

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## U.O. PROGETTAZIONE INTEGRATA NORD

## PROGETTO DEFINITIVO

## RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA

CENTRALE IDRICA TIPOLOGICO  
Relazione di Calcolo

SCALA:

-

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

I V 0 I 0 0 D 2 6 C L F A 0 0 0 2 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	P.L. Carci <i>P.L. Carci</i>	Febbraio 2022	M. Severi <i>M. Severi</i>	Febbraio 2022	G. Fadda <i>G. Fadda</i>	Febbraio 2022	A Perego Febbraio 2022



File: IV0I00D26CLFA0002001A.doc

n. Elab.: X

## INDICE

1	PREMESSA .....	5
2	DESCRIZIONE DELL'OPERA .....	5
2.1	GEOMETRIA .....	6
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	8
3.1	NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....	8
3.2	ELABORATI PROGETTUALI .....	9
4	MATERIALI .....	9
4.1	ELEMENTI IN C.A. ....	9
4.2	DURABILITÀ STRUTTURALE .....	12
4.2.1	<i>Classe di esposizione</i> .....	12
4.2.2	<i>Copriferro</i> .....	13
5	INQUADRAMENTO GEOTECNICO .....	14
6	ANALISI DEI CARICHI .....	15
6.1	PESI PROPRI .....	15
6.2	CARICHI PERMANENTI PORTATI .....	16
6.2.1	<i>Tamponamenti esterni</i> .....	16
6.2.2	<i>Carichi idrostatici orizzontali e verticali</i> .....	19
6.3	AZIONI VARIABILI .....	19
6.3.1	<i>Azioni variabili verticali da destinazione d'uso</i> .....	19
6.3.2	<i>Azioni variabili: vento</i> .....	19
6.3.3	<i>Azioni variabili: neve</i> .....	26
6.3.4	<i>Azioni variabili: temperatura</i> .....	28
6.3.5	<i>Azione sismica</i> .....	29
6.3.6	<i>Spettro di progetto per lo SLU</i> .....	31

6.3.7	<i>Spettro di progetto per lo Stato limite di Danno</i>	32
6.3.8	<i>Spettro di progetto per lo Stato limite di Operatività</i>	33
6.3.9	<i>Azioni sismiche pseudo statiche dell'acqua</i>	34
7	<b>COMBINAZIONI DI CALCOLO</b>	35
7.1	COMBINAZIONI GEOTECNICHE	36
7.2	ELENCO COMBINAZIONI DI CARICO	37
8	<b>MODELLO DI CALCOLO ED ANALISI STRUTTURALE</b>	39
8.1.1	<i>Origine e caratteristiche dei codici di calcolo</i>	40
8.1.2	<i>Affidabilità del codice di calcolo</i>	40
8.2	CRITERI DI MODELLAZIONE DELLE MASSE STRUTTURALI	41
8.3	CALCOLO DELLE AZIONI INTERNE E DEGLI SPOSTAMENTI	42
8.3.1	<i>Analisi dinamica modale con spettro di risposta di progetto</i>	42
8.3.2	<i>Combinazione delle riposte modali</i>	42
8.3.3	<i>Combinazione degli effetti delle componenti dell'azione sismica</i>	42
9	<b>PRESENTAZIONE DEI RISULTATI</b>	43
9.1	RISULTATI DELL'ANALISI MODALE	43
9.2	PRESENTAZIONE DEI RISULTATI	47
10	<b>VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI OPERATIVITA'</b>	54
10.1	ANALISI E CALCOLO DEGLI SPOSTAMENTI	54
11	<b>VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI E DI ESERCIZIO</b>	56
11.1	VERIFICHE DELLE TRAVI	56
11.1.1	<i>Prescrizioni sulla geometria</i>	56
11.1.2	<i>Prescrizioni sui quantitativi di armatura ed i dettagli costruttivi</i>	56
11.1.3	<i>Verifica travi a pressoflessione</i>	57
11.1.4	<i>Verifiche allo S.L.E.</i>	60
11.2	VERIFICA PILASTRI	62

11.2.1	Verifica a presso-flessione .....	62
11.2.2	Verifica S.L.E. Pilastro.....	64
11.3	VERIFICA TRAVI DI FONDAZIONE .....	65
11.4	VERIFICA SETTI IN C.A. ....	72
11.5	VERIFICA PIASTRE IN C.A. ....	78
12	VERIFICA SOLAI.....	84
13	VERIFICHE DELLE FONDAZIONI .....	97
13.1	GENERALITÀ .....	97
13.2	VERIFICHE GEOTECNICHE.....	99
14	VERIFICA DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI .....	104
14.1	GENERALITÀ .....	104
14.1.1	Tamponatura esterna s=40cm.....	105
15	GIUDIZIO MOTIVATO ACCETTABILITA' DEI RISULTATI .....	108



## 1 PREMESSA

La presente relazione, relativa al fabbricato centrale idrica antincendio "FA00", riporta le principali caratteristiche geometriche e strutturali dell'edificio di nuova realizzazione previsto nell'ambito del progetto definitivo di raddoppio della linea Genova-Ventimiglia tratta Finale Ligure-Andora.

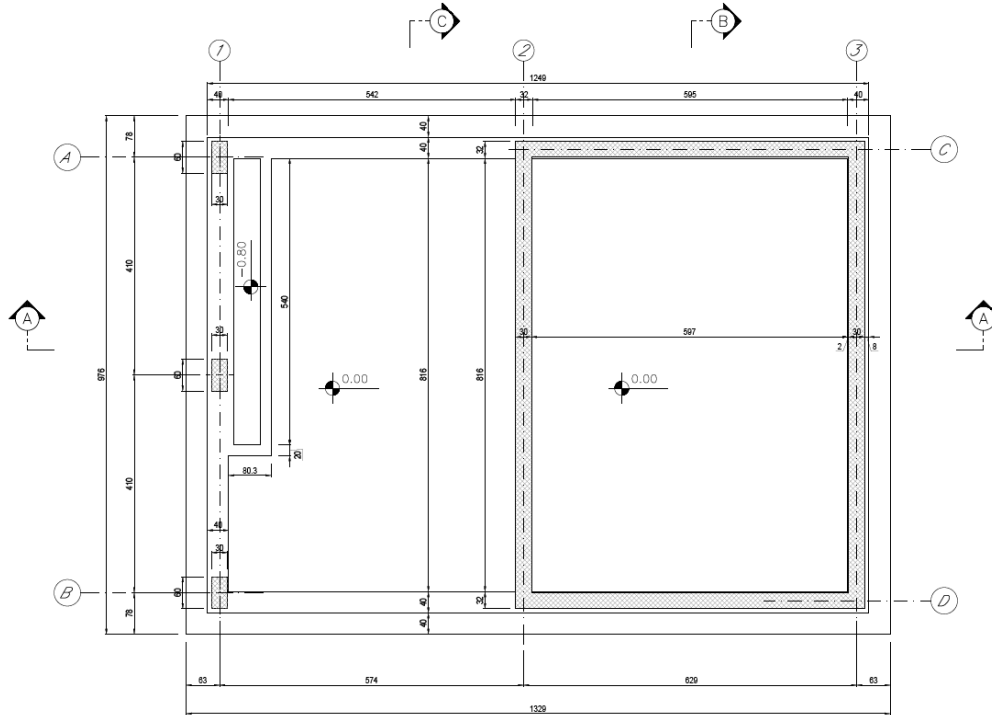
Tale fabbricato è da ritenersi tipologico. Nel caso di specie ci si riferisce alla posizione progr. 82+395 in prossimità del fabbricato tecnologico FA02 all'imbocco della Galleria Croce lato Ventimiglia, in quanto soggetto alle condizioni di progetto più gravose.

