC2, pertanto per la combinazione frequente è imposto il seguente vincolo all'apertura delle fessure: $w_k \leq w_2 = 0,30 \text{ mm}$

Nel caso corrente non si ritiene significativa tale verifica a causa dello stato di sforzo presente.

12.4.5 SLE RARA – VERIFICA DELLE TENSIONI

Secondo quanto riportato al capitolo 4.1.2.2.5 della NTC, si riportano inizialmente le massime azioni interne secondo l'involuppo della SLEr-SLD, che non devono eccedere dei seguenti valori:

- $\sigma_{c,max} \leq 0.60 f_{ck} = 19,32 \text{ MPa}$
- $\sigma_{s,max} \leq 0.80 f_{yk} = 360 \text{ MPa}$

PROGETTAZIONE ATI:

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	7
2	15.71	23

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	85.88	90.36	kN
M _{xEd}	65.70	48.90	kNm
M _{yEd}	0	0	

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

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

Materiali

B450C	C32/40
ε _{su} 67.5 ‰	ε _{c2} 2 ‰
f _{yd} 391.3 N/mm²	ε _{cu} 3.5 ‰
E _s 200'000 N/mm²	f _{cd} 18.13
E _s /E _c 15	f _{cc} /f _{cd} 0.8 ?
ε _{syd} 1.957 ‰	σ _{c,adm} 12.25
σ _{s,adm} 255 N/mm²	τ _{co} 0.7333
	τ _{c1} 2.114

σ_c -5.577 N/mm²
 σ_s 125.6 N/mm²
 ε_s 0.6282 ‰
 d 23 cm
 x 9.194 x/d 0.3997
 δ 0.9396

Verifica
 N° iterazioni: 4
 Precompresso

La verifica risulta soddisfatta poiché si hanno come tensioni di esercizio:

- $\sigma_{c,max} = 5.57 \leq 19,32 \text{ MPa}$;
- $\sigma_{s,max} = 125.60 \leq 360 \text{ MPa}$.

13 VERIFICHE GEOTECNICHE

13.1 VERIFICA DELLA CAPACITÀ PORTANTE DEL TERRENO DI FONDAZIONE

Di seguito è riportata la verifica della capacità portante. La soletta inferiore dello scatolare è considerata una fondazione superficiale; pertanto, si seguono le indicazioni relative al relativo capitolo delle NTC2018: le verifiche sono condotte secondo la combinazione A1+M1+R3, con il fattore parziale sulla resistenza pari a 2,3.

Le verifiche sono state condotte agli SLU. Nella seguente tabella sono riportate le azioni massime che la struttura scarica in fondazione agli SLU.

SLU	Combinazione	N	V	M
		kN	kN	kNm
	SLU1	7432.60	456.4	1043.00

I valori di momento sono riferiti alla direzione di massimo sviluppo della vasca.

Le verifiche sono state condotte in condizioni drenate, considerando l'angolo $\phi'=30^\circ$, caratteristico dell'unità geotecnica "AC alt".

DETERMINAZIONE DELLA CAPACITA' PORTANTE LIMITE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI RETTANGOLARI							
CONDIZIONI DRENATE	$Q_{lim} = 0.5 \cdot g \cdot B' \cdot N_g \cdot s_g \cdot i_g \cdot b_g \cdot g_g + c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot d_q \cdot b_q \cdot g_q$						
<i>D.M. 17/01/2018</i>							
Approccio 1 - Combinazione 2	(A1 + M1 + R3)	=>	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>$\gamma_M =$</td> <td style="text-align: center;">1,00</td> </tr> <tr> <td>$\gamma_R =$</td> <td style="text-align: center;">2,30</td> </tr> </table>	$\gamma_M =$	1,00	$\gamma_R =$	2,30
$\gamma_M =$	1,00						
$\gamma_R =$	2,30						
Condizioni	Drenate						
Tipo di fondazione	Nastriforme						
<i>Caratteristiche geotecniche terreno</i>							
Peso specifico efficace del terreno di ricoprimento	γ'_{ric} (kN/m ³) =	20					
Peso specifico efficace del terreno di fondazione	γ' (kN/m ³) =	20					
Angolo di attrito del terreno di fondazione	Φ'_k (°) =	30,0					
	Φ'_d (°) =	30,0					
Coesione del terreno di fondazione	c' (kN/m ²) =	0,00					
	$c'.d$ (kN/m ²) =	0,00					
<i>Geometria della fondazione</i>							
Dimensione minore fondazione	B (m) =	6,30					
Dimensione maggiore fondazione	L (m) =	14,00					
Affondamento della fondazione	D (m) =	4,90					
Inclinazione intradosso fondazione	α (°) =	0,00					
Inclinazione piano campagna	β (°) =	0,00					
<i>Carichi di verifica</i>							
Carico verticale agente sulla fondazione	N (kN) =	7433					
Carico orizzontale agente sulla fondazione	H (kN) =	456					
Momento flettente in direzione B	MB (kNm) =	1043					
Momento flettente in direzione L	ML (kNm) =	0					
Eccentricità in direzione B	EB (m) =	0,14					
Eccentricità in direzione L	EL (m) =	0,00					
<i>Dati di calcolo</i>							
Dim. minore fondazione efficace equivalente	B' (m) =	6,02					
Dim. maggiore fondazione efficace equivalente	L' (m) =	1,00					
Azione laterale stabilizzante	q (kN/m ²) =	95,55					
<i>Fattori di capacità portante</i>	$N_y = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan(\Phi')$	22,40					
	$N_q = \exp[\pi \cdot \tan(\Phi')] \cdot \tan^2(45 + \Phi'/2)$	18,40					
	$N_c = (N_q - 1) \cdot \cotan(\Phi')$	30,14					
<i>Coefficienti correttivi</i>							
<i>Fattori correttivi dipendenti dall'inclinazione del carico (Vesic, 1975)</i>							
$m =$	1,14	$= [2 + (B'/L)] / [1 + (B'/L)]$					
$i_y =$	0,87	$i_q =$	0,93				
		$i_c =$	0,93				
<i>Fattori correttivi dipendenti dalla profondità del piano di posa (Vesic, 1975)</i>							
$d_y =$	1,00						
$D/B' =$	0,81						
$d_q =$	1,23	per $D/B' \leq 1$					
		quindi	$d_q =$ style="text-align: center;">1,23				
$d_q =$	1,20	per $D/B' > 1$					
$d_c =$	1,25						
<i>Fattori correttivi dipendenti dalla forma della fondazione (Vesic, 1975)</i>							
$s_y =$	1,00	$s_q =$	1,00				
		$s_c =$	1,00				
<i>Fattori correttivi dipendenti dall'inclinazione dell'intradosso fondazione (Vesic, 1975)</i>							
$b_y =$	1,00	$b_q =$	1,00				
		$b_c =$	1,00				
<i>Fattori correttivi dipendenti dall'inclinazione del piano campagna (Vesic, 1975)</i>							
$g_y =$	1,00	$g_q =$	1,00				
		$g_c =$	1,00				
CAPACITA' PORTANTE LIMITE	Q lim =	3168	kN/mq => 19070 kN				
COEFFICIENTE DI SICUREZZA	$\gamma_R =$	2,30					
CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO	Q Rd =	1377	kN/mq => 8291 kN FS = 1,12 VERIFICA SODDISFATTA				