## 2 DESCRIZIONE DELL'OPERA

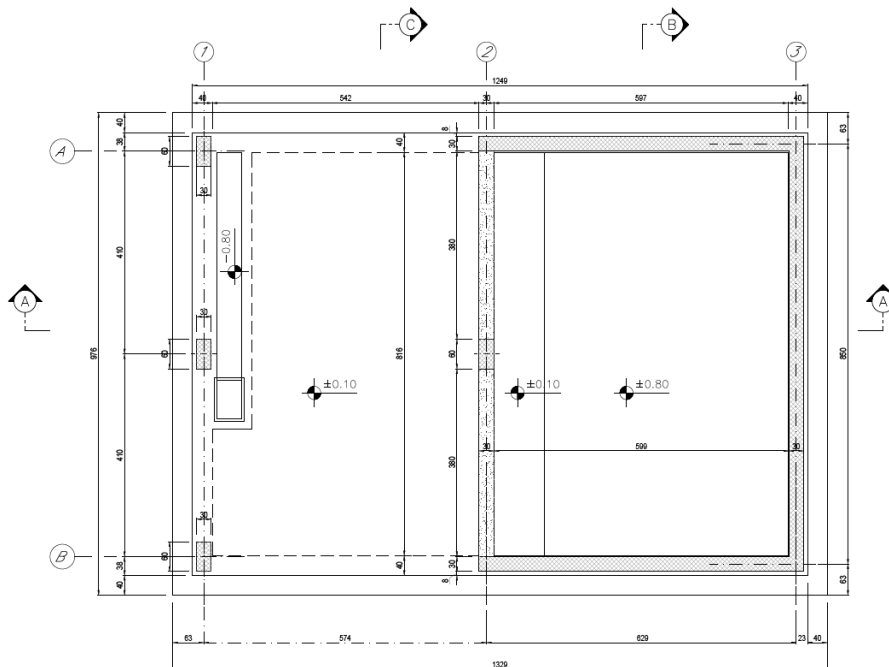
L'edificio è caratterizzato da una pianta rettangolare allungata di ingombro strutturale massimo 12.33x8.80 m circa e si articola in un unico livello fuori terra con copertura piana. La fondazione sarà realizzata con una platea di fondazione di spessore pari a 40 cm irrigidita perimetralmente da una serie di travi di fondazione a sezione rettangolare 40x70 cm o 50x70 cm, il tutto gettato sopra un magrone di pulizia di almeno 10 cm di spessore. Dalle fondazioni spiccheranno due pilastri a sezione rettangolare 30x60 cm e le quattro pareti perimetrali della vasca di raccolta idrica aventi spessore 30 cm

La copertura sarà realizzata a mezzo di un solaio in predalles di sezione  $h = 5+25+5 = 35$  cm. La gronda perimetrale della copertura di aggetto massimo di 0.75 m sarà del tipo a soletta piena di spessore 15 cm.