PROGETTAZIONE ATI:

14 ALLEGATI DI CALCOLO

Table: Material Properties 03b - Concrete Data, Part 1 of 3

Table: Material Properties 03b - Concrete Data, Part 1 of 3

Material	Temp C	Fc KN/m2	eFc KN/m2	LtWtConc	LtWtFact	SSCurveOpt	SSHysType	SFc
C32/40		32000.	32000.	No		Mander	Takeda	0.001919

Table: Material Properties 03b - Concrete Data, Part 2 of 3

Table: Material Properties 03b - Concrete Data, Part 2 of 3

Material	SCap	FinalSlope	FAngle Degrees	DAngle Degrees	TimeType	TimeE	EFact	TimeCreep
C32/40	0.005	-0.1	0.	0.				

Table: Material Properties 03b - Concrete Data, Part 3 of 3

Table: Material Properties 03b - Concrete Data, Part 3 of 3

Material	CreepFact	TimeShrink	ShrinkFact	CreepType	CreepTerms	CoupModType
C32/40						Modified Darwin- Pecknold

Table: Frame Section Properties 02 - Concrete Column, Part 1 of 2

Table: Frame Section Properties 02 - Concrete Column, Part 1 of 2

SectionName	RebarMatL	RebarMatC	ReinfConfig	LatReinf	Cover m	NumBars3D ir	NumBars2D ir	NumBarsCirc
Fondazione	B450C	B450C	Rectangular	Ties	0.04	3	3	
Muro Interno	B450C	B450C	Rectangular	Ties	0.04	3	3	
Piedritto	B450C	B450C	Rectangular	Ties	0.04	3	3	
Soletta	B450C	B450C	Rectangular	Ties	0.04	3	3	

Table: Frame Section Properties 02 - Concrete Column, Part 2 of 2

Table: Frame Section Properties 02 - Concrete Column, Part 2 of 2

SectionName	BarSizeL	BarSizeC	SpacingC m	NumCBars2	NumCBars3	ReinfType
Fondazione	#9	#4	0.15	3	3	Design
Muro Interno	#9	#4	0.15	3	3	Design
Piedritto	#9	#4	0.15	3	3	Design
Soletta	#9	#4	0.15	3	3	Design

PROGETTAZIONE ATI:

Table: Function - Response Spectrum - User

Table: Function - Response Spectrum - User

Name	Period Sec	Accel	FuncDamp
UNIFRS	0.	1.	0.05
UNIFRS	1.	1.	

Table: Load Pattern Definitions, Part 1 of 2

Table: Load Pattern Definitions, Part 1 of 2

LoadPat	DesignType	SelfWtMult	AutoLoad	NotBasePat	NotRatio	NotDir	GUID
DEAD	Dead	1.					36f976d1-5f3f-451f-abab-511c8804e11e
G_ricopr terr	Dead	0.					e3c06008-83d6-4962-9f80-4b34396e6c3c
G_terr sx	Dead	0.					cedf7843-71e5-4688-997e-e21aac031f2c
G_terr dx	Dead	0.					69cae124-74a8-402f-937e-750e4ed6e6a0
P_water_lat	Dead	0.					453ec736-f4cd-44a6-80d5-5c5dbc1b4fe6
Q_water_min	Live	0.					7a22d3d8-8428-44a6-8816-2ec23f995891
Q_water_max	Live	0.					690ae24c-010e-489f-af27-c24a334e7a2d
P_water	Dead	0.					ec94bc21-6e1c-455d-97d1-9c4ac91d8884
Wood	Live	0.					b99a71f0-91c0-486e-a927-86a1c87daf01
Container lat	Live	0.					c00cd994-b7c2-40ec-9a05-ce79eadc535b
Container sup M	Live	0.					75e27bd4-cab0-4522-9fb8-fb912087605f
Container sup V	Live	0.					17ee40a9-d9d9-493e-b518-c972e3cdbdd3
E_water	Live	0.					ebf2935b-4995-4989-8897-fa18c2af2bf3

Table: Load Pattern Definitions, Part 2 of 2

Table: Load Pattern Definitions, Part 2 of 2

LoadPat	Notes
DEAD	
G_ricopr terr	Added 14/03/2022 18:18:22
G_terr sx	Added 14/03/2022 18:18:47
G_terr dx	Added 14/03/2022 18:18:52
P_water_lat	Added 14/03/2022 18:19:38
Q_water_min	Added 14/03/2022 18:20:32
Q_water_max	Added 14/03/2022 18:20:53
P_water	Added 14/03/2022 18:51:39
Wood	Added 15/03/2022 08:54:19
Container lat	Added 15/03/2022 09:36:35
Container sup M	Added 15/03/2022 09:43:27
Container sup V	Added 15/03/2022 09:43:48
E_water	Added 15/03/2022 10:04:01

PROGETTAZIONE ATI:

Table: Load Case Definitions, Part 1 of 3

Table: Load Case Definitions, Part 1 of 3

Case	Type	InitialCond	ModalCase	BaseCase	MassSource	IncludeSSI	DesTypeOpt
DEAD	LinStatic	Zero					Prog Det
MODAL	LinModal	Zero					Prog Det
G_ricopr terr	LinStatic	Zero					Prog Det
G_terr sx	LinStatic	Zero					Prog Det
G_terr dx	LinStatic	Zero					Prog Det
P_water_lat	LinStatic	Zero					Prog Det
P_water_vert	LinStatic	Zero					Prog Det
Q_water_min	LinStatic	Zero					Prog Det
Q_water_ma x	LinStatic	Zero					Prog Det
Wood SLV	LinStatic	Zero					Prog Det
Container lat	LinStatic	Zero					Prog Det
Container sup M	LinStatic	Zero					Prog Det
Container sup V	LinStatic	Zero					Prog Det
E_water_SL V	LinStatic	Zero					Prog Det
E_inerzia SLV	LinStatic	Zero					Prog Det
Wood SLD	LinStatic	Zero					Prog Det
E_inerzia SLD	LinStatic	Zero					Prog Det
E_water_SL D	LinStatic	Zero					Prog Det

Table: Load Case Definitions, Part 2 of 3

Table: Load Case Definitions, Part 2 of 3

Case	DesignType	DesActOpt	DesignAct	AutoType	RunCase	CaseStatus	GUID
DEAD	Dead	Prog Det	Non-Composite	None	Yes	Finished	329b1235-f123-422a-936f-5b45a621213d
MODAL	Other	Prog Det	Other	None	Yes	Finished	5171cfec-da4f-4c50-a111-120b75b60f7b
G_ricopr terr	Dead	Prog Det	Non-Composite	None	Yes	Finished	e9ad40f8-4ab1-4358-9873-0607bf5e26c8
G_terr sx	Dead	Prog Det	Non-Composite	None	Yes	Finished	7ed73251-a10f-4a06-bdd4-8e02a506dd78
G_terr dx	Dead	Prog Det	Non-Composite	None	Yes	Finished	2bd3fa73-9ede-415d-8b85-de46494c9c61
P_water_lat	Dead	Prog Det	Non-Composite	None	Yes	Finished	46fc524f-4023-4a66-8661-51601d206b6b
P_water_vert	Dead	Prog Det	Non-Composite	None	Yes	Finished	64f19b0a-0e7f-45d7-973b-beaa50cae5a1
Q_water_min	Live	Prog Det	Short-Term Composite	None	Yes	Finished	732613ee-d05e-415a-826e-3e21ceb4eb88
Q_water_ma x	Live	Prog Det	Short-Term Composite	None	Yes	Finished	84bb300f-3364-48b8-aadf-5f5fe6606b49
Wood SLV	Live	Prog Det	Short-Term Composite	None	Yes	Finished	ef17f472-5f1c-4b36-83d4-9b15ccaa3641
Container lat	Live	Prog Det	Short-Term Composite	None	Yes	Finished	403e5b66-aca7-4908-a549-7fde44335d6d
Container sup M	Live	Prog Det	Short-Term Composite	None	Yes	Finished	5963aca4-750c-4086-a1a1-b0836066d71e

PROGETTAZIONE ATI:

Table: Load Case Definitions, Part 2 of 3

Case	DesignType	DesActOpt	DesignAct	AutoType	RunCase	CaseStatus	GUID
Container sup V	Live	Prog Det	Short-Term Composite	None	Yes	Finished	78f60127-d20a-458b-80ef-46d5ece1409a
E_water_SL V	Live	Prog Det	Short-Term Composite	None	Yes	Finished	53127ae0-df6b-4a47-81f5-f8a820e0f96d
E_inerzia SLV	Quake	Prog Det	Short-Term Composite	None	Yes	Finished	f9e74228-5dd6-47e8-ba1c-7226e908fdb5
Wood SLD	Live	Prog Det	Short-Term Composite	None	Yes	Finished	ef17f472-5f1c-4b36-83d4-9b15ccaa3641
E_inerzia SLD	Quake	Prog Det	Short-Term Composite	None	Yes	Finished	f9e74228-5dd6-47e8-ba1c-7226e908fdb5
E_water_SL D	Live	Prog Det	Short-Term Composite	None	Yes	Finished	53127ae0-df6b-4a47-81f5-f8a820e0f96d

Table: Load Case Definitions, Part 3 of 3

Table: Load Case Definitions, Part 3 of 3

Case	Notes
DEAD	
MODAL	
G_ricopr terr	
G_terr sx	
G_terr dx	
P_water_lat	
P_water_vert	
Q_water_min	
Q_water_max	
Wood SLV	
Container lat	
Container sup M	
Container sup V	
E_water_SL V	
E_inerzia SLV	
Wood SLD	
E_inerzia SLD	
E_water_SL D	

Table: Combination Definitions, Part 1 of 3

Table: Combination Definitions, Part 1 of 3

ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ModeNumber	ScaleFactor
SLV1	Linear Add	No	Linear Static	DEAD		1.
SLV1			Linear Static	G_ricopr terr		1.
SLV1			Linear Static	G_terr sx		1.
SLV1			Linear Static	P_water_lat		1.
SLV1			Linear Static	P_water_vert		1.
SLV1			Linear Static	Q_water_min		1.

PROGETTAZIONE ATI:

Table: Combination Definitions, Part 1 of 3

ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ModeNumber	ScaleFactor
SLV1			Linear Static	Wood SLV		0.38
SLV1			Linear Static	Container lat		0.2
SLV1			Linear Static	Container sup V		0.2
SLV1			Linear Static	E_water_SLV		1.
SLV1			Linear Static	E_inerzia SLV		1.
SLV2	Linear Add	No	Linear Static	DEAD		1.
SLV2			Linear Static	G_ricopr terr		1.
SLV2			Linear Static	G_terr sx		1.
SLV2			Linear Static	P_water_lat		1.
SLV2			Linear Static	P_water_vert		1.
SLV2			Linear Static	Wood SLV		0.38
SLV2			Linear Static	Container lat		0.2
SLV2			Linear Static	Container sup V		0.2
SLV2			Linear Static	E_inerzia SLV		1.
SLD1	Linear Add	No	Linear Static	DEAD		1.
SLD1			Linear Static	G_ricopr terr		1.
SLD1			Linear Static	G_terr sx		1.
SLD1			Linear Static	P_water_lat		1.
SLD1			Linear Static	P_water_vert		1.
SLD1			Linear Static	Q_water_min		1.
SLD1			Linear Static	Container lat		0.2
SLD1			Linear Static	Container sup V		0.2
SLD1			Linear Static	Wood SLD		0.47
SLD1			Linear Static	E_water_SLD		1.
SLD1			Linear Static	E_inerzia SLD		1.
SLEr1	Linear Add	No	Linear Static	DEAD		1.
SLEr1			Linear Static	G_ricopr terr		1.
SLEr1			Linear Static	G_terr sx		1.
SLEr1			Linear Static	G_terr dx		1.
SLEr1			Linear Static	P_water_lat		1.
SLEr1			Linear Static	P_water_vert		1.
SLEr1			Linear Static	Q_water_min		1.
SLEr1			Linear Static	Container lat		1.
SLEr1			Linear Static	Container sup V		1.
SLEr2	Linear Add	No	Linear Static	DEAD		1.
SLEr2			Linear Static	G_ricopr terr		1.
SLEr2			Linear Static	G_terr sx		1.
SLEr2			Linear Static	G_terr dx		1.
SLEr2			Linear Static	P_water_lat		1.
SLEr2			Linear Static	P_water_vert		1.
SLEr2			Linear Static	Q_water_min		1.
SLEr2			Linear Static	Container sup M		1.
SLEr3	Linear Add	No	Linear Static	DEAD		1.
SLEr3			Linear Static	G_ricopr terr		1.
SLEr3			Linear Static	G_terr sx		1.
SLEr3			Linear Static	G_terr dx		1.
SLEr3			Linear Static	P_water_lat		1.
SLEr3			Linear Static	P_water_vert		1.
SLEr3			Linear Static	Q_water_max		0.5
SLEr3			Linear Static	Container lat		1.
SLEr3			Linear Static	Container sup V		1.
SLEr4	Linear Add	No	Linear Static	DEAD		1.
SLEr4			Linear Static	G_ricopr terr		1.
SLEr4			Linear Static	G_terr sx		1.

PROGETTAZIONE ATI:

Table: Combination Definitions, Part 1 of 3

ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ModeNumber	ScaleFactor
SLEr4			Linear Static	G_terr dx		1.
SLEr4			Linear Static	P_water_lat		1.
SLEr4			Linear Static	P_water_vert		1.
SLEr4			Linear Static	Q_water_max		0.5
SLEr4			Linear Static	Container sup M		1.
SLEr5	Linear Add	No	Linear Static	DEAD		1.
SLEr5			Linear Static	G_ricopr terr		1.
SLEr5			Linear Static	G_terr sx		1.
SLEr5			Linear Static	G_terr dx		1.
SLEr5			Linear Static	P_water_lat		1.
SLEr5			Linear Static	P_water_vert		1.
SLEr5			Linear Static	Q_water_max		1.
SLEr5			Linear Static	Container lat		1.
SLEr5			Linear Static	Container sup V		1.
SLEr6	Linear Add	No	Linear Static	DEAD		1.
SLEr6			Linear Static	G_ricopr terr		1.
SLEr6			Linear Static	G_terr sx		1.
SLEr6			Linear Static	G_terr dx		1.
SLEr6			Linear Static	P_water_lat		1.
SLEr6			Linear Static	P_water_vert		1.
SLEr6			Linear Static	Q_water_max		1.
SLEr6			Linear Static	Container sup M		1.
SLEf1	Linear Add	No	Linear Static	DEAD		1.
SLEf1			Linear Static	G_ricopr terr		1.
SLEf1			Linear Static	G_terr sx		1.
SLEf1			Linear Static	G_terr dx		1.
SLEf1			Linear Static	P_water_lat		1.
SLEf1			Linear Static	P_water_vert		1.
SLEf1			Linear Static	Container lat		0.75
SLEf1			Linear Static	Container sup V		0.75
SLEf2	Linear Add	No	Linear Static	DEAD		1.
SLEf2			Linear Static	G_ricopr terr		1.
SLEf2			Linear Static	G_terr sx		1.
SLEf2			Linear Static	G_terr dx		1.
SLEf2			Linear Static	P_water_lat		1.
SLEf2			Linear Static	P_water_vert		1.
SLEf2			Linear Static	Container sup M		0.75
SLEq1	Linear Add	No	Linear Static	DEAD		1.
SLEq1			Linear Static	G_ricopr terr		1.
SLEq1			Linear Static	G_terr sx		1.
SLEq1			Linear Static	G_terr dx		1.
SLEq1			Linear Static	P_water_lat		1.
SLEq1			Linear Static	P_water_vert		1.
SLEq1			Linear Static	Container lat		0.2
SLEq1			Linear Static	Container sup V		0.2
SLD2	Linear Add	No	Linear Static	DEAD		1.
SLD2			Linear Static	G_ricopr terr		1.
SLD2			Linear Static	G_terr sx		1.
SLD2			Linear Static	P_water_lat		1.
SLD2			Linear Static	P_water_vert		1.
SLD2			Linear Static	Container lat		0.2
SLD2			Linear Static	Container sup V		0.2
SLD2			Linear Static	Wood SLD		0.47
SLD2			Linear Static	E_inerzia SLD		1.

PROGETTAZIONE ATI:

Table: Combination Definitions, Part 1 of 3

ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ModeNumber	ScaleFactor
SLD3	Linear Add	No	Linear Static	DEAD		1.
SLD3			Linear Static	G_ricopr terr		1.
SLD3			Linear Static	G_terr sx		1.
SLD3			Linear Static	P_water_lat		1.
SLD3			Linear Static	P_water_vert		1.
SLD3			Linear Static	Q_water_min		1.
SLD3			Linear Static	Container sup M		0.2
SLD3			Linear Static	Wood SLD		0.47
SLD3			Linear Static	E_water_SLD		1.
SLD3			Linear Static	E_inerzia SLD		1.
SLD4	Linear Add	No	Linear Static	DEAD		1.
SLD4			Linear Static	G_ricopr terr		1.
SLD4			Linear Static	G_terr sx		1.
SLD4			Linear Static	P_water_lat		1.
SLD4			Linear Static	P_water_vert		1.
SLD4			Linear Static	Container sup M		0.2
SLD4			Linear Static	Wood SLD		0.47
SLD4			Linear Static	E_inerzia SLD		1.
ENV_SLEr	Envelope	No	Response Combo	SLD1		1.
ENV_SLEr			Response Combo	SLD2		1.
ENV_SLEr			Response Combo	SLD3		1.
ENV_SLEr			Response Combo	SLD4		1.
ENV_SLEr			Response Combo	SLEr1		1.
ENV_SLEr			Response Combo	SLEr2		1.
ENV_SLEr			Response Combo	SLEr3		1.
ENV_SLEr			Response Combo	SLEr4		1.
ENV_SLEr			Response Combo	SLEr5		1.
ENV_SLEr			Response Combo	SLEr6		1.
ENV_SLEr			Response Combo	SLEr5		1.
ENV_SLEr			Response Combo	SLEr6		1.
SLEq2	Linear Add	No	Linear Static	DEAD		1.
SLEq2			Linear Static	G_ricopr terr		1.
SLEq2			Linear Static	G_terr sx		1.
SLEq2			Linear Static	G_terr dx		1.
SLEq2			Linear Static	P_water_lat		1.
SLEq2			Linear Static	P_water_vert		1.
SLEq2			Linear Static	Container sup M		0.2
ENV_SLEq	Envelope	No	Response Combo	SLEq1		1.
ENV_SLEq			Response Combo	SLEq2		1.
SLU1	Linear Add	No	Linear Static	DEAD		1.35
SLU1			Linear Static	G_ricopr terr		1.35
SLU1			Linear Static	G_terr sx		1.35
SLU1			Linear Static	G_terr dx		1.35
SLU1			Linear Static	P_water_lat		1.35
SLU1			Linear Static	P_water_vert		1.35
SLU1			Linear Static	Q_water_min		1.5
SLU1			Linear Static	Container lat		1.35
SLU1			Linear Static	Container sup V		1.35
SLU2	Linear Add	No	Linear Static	DEAD		1.35
SLU2			Linear Static	G_ricopr terr		1.35
SLU2			Linear Static	G_terr sx		1.35
SLU2			Linear Static	G_terr dx		1.35
SLU2			Linear Static	P_water_lat		1.35
SLU2			Linear Static	P_water_vert		1.35

PROGETTAZIONE ATI:

Table: Combination Definitions, Part 1 of 3

ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ModeNumber	ScaleFactor
SLU2			Linear Static	Q_water_min		1.5
SLU2			Linear Static	Container sup M		1.35
SLU3	Linear Add	No	Linear Static	DEAD		1.35
SLU3			Linear Static	G_ricopr terr		1.35
SLU3			Linear Static	G_terr sx		1.35
SLU3			Linear Static	G_terr dx		1.35
SLU3			Linear Static	P_water_lat		1.35
SLU3			Linear Static	P_water_vert		1.35
SLU3			Linear Static	Q_water_max		0.75
SLU3			Linear Static	Container lat		1.35
SLU3			Linear Static	Container sup V		1.35
SLU4	Linear Add	No	Linear Static	DEAD		1.35
SLU4			Linear Static	G_ricopr terr		1.35
SLU4			Linear Static	G_terr sx		1.35
SLU4			Linear Static	G_terr dx		1.35
SLU4			Linear Static	P_water_lat		1.35
SLU4			Linear Static	P_water_vert		1.35
SLU4			Linear Static	Q_water_max		0.75
SLU4			Linear Static	Container sup M		1.35
SLU5	Linear Add	No	Linear Static	DEAD		1.35
SLU5			Linear Static	G_ricopr terr		1.35
SLU5			Linear Static	G_terr sx		1.35
SLU5			Linear Static	G_terr dx		1.35
SLU5			Linear Static	P_water_lat		1.35
SLU5			Linear Static	P_water_vert		1.35
SLU5			Linear Static	Q_water_max		1.5
SLU5			Linear Static	Container lat		1.35
SLU5			Linear Static	Container sup V		1.35
SLU6	Linear Add	No	Linear Static	DEAD		1.35
SLU6			Linear Static	G_ricopr terr		1.35
SLU6			Linear Static	G_terr sx		1.35
SLU6			Linear Static	G_terr dx		1.35
SLU6			Linear Static	P_water_lat		1.35
SLU6			Linear Static	P_water_vert		1.35
SLU6			Linear Static	Q_water_max		1.5
SLU6			Linear Static	Container sup M		1.35
SLV3	Linear Add	No	Linear Static	DEAD		1.
SLV3			Linear Static	G_ricopr terr		1.
SLV3			Linear Static	G_terr sx		1.
SLV3			Linear Static	P_water_lat		1.
SLV3			Linear Static	P_water_vert		1.
SLV3			Linear Static	Q_water_min		1.
SLV3			Linear Static	Wood SLV		0.38
SLV3			Linear Static	Container sup M		0.2
SLV3			Linear Static	E_water_SLV		1.
SLV3			Linear Static	E_inerzia SLV		1.
SLV4	Linear Add	No	Linear Static	DEAD		1.
SLV4			Linear Static	G_ricopr terr		1.
SLV4			Linear Static	G_terr sx		1.
SLV4			Linear Static	P_water_lat		1.
SLV4			Linear Static	P_water_vert		1.
SLV4			Linear Static	Wood SLV		0.38
SLV4			Linear Static	Container sup M		0.2
SLV4			Linear Static	E_inerzia SLV		1.

PROGETTAZIONE ATI:

Table: Combination Definitions, Part 1 of 3

ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ModeNumber	ScaleFactor
ENV_SLU	Envelope	No	Response Combo	SLU1		1.
ENV_SLU			Response Combo	SLU2		1.
ENV_SLU			Response Combo	SLU3		1.
ENV_SLU			Response Combo	SLU4		1.
ENV_SLU			Response Combo	SLU5		1.
ENV_SLU			Response Combo	SLU6		1.
ENV_SLV	Envelope	No	Response Combo	SLV1		1.
ENV_SLV			Response Combo	SLV2		1.
ENV_SLV			Response Combo	SLV3		1.
ENV_SLV			Response Combo	SLV4		1.
ENV_SLEf	Envelope	No	Response Combo	SLEf1		1.
ENV_SLEf			Response Combo	SLEf2		1.