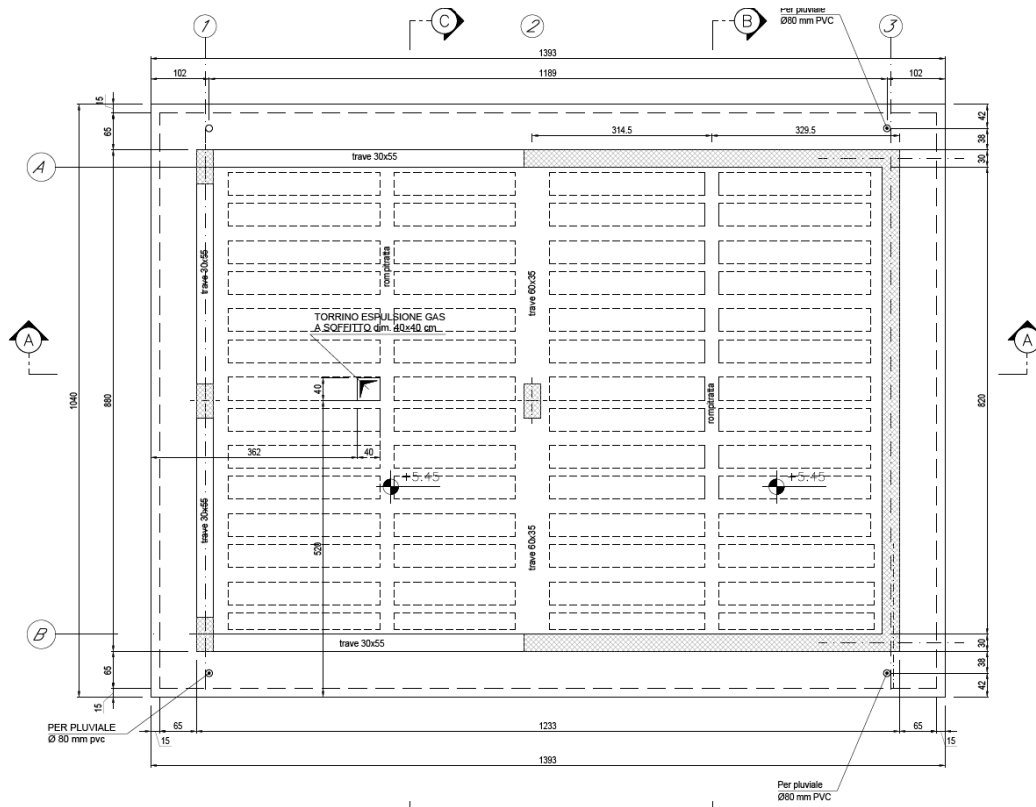
## 2.1 Geometria



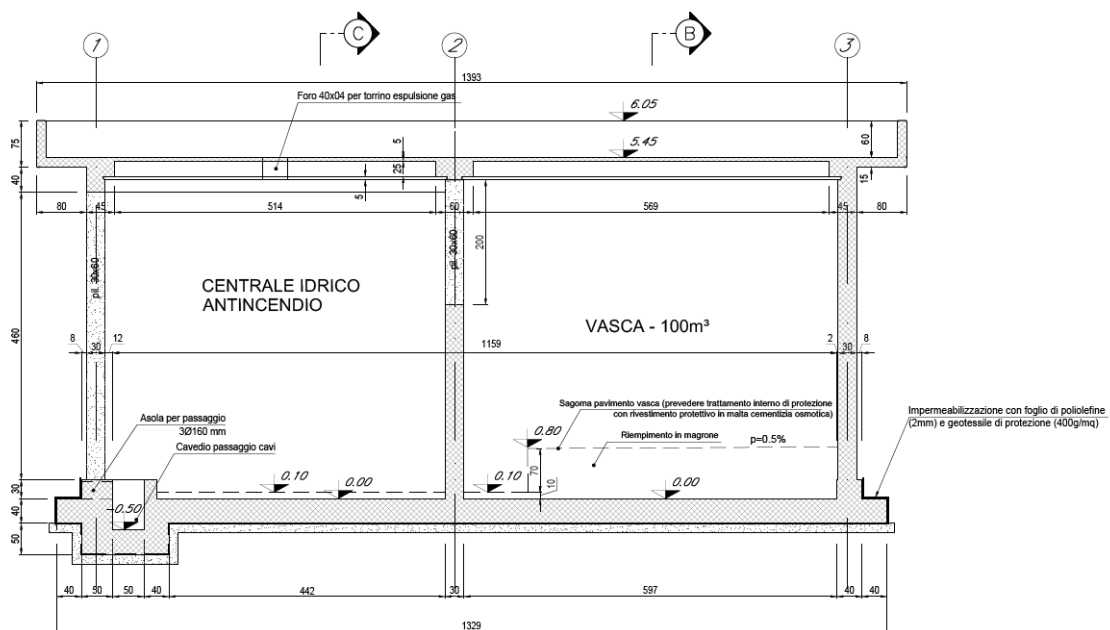
**Figura 1 – pianta fondazioni**



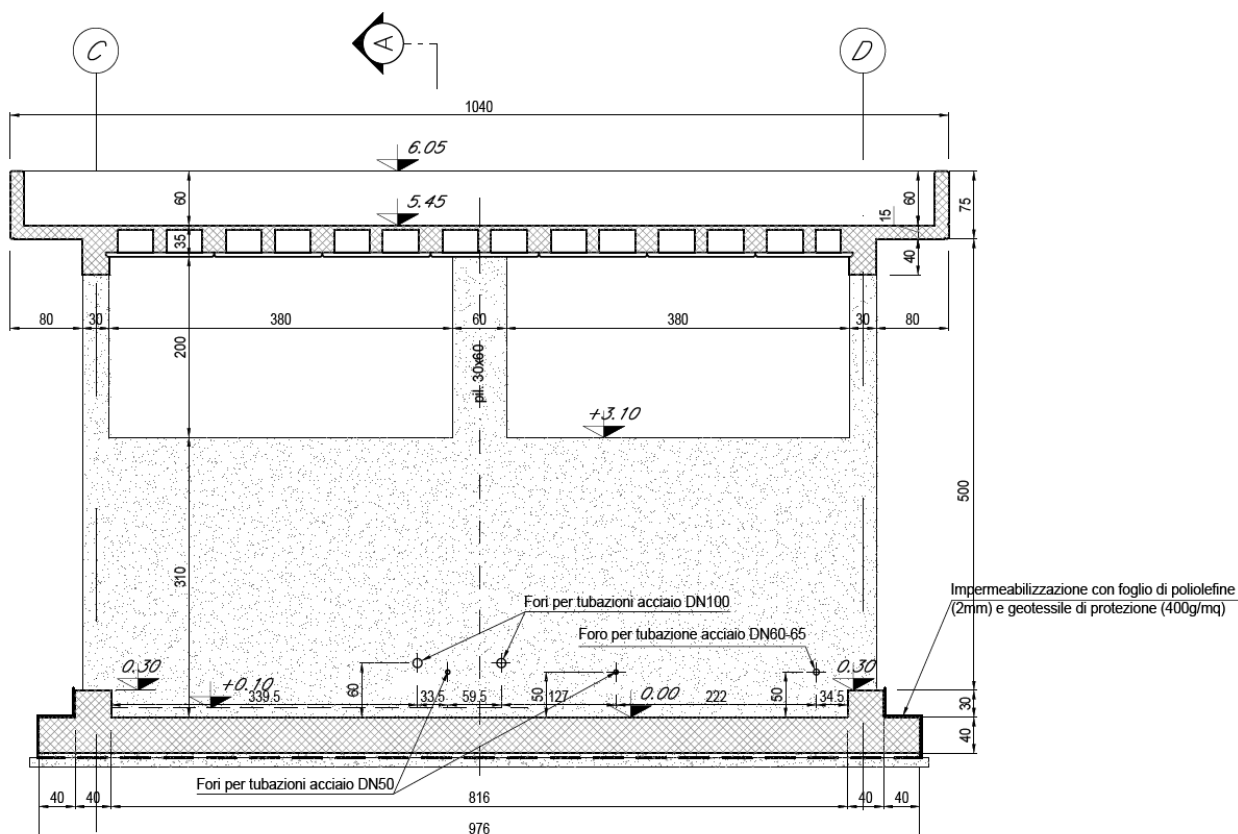
**Figura 2 – pianta a quota +3.00m**



**Figura 3 – pianta copertura**



**Figura 4 –sezione longitudinale**



**Figura 5 – sezione trasversale parete divisoria in c.a.**

### 3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

#### 3.1 Normative di riferimento

- [1]. L. n. 1086 del 5/11/1971 “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”;
- [2]. L. n. 64 del 2/2/1974 “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;
- [3]. Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-18 (NTC-2018);
- [4]. Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l’Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;
- [5]. Regolamento (UE) N.1299/2014 del 18 novembre 2014 della Commissione Europea. Relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione Europea modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;

- [6]. Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010.
- [7]. RFI DTC SI PS MA IFS 001 E - Manuale di Progettazione delle Opere Civili;
- [8]. RFI DTC SI PS SP IFS 001 E – Capitolato generale tecnico di Appalto delle opere civili. Parte II – Sezione 6 - Opere in conglomerato cementizio e in acciaio;
- [9]. UNI EN 206-1:2006 Parte 1: Calcestruzzo-Specificazione, prestazione, produzione e conformità;
- [10]. UNI EN 1991-1-2 (2005) - Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Parte 1-2: Regole generali
- [11]. UNI EN 1997-1 (2005) - Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali
- [12]. UNI EN 1998-1 (2005) - Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici
- [13]. UNI EN 1998-5 (2005) - Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
- [14]. D.M. 31.07.2012: Approvazione delle Appendici Nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici.