Table: Combination Definitions, Part 2 of 3

Table: Combination Definitions, Part 2 of 3

ComboName	CaseName	SteelDesign	ConcDesign	AlumDesign	ColdDesign
SLV1	DEAD	None	None	None	None
SLV1	G_ricopr terr				
SLV1	G_terr sx				
SLV1	P_water_lat				
SLV1	P_water_vert				
SLV1	Q_water_min				
SLV1	Wood SLV				
SLV1	Container lat				
SLV1	Container sup V				
SLV1	E_water_SLV				
SLV1	E_inerzia SLV				
SLV2	DEAD	None	None	None	None
SLV2	G_ricopr terr				
SLV2	G_terr sx				
SLV2	P_water_lat				
SLV2	P_water_vert				
SLV2	Wood SLV				
SLV2	Container lat				
SLV2	Container sup V				
SLV2	E_inerzia SLV				
SLD1	DEAD	None	None	None	None
SLD1	G_ricopr terr				
SLD1	G_terr sx				
SLD1	P_water_lat				
SLD1	P_water_vert				
SLD1	Q_water_min				
SLD1	Container lat				
SLD1	Container sup V				
SLD1	Wood SLD				
SLD1	E_water_SLD				
SLD1	E_inerzia SLD				
SLEr1	DEAD	None	None	None	None
SLEr1	G_ricopr terr				
SLEr1	G_terr sx				
SLEr1	G_terr dx				

PROGETTAZIONE ATI:

Table: Combination Definitions, Part 2 of 3

ComboName	CaseName	SteelDesign	ConcDesign	AlumDesign	ColdDesign
SLEr1	P_water_lat				
SLEr1	P_water_vert				
SLEr1	Q_water_min				
SLEr1	Container lat				
SLEr1	Container sup V				
SLEr2	DEAD	None	None	None	None
SLEr2	G_ricopr terr				
SLEr2	G_terr sx				
SLEr2	G_terr dx				
SLEr2	P_water_lat				
SLEr2	P_water_vert				
SLEr2	Q_water_min				
SLEr2	Container sup M				
SLEr3	DEAD	None	None	None	None
SLEr3	G_ricopr terr				
SLEr3	G_terr sx				
SLEr3	G_terr dx				
SLEr3	P_water_lat				
SLEr3	P_water_vert				
SLEr3	Q_water_max				
SLEr3	Container lat				
SLEr3	Container sup V				
SLEr4	DEAD	None	None	None	None
SLEr4	G_ricopr terr				
SLEr4	G_terr sx				
SLEr4	G_terr dx				
SLEr4	P_water_lat				
SLEr4	P_water_vert				
SLEr4	Q_water_max				
SLEr4	Container sup M				
SLEr5	DEAD	None	None	None	None
SLEr5	G_ricopr terr				
SLEr5	G_terr sx				
SLEr5	G_terr dx				
SLEr5	P_water_lat				
SLEr5	P_water_vert				
SLEr5	Q_water_max				
SLEr5	Container lat				
SLEr5	Container sup V				
SLEr6	DEAD	None	None	None	None
SLEr6	G_ricopr terr				
SLEr6	G_terr sx				
SLEr6	G_terr dx				
SLEr6	P_water_lat				
SLEr6	P_water_vert				
SLEr6	Q_water_max				
SLEr6	Container sup M				
SLEf1	DEAD	None	None	None	None
SLEf1	G_ricopr terr				
SLEf1	G_terr sx				
SLEf1	G_terr dx				
SLEf1	P_water_lat				
SLEf1	P_water_vert				
SLEf1	Container lat				
SLEf1	Container sup V				

PROGETTAZIONE ATI:

Table: Combination Definitions, Part 2 of 3

ComboName	CaseName	SteelDesign	ConcDesign	AlumDesign	ColdDesign
SLEf2	DEAD	None	None	None	None
SLEf2	G_ricopr terr				
SLEf2	G_terr sx				
SLEf2	G_terr dx				
SLEf2	P_water_lat				
SLEf2	P_water_vert				
SLEf2	Container sup M				
SLEq1	DEAD	None	None	None	None
SLEq1	G_ricopr terr				
SLEq1	G_terr sx				
SLEq1	G_terr dx				
SLEq1	P_water_lat				
SLEq1	P_water_vert				
SLEq1	Container lat				
SLEq1	Container sup V				
SLD2	DEAD	None	None	None	None
SLD2	G_ricopr terr				
SLD2	G_terr sx				
SLD2	P_water_lat				
SLD2	P_water_vert				
SLD2	Container lat				
SLD2	Container sup V				
SLD2	Wood SLD				
SLD2	E_inerzia SLD				
SLD3	DEAD	None	None	None	None
SLD3	G_ricopr terr				
SLD3	G_terr sx				
SLD3	P_water_lat				
SLD3	P_water_vert				
SLD3	Q_water_min				
SLD3	Container sup M				
SLD3	Wood SLD				
SLD3	E_water_SLD				
SLD3	E_inerzia SLD				
SLD4	DEAD	None	None	None	None
SLD4	G_ricopr terr				
SLD4	G_terr sx				
SLD4	P_water_lat				
SLD4	P_water_vert				
SLD4	Container sup M				
SLD4	Wood SLD				
SLD4	E_inerzia SLD				
ENV_SLEr	SLD1	None	None	None	None
ENV_SLEr	SLD2				
ENV_SLEr	SLD3				
ENV_SLEr	SLD4				
ENV_SLEr	SLEr1				
ENV_SLEr	SLEr2				
ENV_SLEr	SLEr3				
ENV_SLEr	SLEr4				
ENV_SLEr	SLEr5				
ENV_SLEr	SLEr6				
ENV_SLEr	SLEr5				
ENV_SLEr	SLEr6				
SLEq2	DEAD	None	None	None	None

PROGETTAZIONE ATI:

Table: Combination Definitions, Part 2 of 3

ComboName	CaseName	SteelDesign	ConcDesign	AlumDesign	ColdDesign
SLEq2	G_ricopr terr				
SLEq2	G_terr sx				
SLEq2	G_terr dx				
SLEq2	P_water_lat				
SLEq2	P_water_vert				
SLEq2	Container sup M				
ENV_SLEq	SLEq1	None	None	None	None
ENV_SLEq	SLEq2				
SLU1	DEAD	None	None	None	None
SLU1	G_ricopr terr				
SLU1	G_terr sx				
SLU1	G_terr dx				
SLU1	P_water_lat				
SLU1	P_water_vert				
SLU1	Q_water_min				
SLU1	Container lat				
SLU1	Container sup V				
SLU2	DEAD	None	None	None	None
SLU2	G_ricopr terr				
SLU2	G_terr sx				
SLU2	G_terr dx				
SLU2	P_water_lat				
SLU2	P_water_vert				
SLU2	Q_water_min				
SLU2	Container sup M				
SLU3	DEAD	None	None	None	None
SLU3	G_ricopr terr				
SLU3	G_terr sx				
SLU3	G_terr dx				
SLU3	P_water_lat				
SLU3	P_water_vert				
SLU3	Q_water_max				
SLU3	Container lat				
SLU3	Container sup V				
SLU4	DEAD	None	None	None	None
SLU4	G_ricopr terr				
SLU4	G_terr sx				
SLU4	G_terr dx				
SLU4	P_water_lat				
SLU4	P_water_vert				
SLU4	Q_water_max				
SLU4	Container sup M				
SLU5	DEAD	None	None	None	None
SLU5	G_ricopr terr				
SLU5	G_terr sx				
SLU5	G_terr dx				
SLU5	P_water_lat				
SLU5	P_water_vert				
SLU5	Q_water_max				
SLU5	Container lat				
SLU5	Container sup V				
SLU6	DEAD	None	None	None	None
SLU6	G_ricopr terr				
SLU6	G_terr sx				
SLU6	G_terr dx				

PROGETTAZIONE ATI:

Table: Combination Definitions, Part 2 of 3

ComboName	CaseName	SteelDesign	ConcDesign	AlumDesign	ColdDesign
SLU6	P_water_lat				
SLU6	P_water_vert				
SLU6	Q_water_max				
SLU6	Container sup M				
SLV3	DEAD	None	None	None	None
SLV3	G_ricopr terr				
SLV3	G_terr sx				
SLV3	P_water_lat				
SLV3	P_water_vert				
SLV3	Q_water_min				
SLV3	Wood SLV				
SLV3	Container sup M				
SLV3	E_water_SLV				
SLV3	E_inerzia SLV				
SLV4	DEAD	None	None	None	None
SLV4	G_ricopr terr				
SLV4	G_terr sx				
SLV4	P_water_lat				
SLV4	P_water_vert				
SLV4	Wood SLV				
SLV4	Container sup M				
SLV4	E_inerzia SLV				
ENV_SLU	SLU1	None	None	None	None
ENV_SLU	SLU2				
ENV_SLU	SLU3				
ENV_SLU	SLU4				
ENV_SLU	SLU5				
ENV_SLU	SLU6				
ENV_SLV	SLV1	None	None	None	None
ENV_SLV	SLV2				
ENV_SLV	SLV3				
ENV_SLV	SLV4				
ENV_SLEf	SLEf1	None	None	None	None
ENV_SLEf	SLEf2				

Table: Combination Definitions, Part 3 of 3

Table: Combination Definitions, Part 3 of 3

ComboName	CaseName	GUID	Notes
SLV1	DEAD	f541c50f-425d-4462-81d2-f82958d7e0a0	
SLV1	G_ricopr terr		
SLV1	G_terr sx		
SLV1	P_water_lat		
SLV1	P_water_vert		
SLV1	Q_water_min		
SLV1	Wood SLV		
SLV1	Container lat		
SLV1	Container sup V		
SLV1	E_water_SLV		
SLV1	E_inerzia SLV		
SLV2	DEAD	d3a7b8b7-e876-4ec2-8b95-7f5820b70b56	
SLV2	G_ricopr terr		

PROGETTAZIONE ATI:

Table: Combination Definitions, Part 3 of 3

ComboName	CaseName	GUID	Notes
SLV2	G_terr sx		
SLV2	P_water_lat		
SLV2	P_water_vert		
SLV2	Wood SLV		
SLV2	Container lat		
SLV2	Container sup V		
SLV2	E_inerzia SLV		
SLD1	DEAD	56c117dc-2caf-459d-91ee-dd72dd00fccf	
SLD1	G_ricopr terr		
SLD1	G_terr sx		
SLD1	P_water_lat		
SLD1	P_water_vert		
SLD1	Q_water_min		
SLD1	Container lat		
SLD1	Container sup V		
SLD1	Wood SLD		
SLD1	E_water_SLD		
SLD1	E_inerzia SLD		
SLEr1	DEAD	f50928f2-0960-4d42-8b86-1e7594d331b2	
SLEr1	G_ricopr terr		
SLEr1	G_terr sx		
SLEr1	G_terr dx		
SLEr1	P_water_lat		
SLEr1	P_water_vert		
SLEr1	Q_water_min		
SLEr1	Container lat		
SLEr1	Container sup V		
SLEr2	DEAD	173d6adc-b5c5-4e33-a7ae-2ed38a398f1f	
SLEr2	G_ricopr terr		
SLEr2	G_terr sx		
SLEr2	G_terr dx		
SLEr2	P_water_lat		
SLEr2	P_water_vert		
SLEr2	Q_water_min		
SLEr2	Container sup M		
SLEr3	DEAD	586147f5-2909-47c5-8bb8-eb29fbb156f5	
SLEr3	G_ricopr terr		
SLEr3	G_terr sx		
SLEr3	G_terr dx		
SLEr3	P_water_lat		
SLEr3	P_water_vert		
SLEr3	Q_water_max		
SLEr3	Container lat		
SLEr3	Container sup V		
SLEr4	DEAD	59c67ef6-9f0f-4e03-af0a-132d34b49141	
SLEr4	G_ricopr terr		
SLEr4	G_terr sx		
SLEr4	G_terr dx		
SLEr4	P_water_lat		
SLEr4	P_water_vert		
SLEr4	Q_water_max		

PROGETTAZIONE ATI:

Table: Combination Definitions, Part 3 of 3

ComboName	CaseName	GUID	Notes
SLEr4	Container sup M		
SLEr5	DEAD	cbc48c22-6772-417e-9ee5-0c489b459ab1	
SLEr5	G_ricopr terr		
SLEr5	G_terr sx		
SLEr5	G_terr dx		
SLEr5	P_water_lat		
SLEr5	P_water_vert		
SLEr5	Q_water_max		
SLEr5	Container lat		
SLEr5	Container sup V		
SLEr6	DEAD	7549d999-b51e-4b3a-b94d-1ac52acc8ef0	
SLEr6	G_ricopr terr		
SLEr6	G_terr sx		
SLEr6	G_terr dx		
SLEr6	P_water_lat		
SLEr6	P_water_vert		
SLEr6	Q_water_max		
SLEr6	Container sup M		
SLEf1	DEAD	d96de470-4c04-468f-9cdd-1805cac8ddfc	
SLEf1	G_ricopr terr		
SLEf1	G_terr sx		
SLEf1	G_terr dx		
SLEf1	P_water_lat		
SLEf1	P_water_vert		
SLEf1	Container lat		
SLEf1	Container sup V		
SLEf2	DEAD	0e553dcf-9b8c-4d5a-bcc7-b44ba40d3721	
SLEf2	G_ricopr terr		
SLEf2	G_terr sx		
SLEf2	G_terr dx		
SLEf2	P_water_lat		
SLEf2	P_water_vert		
SLEf2	Container sup M		
SLEq1	DEAD		
SLEq1	G_ricopr terr		
SLEq1	G_terr sx		
SLEq1	G_terr dx		
SLEq1	P_water_lat		
SLEq1	P_water_vert		
SLEq1	Container lat		
SLEq1	Container sup V		
SLD2	DEAD	d01b0da3-b1a2-4b2a-9c7e-8efda1262f93	
SLD2	G_ricopr terr		
SLD2	G_terr sx		
SLD2	P_water_lat		
SLD2	P_water_vert		
SLD2	Container lat		
SLD2	Container sup V		
SLD2	Wood SLD		
SLD2	E_inerzia SLD		