### **3.2 Elaborati progettuali**

Centrale Idrica tipologico - Pianta, prospetto e sezioni	IV0I00D26BBFA0002001A
Centrale Idrica tipologico - Carpenteria pianta e sezioni	IV0I00D26BBFA0002002A
Centrale Idrica tipologico - Carpenteria dettagli costruttivi	IV0I00D26BZFA0002001A

## **4 MATERIALI**

### **4.1 Elementi in c.a.**

Per le strutture di fondazione ed elevazione, sono prescritti materiali di qualità certificata; di seguito sono riportati i valori di calcolo per i materiali.

Calcestruzzo per fondazione ( $\gamma_m = 1,5$ ): **Classe C25/30**

PROPRIETA' MECCANICHE DEL CALCESTRUZZO	
$R_{ck} = 30$ N/mm <sup>2</sup>	Resistenza caratteristica cubica a compressione del calcestruzzo a 28 giorni
$f_{ck} = 25$ N/mm <sup>2</sup>	Resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo $f_{ck} = 0.83 * R_{ck}$
$f_{cd} = 14.17$ N/mm <sup>2</sup>	Resistenza di progetto a compressione del calcestruzzo $f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c$
$\alpha_{cc} = 0.85$	Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata
$\gamma_c = 1.50$	Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo
$f_{cm} = 33$ N/mm <sup>2</sup>	Resistenza media a trazione semplice (assiale) del calcestruzzo $f_{cm} = f_{ck} + 8$ [N/mm <sup>2</sup> ]
$E_{cm} = 31476$ N/mm <sup>2</sup>	Modulo elastico (di Young) da assumere in sede di progettazione per il cls $E_c = 22000 * (f_{cm}/10)^{0.3}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
$f_{ctm} = 2.56$ N/mm <sup>2</sup>	Resistenza media a trazione semplice (assiale) del calcestruzzo $f_{ctm} = 0.30 * f_{ck}^{2/3}$ [N/mm <sup>2</sup> ] per classi $\leq C50/60$ $f_{ctm} = 2.12 + \ln[1 + (f_{cm}/10)]$ [N/mm <sup>2</sup> ] per classi $> C50/60$
$f_{ctk,0.05} = 1.80$ N/mm <sup>2</sup>	Valore caratteristico della resistenza a trazione del cls corrispondente al frattile 5% $f_{ctk,0.05} = 0.7 * f_{ctm}$
$f_{ctd,0.05} = 1.20$ N/mm <sup>2</sup>	Valore di progetto della resistenza a trazione del cls corrispondente al frattile 5% $f_{ctd,0.05} = f_{ctk,0.05} / \gamma_c$
$f_{bk,0.05} = 4.04$ N/mm <sup>2</sup>	Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza acciaio-calcestruzzo (resistenza corrispondente al frattile 5%) $f_{bk} = 2.25 * \eta * f_{ctk,0.05}$ $\eta = 1$ per barre di diametro $\phi \leq 32mm$ $\eta = (132 - \phi) / 100$ per barre di diametro superiore
$f_{bd,0.05} = 2.69$ N/mm <sup>2</sup>	Resistenza tangenziale di progetto di aderenza acciaio-calcestruzzo (resistenza cls corrispondente al frattile 5%) $f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c$
$f_{ctk,0.95} = 3.33$ N/mm <sup>2</sup>	Valore caratteristico della resistenza a trazione del cls corrispondente al frattile 95% $f_{ctk,0.95} = 1.3 * f_{ctm}$
$f_{ctd,0.95} = 2.22$ N/mm <sup>2</sup>	Valore di progetto della resistenza a trazione del cls corrispondente al frattile 95% $f_{ctd,0.95} = f_{ctk,0.95} / \gamma_c$
$f_{bk,0.95} = 7.50$ N/mm <sup>2</sup>	Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza acciaio-calcestruzzo (resistenza cls corrispondente al frattile 95%) $f_{bk} = 2.25 * \eta * f_{ctk,0.95}$ $\eta = 1$ per barre di diametro $\phi \leq 32mm$ $\eta = (132 - \phi) / 100$ per barre di diametro superiore
$f_{bd,0.95} = 5.00$ N/mm <sup>2</sup>	Resistenza tangenziale di progetto di aderenza acciaio-calcestruzzo (resistenza cls corrispondente al frattile 95%) $f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c$
$f_{ctm} = 3.08$ N/mm <sup>2</sup>	Valor medio della resistenza a trazione per flessione $f_{ctm} = 1.2 * f_{ctm}$

Calcestruzzo per elevazione ( $\gamma_m = 1,5$ ): **Classe C32/40**

PROPRIETA' MECCANICHE DEL CALCESTRUZZO	
$R_{ck} = 40$ N/mm <sup>2</sup>	Resistenza caratteristica cubica a compressione del calcestruzzo a 28 giorni
$f_{ck} = 32$ N/mm <sup>2</sup>	Resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo $Anche f_{ck} = 0.83 * R_{ck}$
$f_{cd} = 18,13$ N/mm <sup>2</sup>	Resistenza di progetto a compressione del calcestruzzo $f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c$
$\alpha_{cc} = 0,85$	Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata
$\gamma_c = 1,50$	Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo
$f_{cm} = 40$ N/mm <sup>2</sup>	Resistenza media a trazione semplice (assiale) del calcestruzzo $f_{cm} = f_{ck} + 8$ [N/mm <sup>2</sup> ]
$E_{cm} = 33346$ N/mm <sup>2</sup>	Modulo elastico (di Young) da assumere in sede di progettazione per il cls $E_c = 22000 * (f_{cm}/10)^{0.3}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
$f_{ctm} = 3,02$ N/mm <sup>2</sup>	Resistenza media a trazione semplice (assiale) del calcestruzzo $f_{ctm} = 0.30 * f_{ck}^{2/3}$ [N/mm <sup>2</sup> ] per classi $\leq C50/60$ $f_{ctm} = 2.12 + \ln[1 + (f_{cm}/10)]$ [N/mm <sup>2</sup> ] per classi $> C50/60$
$f_{ctk,0.05} = 2,12$ N/mm <sup>2</sup>	Valore caratteristico della resistenza a trazione del cls corrispondente al frattile 5% $f_{ctk,0.05} = 0.7 * f_{ctm}$
$f_{ctd,0.05} = 1,41$ N/mm <sup>2</sup>	Valore di progetto della resistenza a trazione del cls corrispondente al frattile 5% $f_{ctd,0.05} = f_{ctk,0.05} / \gamma_c$
$f_{bk,0.05} = 4,76$ N/mm <sup>2</sup>	Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza acciaio-calcestruzzo (resistenza corrispondente al frattile 5%) $f_{bk} = 2,25 * \eta * f_{ctk,0.05}$ $\eta = 1$ per barre di diametro $\phi \leq 32mm$ $\eta = (132 - \phi) / 100$ per barre di diametro superiore
$f_{bd,0.05} = 3,18$ N/mm <sup>2</sup>	Resistenza tangenziale di progetto di aderenza acciaio-calcestruzzo (resistenza cls corrispondente al frattile 5%) $f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c$
$f_{ctk,0.95} = 3,93$ N/mm <sup>2</sup>	Valore caratteristico della resistenza a trazione del cls corrispondente al frattile 95% $f_{ctk,0.95} = 1.3 * f_{ctm}$
$f_{ctd,0.95} = 2,62$ N/mm <sup>2</sup>	Valore di progetto della resistenza a trazione del cls corrispondente al frattile 95% $f_{ctd,0.95} = f_{ctk,0.95} / \gamma_c$
$f_{bk,0.95} = 8,84$ N/mm <sup>2</sup>	Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza acciaio-calcestruzzo (resistenza cls corrispondente al frattile 95%) $f_{bk} = 2,25 * \eta * f_{ctk,0.95}$ $\eta = 1$ per barre di diametro $\phi \leq 32mm$ $\eta = (132 - \phi) / 100$ per barre di diametro superiore
$f_{bd,0.95} = 5,90$ N/mm <sup>2</sup>	Resistenza tangenziale di progetto di aderenza acciaio-calcestruzzo (resistenza cls corrispondente al frattile 95%) $f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c$
$f_{ctm} = 3,63$ N/mm <sup>2</sup>	Valor medio della resistenza a trazione per flessione $f_{ctm} = 1.2 * f_{ctm}$

- Acciaio ordinario per elementi in c.a. ( $\gamma_m = 1,15$ ): **B450C**

PROPRIETA' MECCANICHE DELL'ACCIAIO	
$f_{y\ nom} = 450\ N/mm^2$	Valore nominale della tensione di snervamento frattile 5%)
$f_{t\ nom} = 540\ N/mm^2$	Valore nominale della tensione di rottura (frattile 5%)
$f_{yk} \geq f_{y\ nom}$	Tensione caratteristica di snervamento (frattile 5%)
$f_{tk} \geq f_{t\ nom}$	Tensione caratteristica di rottura (frattile 5%)
$f_{yd} = 3913\ daN/cm^2$	Resistenza di calcolo dell'acciaio $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s$
$\gamma_s = 1,50$	Coefficiente parziale di sicurezza
$E_s = 2000000\ daN/cm^2$	Modulo elastico (di Young) dell'acciaio
$1,15 \leq (f_t/f_y)_k \leq 1,35$	Rapporti di duttilità (frattile 10%)
$(A_{gt})_k \geq 7,5\%$	Allungamento (frattile 10%)

## 4.2 Durabilità strutturale

### 4.2.1 Classe di esposizione

La durabilità di un'opera dipende dalle condizioni ambientali e dalle azioni di tipo chimico-fisiche che possono interessarne gli elementi strutturali nell'arco della vita utile della struttura. Tali azioni, non prese in conto nell'analisi strutturale, richiedono un'opportuna scelta del materiale strutturale ed adeguate disposizioni costruttive.

Il requisito di durabilità si ritiene soddisfatto quando la struttura, per il periodo di vita previsto, è in grado di assolvere le sue funzioni senza limitazioni d'uso essendo soggetta solo a manutenzione ordinaria.

Per ottenere strutture durabili la EN 206-1:2001 (indicata esplicitamente dalle NTC18) richiede che siano soddisfatti i seguenti criteri per i componenti realizzati in c.a.:

- classificazione degli elementi strutturali in idonee classi di esposizione;
- impiego di calcestruzzo di adeguata composizione;
- protezione dell'armatura metallica

Le condizioni ambientali prevalenti degli elementi strutturali e le tipologie di calcestruzzi sono riportate nelle seguenti tabelle:

### - Calcestruzzo fondazione

CLASSI DI ESPOSIZIONE (UNI-EN 206-1:2006)						
Ambiente	classe di esposizione	Min Classe di Resistenza	Max rapporto a/c	Min contenuto di aria [%]	Dosaggio minimo cemento [kg/m <sup>3</sup> ]	Condizioni ambientali
Assenza di rischio di corrosione o attacco	-	-	-	-	-	-
Corrosione indotta da carbonatazione	XC2	C25/30	0.6	-	280	Ordinarie
Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare	-	-	-	-	-	-
Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare	-	-	-	-	-	-
Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti	-	-	-	-	-	-
Attacco chimico	-	-	-	-	-	-



**- Calcestruzzo elevazione**

CLASSI DI ESPOSIZIONE (UNI-EN 206-1:2006)						
Ambiente	classe di esposizione	Min Classe di Resistenza	Max rapporto a/c	Min contenuto di aria [%]	Dosaggio minimo cemento [kg/m <sup>3</sup> ]	Condizioni ambientali
Assenza di rischio di corrosione o attacco	-	-	-	-	-	-
Corrosione indotta da carbonatazione	XC3	C32/40	0.5	-	340	Ordinarie
Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare	-	-	-	-	-	-
Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare	-	-	-	-	-	-
Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti	-	-	-	-	-	-
Attacco chimico	-	-	-	-	-	-

**4.2.2 Copriferro**

Con riferimento al punto 4.1.6.1.3 delle NTC, al fine della protezione delle armature dalla corrosione il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve rispettare quanto indicato nella tabella C4.1.IV della Circolare 2019, riportata di seguito, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tabella 4.1.III delle NTC.

I valori della Tabella C4.1.IV si riferiscono a costruzioni con vita nominale di 50 anni (Tipo 2 secondo la Tabella 2.4.I delle NTC). Per costruzioni con vita nominale di 100 anni (Tipo 3 secondo la citata Tabella 2.4.I) i valori della Tabella C4.1.IV vanno aumentati di 10 mm

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p elementi a piastra		cavi da c.a.p altri elementi	
Cmin	Co	ambiente	C≥Co	Cmin≤C<Co	C≥Co	Cmin≤C<Co	C≥Co	Cmin≤C<Co	C≥Co	Cmin≤C<Co
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Ai valori riportati nella tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm.

Si riportano di seguito i copriferri adottati, determinati in funzione della classe del cls e delle condizioni ambientali.

	ambiente	Copriferro minimo	Tolleranza di posa	Vita Nominale	Copriferro nominale
Travi	Ordinario	25	10	10	45
Pilastrini	Ordinario	25	10	10	45
Fondazioni	Ordinario	20	10	10	40
Setti	Ordinario	20	10	10	40

#### 4.2.2.1 Ampiezza massima delle fessure

##### Condizioni di aggressività per i vari tipi di opere e limiti di apertura delle fessure

Secondo le prescrizioni delle NTC 2018, Tab. 4.1.III.

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	XC0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

##### Condizioni di aggressività per opere di fondazione ed in elevazione

Per la classe XC2 delle fondazioni ricadiamo in **condizioni ordinarie**.

Per la classe XC3 delle elevazioni ricadiamo in **condizioni ordinarie**.

In relazione al MdP “RFI DTC SI PS MA IFS 001 E” §2.5.1.8.3.2.4 avendo armature poco sensibili si ha:

##### Per le fondazioni:

Limite di apertura delle fessure per Combinazione di azioni rara  $\delta \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$

##### Per le elevazioni:

Limite di apertura delle fessure per Combinazione di azioni rara  $\delta \leq w_2 = 0.3 \text{ mm}$

#### 4.2.2.2 Valori limite delle tensioni

##### Tensioni di compressione del calcestruzzo

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- Per combinazione di carico caratteristica (rara): 0,55 fck;
- Per combinazioni di carico quasi permanente: 0,40 fck ;
- Per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

##### Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare 0,75 fyk.

## 5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

La stratigrafia dei terreni con i quali la struttura interagisce è stata determinata in base al profilo geotecnico di Pietra Ligure (documento L371 00 D26 F5 GE0005 003A) e alla relazione geotecnica della tratta Finale Ligure – Andora, relativa alle tratte all’aperto (documento L371 00 D26 RB GE0005 001A).

Si riporta di seguito la successione stratigrafica dei terreni in corrispondenza dell’opera in esame:

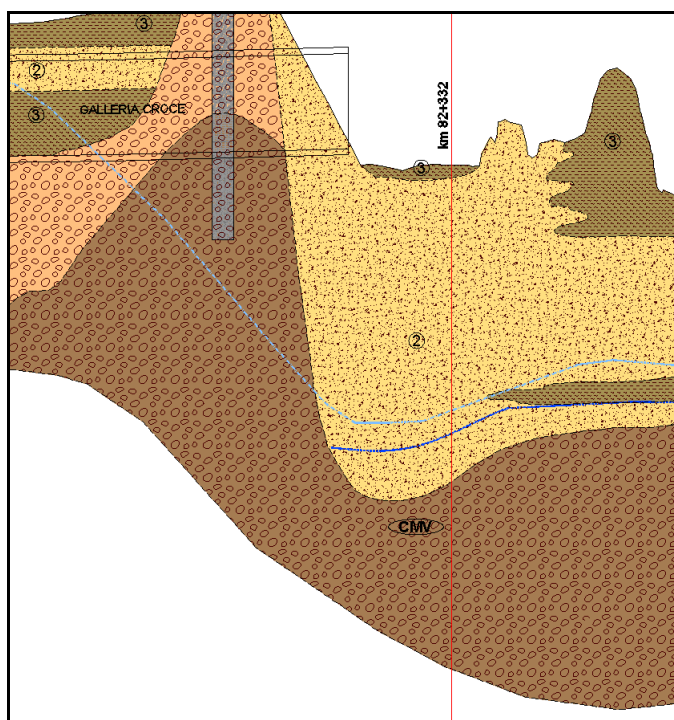
Quota limiti strati (m s.l.m.)	Spessore strato (m)	Formazione
(+25.00)	-	(Piano campagna)
+24.0	1.00	Unità 3
-4.0	28.0	Unità 2
-21	17.0	CMV

	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$c_u$ [kPa]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]	$E'$ [MPa]	$\nu$	OCR
<b>Unità 2</b>	20	-	0÷10	28÷30	25÷45	0.3	-
<b>Unità 3</b>	20	50÷150	5÷20	22÷28	5÷15	0.3	3÷10

**UNITA'2:** Depositi alluvionali incoerenti, costituiti prevalentemente da sabbia e ghiaia

**UNITA'3:** Depositi alluvionali coesivi, costituiti prevalentemente da limo e argilla

La falda è considerata a +1 m s.l.m. ovvero ad una profondità di 26 m dal piano di posa di fondazione.



**Figura 6: Profilo geotecnico in prossimità della progressiva Km 82+332**

## 6 ANALISI DEI CARICHI

Per le analisi dei carichi si è fatto riferimento al D.M. 17.01.2018.

### 6.1 Pesì propri

Il peso proprio delle strutture di elevazione in c.a. è imputato alla struttura direttamente dal programma di calcolo utilizzato assumendo un peso specifico per il cemento armato pari a 25.00 kN/m<sup>3</sup>.

## 6.2 Carichi permanenti portati

I carichi permanenti e variabili applicati alla struttura sono quelli dovuti a:

### Solaio copertura (cat. H) – carico tipo 1

- Peso proprio solaio	3,50 kN/mq
- massetto pendenze	1,50 kN/mq
- impermeabilizzazione	0,10 kN/mq
- intonaco inferiore	0,20 kN/mq
<b>TOTALE PESO PROPRIO</b>	<b>3,50 kN/mq</b>
<b>TOTALE PERMANENTI</b>	<b>1,80 kN/mq</b>

### Solaio copertura – gronda (cat. H) – carico tipo 2

- Peso proprio soletta s=15 cm	3,75 kN/mq
- massetto pendenze	1,50 kN/mq
- impermeabilizzazione	0,10 kN/mq
- intonaco inferiore	0,20 kN/mq
<b>TOTALE PESO PROPRIO</b>	<b>3,75 kN/mq</b>
<b>TOTALE PERMANENTI</b>	<b>1,80 kN/mq</b>

### Platea di fondazione zona centrale idrica (cat. H) – carico tipo 3

- Peso proprio platea	20,00 kN/mq
- vespaio su iglu + soletta h=10cm	3,30 kN/mq
<b>TOTALE PESO PROPRIO</b>	<b>20,00 kN/mq</b>
<b>TOTALE PERMANENTI</b>	<b>3,30 kN/mq</b>

### Platea di fondazione zona vasca – carico tipo 4

- Peso proprio platea	20,00 kN/mq
- Riempimento con magrone	18,40 kN/mq
<b>TOTALE PESO PROPRIO</b>	<b>20,00 kN/mq</b>
<b>TOTALE PERMANENTI</b>	<b>18,40 kN/mq</b>

#### 6.2.1 Tamponamenti esterni

La tamponatura esterna verrà realizzata con blocchi in laterizio forato porizzato tipo Poroton P800 o similare di spessore 40 cm intonacato su entrambi i paramenti interno ed esterno.

Il peso complessivo della parete è pari a  $0,40 \times 8,60 = 3,44$  kN/mq a cui vanno aggiunti gli strati di intonaco interno ed esterno di peso pari a 0,30 kN/mq per un totale di 3,74/mq. Si applicherà un carico di 4,00 kN/mq. Tale carico viene dal programma di calcolo moltiplicato per l'altezza del pannello di tamponatura per ottenere un carico uniformemente ripartito sulla lunghezza della tamponatura.

I blocchi portanti si assumono avere le seguenti caratteristiche meccaniche, utili per le verifiche degli elementi secondari:

CARATTERISTICHE DEI BLOCCHI	
Range di spessori in produzione	20 ÷ 45 (cm)
Classificazione del blocco	semipieno
Peso specifico apparente del blocco	~ 800 ÷ 860 (kg/m <sup>3</sup> )
Percentuale di foratura, φ	≤ 45%
Resistenza caratteristica in direzione dei carichi verticali, $f_{bk}$	> 8,0 (N/mm <sup>2</sup> )
Res. caratt. in dir. ortogonale ai carichi verticali e nel piano del muro, $f'_{bk}$	> 1,5 (N/mm <sup>2</sup> )

### MALTE PER MURATURA

E' previsto l'impiego di malta a prestazione garantita del tipo M10:

Tab. 11.10.II - Classi di malte a prestazione garantita

Classe	M 2,5	M 5	M 10	M 15	M 20	M d
Resistenza a compressione N/mm <sup>2</sup>	2,5	5	10	15	20	d

d è una resistenza a compressione maggiore di 25 N/mm<sup>2</sup> dichiarata dal fabbricante

### PARAMETRI MECCANICI CARATTERISTICI DELLA MURATURA

In sede di progetto il valore di resistenza caratteristica a compressione della muratura  $f_k$  può essere dedotto dalla resistenza a compressione degli elementi e dalla classe di appartenenza della malta tramite la Tabella 11.10.VI della **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Tab. 11.10.VI - Valori di  $f_k$  per murature in elementi artificiali pieni e semipieni (valori in N/mm<sup>2</sup>)

Resistenza caratteristica a compressione $f_{bk}$ dell'elemento N/mm <sup>2</sup>	Tipo di malta			
	M15	M10	M5	M2,5
2,0	1,2	1,2	1,2	1,2
3,0	2,2	2,2	2,2	2,0
5,0	3,5	3,4	3,3	3,0
7,5	5,0	4,5	4,1	3,5
10,0	6,2	5,3	4,7	4,1
15,0	8,2	6,7	6,0	5,1
20,0	9,7	8,0	7,0	6,1
30,0	12,0	10,0	8,6	7,2
40,0	14,3	12,0	10,4	-

$$f_k = 4.60 \text{ Mpa}$$

Per le finalità di questo paragrafo, per le murature formate da elementi artificiali pieni o semipieni, il valore della resistenza caratteristica a taglio  $f_{vk0}$  è dedotto dalla resistenza a compressione degli elementi tramite la Tabella 11.10.VIII della **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Tab. 11.10.VIII - Resistenza caratteristica a taglio in assenza di tensioni normali  $f_{vk0}$  (valori in N/mm<sup>2</sup>)

Elementi per muratura	$f_{vk0}$ (N/mm <sup>2</sup> )			
	Malta ordinaria di classe di resistenza data		Malta per strati sottili (giunto orizzontale $\geq 0,5$ mm e $\leq 3$ mm)	Malta alleggerita
Laterizio	M10 - M20	0,30	0,30*	0,15
	M2,5 - M9	0,20		
	M1 - M2	0,10		
Silicato di calcio	M10 - M20	0,20	0,20**	0,15
	M2,5 - M9	0,15		
	M1 - M2	0,10		
Calcestruzzo vibrocompresso Calcestruzzo areato autoclavato Pietra artificiale e pietra naturale a massello	M10 - M20	0,20	0,20**	0,15
	M2,5 - M9	0,15		
	M1 - M2	0,10		

\* valore valido per malte di classe M10 o superiore e resistenza dei blocchi  $f_{bk} \geq 5,0$  N/mm<sup>2</sup>

\*\* valore valido per malte di classe M5 o superiore e resistenza dei blocchi  $f_{bk} \geq 3,0$  N/mm<sup>2</sup>

$$f_{vk0} = 0.30 \text{ Mpa}$$

Analogamente i moduli secanti di elasticità a flessione taglio sono definiti dalla **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

modulo di elasticità normale secante  $E = 1000 f_k = 4600$  Mpa

modulo di elasticità tangenziale secante  $G = 0.4 E = 1840$  MPa

## RESISTENZE DI PROGETTO DELLA MURATURA

La resistenza di progetto a compressione utilizzata per le verifiche dei tamponamenti vale:

$$f_d = f_k / \gamma_M$$

dove

$f_k$  è la resistenza caratteristica a compressione della muratura.

Nella fattispecie si ipotizza una classe di esecuzione 2 e si assunto una muratura con elementi resistenti di categoria I per cui:

$$\gamma_M = 2.5$$

Tab. 4.5.II. Valori del coefficiente  $\gamma_M$  in funzione della classe di esecuzione e della categoria degli elementi resistenti

Materiale	Classe di esecuzione	
	1	2
Muratura con elementi resistenti di categoria I, malta a prestazione garantita	2,0	2,5
Muratura con elementi resistenti di categoria I, malta a composizione prescritta	2,2	2,7
Muratura con elementi resistenti di categoria II, ogni tipo di malta	2,5	3,0

Per cui:  $f_d = 4.60/2.5 = 1.84 \text{ MPa}$

### 6.2.2 Carichi idrostatici orizzontali e verticali

Nella vasca di raccolta delle acque si assume una altezza idrica di massimo pieno pari a 2.30 m.

Di conseguenza al modello di calcolo sono state applicate le pressioni idrostatiche sulle pareti interne ed il carico verticale sulla soletta di fondazione relativa ad un battente idraulico pari all'altezza del pelo libero rispetto al fondo della vasca.

## 6.3 Azioni variabili

### 6.3.1 Azioni variabili verticali da destinazione d'uso

I carichi variabili comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera; i modelli di tali azioni possono essere costituiti da:

- carichi verticali uniformemente distribuiti  $q_k$  [kN/m<sup>2</sup>],
- carichi verticali concentrati  $Q_k$  [kN].
- carichi orizzontali lineari  $H_k$  [kN/m]

I valori nominali e/o caratteristici  $q_k$ ,  $Q_k$  ed  $H_k$  sono riportati nella Tab. 3.1.II della [3]. Tali valori sono comprensivi degli effetti dinamici ordinari, purché non vi sia rischio di risonanza delle strutture.

I carichi verticali concentrati  $Q_k$  formano oggetto di verifiche locali distinte e non vanno sovrapposti ai corrispondenti carichi verticali ripartiti; essi devono essere applicati su impronte di carico appropriate all'utilizzo ed alla forma dell'orizzontamento.

Dal paragrafo 3.1.4 del D.M. '18, nel caso di specie si ha una sola tipologia di carico di esercizio:

- Solai di copertura

### Solai interni e copertura

Cat.	Ambienti	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]	$H_k$ [kN/m]
H	Cat. H Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione	0.50	1.20	1.00

### 6.3.2 Azioni variabili: vento

Il vento, la cui direzione si considera generalmente orizzontale, esercita sulle costruzioni azioni che variano nel tempo e nello spazio provocando, in generale, effetti dinamici.

Per le costruzioni usuali tali azioni sono convenzionalmente ricondotte alle azioni statiche equivalenti definite al § 3.3.3 delle NTC18.

### VELOCITÀ BASE DI RIFERIMENTO

La velocità base di riferimento  $v_b$  è il valore medio su 10 minuti, a 10 m di altezza sul suolo su un terreno pianeggiante e omogeneo di categoria di esposizione II (vedi Tab. 3.3.II), riferito ad un periodo di ritorno  $T_R = 50$  anni.

In mancanza di specifiche ed adeguate indagini statistiche,  $v_b$  è data dall'espressione:

$$v_b = v_{b,0} \cdot c_r$$

$v_{b,0}$  è la velocità base di riferimento al livello del mare, assegnata nella Tab. 3.3.I delle NTC18 in funzione della zona in cui sorge la costruzione;

$c_r$  è il coefficiente di altitudine fornito dalla relazione:

$$c_a = 1 \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

$$c_a = 1 + k_a \left( \frac{a_s}{a_0 - 1} \right) \quad \text{per } a_0 \leq a_s \leq 1500 \text{ m}$$

dove:

$a_0, k_s$  sono parametri forniti nella Tab. 3.3.I in funzione della zona in cui sorge la costruzione (Fig. 3.3.1);

$a_s$  è l'altitudine sul livello del mare del sito ove sorge la costruzione.

Tab. 3.3.I - Valori dei parametri  $v_{b,0}, a_0, k_s$

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_s$
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,40
2	Emilia Romagna	25	750	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,37
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,36
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,36
7	Liguria	28	1000	0,54
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,50
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,32



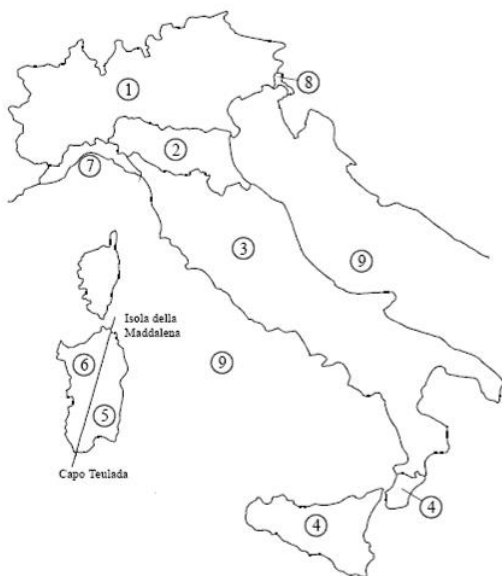


Figura 3.3.1 – Mappa delle zone in cui è suddiviso il territorio italiano

### VELOCITÀ DI RIFERIMENTO

La velocità di riferimento  $v_T$  è il valore medio su 10 minuti, a 10 m di altezza dal suolo su un terreno pianeggiante e omogeneo di categoria di esposizione II (vedi Tab. 3.3.II), riferito al periodo di ritorno di progetto  $T_R$ . Tale velocità è definita dalla relazione:

$$v_b = v_{b,0} \cdot c_r$$

dove

$v_b$  è la velocità base di riferimento, di cui al § 3.3.1 delle NTC18;

$c_r$  è il coefficiente di ritorno, funzione del periodo di ritorno di progetto  $T_R$ .

In mancanza di specifiche e adeguate indagini statistiche, il coefficiente di ritorno è fornito dalla relazione:

$$c_r = 0.75 \sqrt{1 - 0.2 \ln \left[ - \ln \left( 1 - \frac{1}{T_R} \right) \right]}$$

dove  $T_R$  è il periodo di ritorno espresso in anni.

Si assumerà  $T_R = 75$  anni, cui corrisponde  $c_r = 1.04$ .

### AZIONI STATICHE EQUIVALENTI

Le azioni del vento sono costituite da pressioni e depressioni agenti normalmente alle superfici, sia esterne che interne, degli elementi che compongono la costruzione.

### PRESSIONE DEL VENTO

La pressione del vento è data dall'espressione:

$$p = q_r c_e c_p c_d$$

dove

$q_r$  è la pressione cinetica di riferimento;

$c_e$  è il coefficiente di esposizione;

$c_p$  è il coefficiente di pressione;

$c_d$  è il coefficiente dinamico.

### PRESSIONE CINETICA DI RIFERIMENTO

La pressione cinetica di riferimento  $q_r$  è data dall'espressione:

$$q_r = \frac{1}{2} \rho \cdot v_r^2$$

dove

$v_r$  è la velocità di riferimento del vento;

$\rho$  è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1,25 kg/m<sup>3</sup>.

Esprimendo  $\rho$  in kg/m<sup>3</sup> e  $v_r$  in m/s,  $q_r$  risulta espresso in N/m<sup>2</sup>.

### COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE

Il coefficiente di esposizione  $c_e$  dipende dall'altezza  $z$  sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione. In assenza di analisi specifiche che tengano in conto la direzione di provenienza del vento e l'effettiva scabrezza e topografia del terreno che circonda la costruzione, per altezze sul suolo non maggiori di  $z = 200$  m, esso è dato dalla formula:

$$c_e(z) = k_r^2 \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \left[ 7 + \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \right] \quad \text{per } z > z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z \leq z_{\min}$$

dove

$k_r$ ,  $z_0$ ,  $z_{\min}$  sono assegnati in Tab. 3.3.II in funzione della categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione;

$c_t$  è il coefficiente di topografia.

Tab. 3.3.II - Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione

Categoria di esposizione del sito	$K_r$	$z_0$ [m]	$z_{\min}$ [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

La categoria di esposizione è assegnata in funzione della posizione geografica del sito ove sorge la costruzione e della classe di rugosità del terreno definita in Tab. 3.3.III.

Tab. 3.3.III - Classi di rugosità del terreno

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15 m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	a) Mare e relativa fascia costiera (entro 2 km dalla costa); b) Lago (con larghezza massima pari ad almeno 1 km) e relativa fascia costiera (entro 1 km dalla costa) c) Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, ....)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Si può assumere che il sito appartenga alla Classe A o B, purché la costruzione si trovi nell'area relativa per non meno di 1 km e comunque per non meno di 20 volte l'altezza della costruzione, per tutti i settori di provenienza del vento ampi almeno 30°. Si deve assumere che il sito appartenga alla Classe D, qualora la costruzione sorga nelle aree indicate con le lettere a) o b), oppure entro un raggio di 1 km da essa vi sia un settore ampio 30°, dove il 90% del terreno sia del tipo indicato con la lettera c). Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, si deve assegnare la classe più sfavorevole (l'azione del vento è in genere minima in Classe A e massima in Classe D).