PROGETTAZIONE ATI:

Table: Combination Definitions, Part 3 of 3

ComboName	CaseName	GUID	Notes
SLD3	DEAD	9ea3dd89-d330-4279-8b4e-d2e419298fc1	
SLD3	G_ricopr terr		
SLD3	G_terr sx		
SLD3	P_water_lat		
SLD3	P_water_vert		
SLD3	Q_water_min		
SLD3	Container sup M		
SLD3	Wood SLD		
SLD3	E_water_SLD		
SLD3	E_inerzia SLD		
SLD4	DEAD	33dad11b-8285-4075-a856-bc8fcf0e68c4	
SLD4	G_ricopr terr		
SLD4	G_terr sx		
SLD4	P_water_lat		
SLD4	P_water_vert		
SLD4	Container sup M		
SLD4	Wood SLD		
SLD4	E_inerzia SLD		
ENV_SLEr	SLD1	6bd700e1-d148-4c7e-87e1-f856ba2923ad	
ENV_SLEr	SLD2		
ENV_SLEr	SLD3		
ENV_SLEr	SLD4		
ENV_SLEr	SLEr1		
ENV_SLEr	SLEr2		
ENV_SLEr	SLEr3		
ENV_SLEr	SLEr4		
ENV_SLEr	SLEr5		
ENV_SLEr	SLEr6		
ENV_SLEr	SLEr5		
ENV_SLEr	SLEr6		
SLEq2	DEAD	04e29d56-5d20-44ac-bd47-4acdd4f57c72	
SLEq2	G_ricopr terr		
SLEq2	G_terr sx		
SLEq2	G_terr dx		
SLEq2	P_water_lat		
SLEq2	P_water_vert		
SLEq2	Container sup M		
ENV_SLEq	SLEq1		
ENV_SLEq	SLEq2		
SLU1	DEAD	c76eb60b-7fbd-494c-90b3-55ec6b99d559	
SLU1	G_ricopr terr		
SLU1	G_terr sx		
SLU1	G_terr dx		
SLU1	P_water_lat		
SLU1	P_water_vert		
SLU1	Q_water_min		
SLU1	Container lat		
SLU1	Container sup V		
SLU2	DEAD	7f2d4144-838e-47bf-a35d-f839f7c31909	
SLU2	G_ricopr terr		

PROGETTAZIONE ATI:

Table: Combination Definitions, Part 3 of 3

ComboName	CaseName	GUID	Notes
SLU2	G_terr sx		
SLU2	G_terr dx		
SLU2	P_water_lat		
SLU2	P_water_vert		
SLU2	Q_water_min		
SLU2	Container sup M		
SLU3	DEAD	57350feb-aaad-45cc-b0f1-41ebb4b99103	
SLU3	G_ricopr terr		
SLU3	G_terr sx		
SLU3	G_terr dx		
SLU3	P_water_lat		
SLU3	P_water_vert		
SLU3	Q_water_max		
SLU3	Container lat		
SLU3	Container sup V		
SLU4	DEAD	679860b1-d19d-4550-98f5-c7e9737fc250	
SLU4	G_ricopr terr		
SLU4	G_terr sx		
SLU4	G_terr dx		
SLU4	P_water_lat		
SLU4	P_water_vert		
SLU4	Q_water_max		
SLU4	Container sup M		
SLU5	DEAD	d518e352-57e4-479f-b4c0-132f509c6424	
SLU5	G_ricopr terr		
SLU5	G_terr sx		
SLU5	G_terr dx		
SLU5	P_water_lat		
SLU5	P_water_vert		
SLU5	Q_water_max		
SLU5	Container lat		
SLU5	Container sup V		
SLU6	DEAD	c3e9600c-4912-457e-a20e-538c58ef6b75	
SLU6	G_ricopr terr		
SLU6	G_terr sx		
SLU6	G_terr dx		
SLU6	P_water_lat		
SLU6	P_water_vert		
SLU6	Q_water_max		
SLU6	Container sup M		
SLV3	DEAD	5e9a476b-d0aa-4bc6-b059-dd24a1f19410	
SLV3	G_ricopr terr		
SLV3	G_terr sx		
SLV3	P_water_lat		
SLV3	P_water_vert		
SLV3	Q_water_min		
SLV3	Wood SLV		
SLV3	Container sup M		
SLV3	E_water_SLV		
SLV3	E_inerzia SLV		

PROGETTAZIONE ATI:

Table: Combination Definitions, Part 3 of 3

ComboName	CaseName	GUID	Notes
SLV4	DEAD	c8cba8ac-217e-4f0a-b3d3-a89846ea8586	
SLV4	G_ricopr terr		
SLV4	G_terr sx		
SLV4	P_water_lat		
SLV4	P_water_vert		
SLV4	Wood SLV		
SLV4	Container sup M		
SLV4	E_inerzia SLV		
ENV_SLU	SLU1	9f6b3e18-8706-4ccd-81df-2b385146378c	
ENV_SLU	SLU2		
ENV_SLU	SLU3		
ENV_SLU	SLU4		
ENV_SLU	SLU5		
ENV_SLU	SLU6		
ENV_SLV	SLV1	334e8c40-b95e-4fb0-95fe-3eb43ac1f52e	
ENV_SLV	SLV2		
ENV_SLV	SLV3		
ENV_SLV	SLV4		
ENV_SLEf	SLEf1	01ce7c75-aa0c-48ad-bc86-eccd425e5dc8	
ENV_SLEf	SLEf2		

PROGETTAZIONE ATI: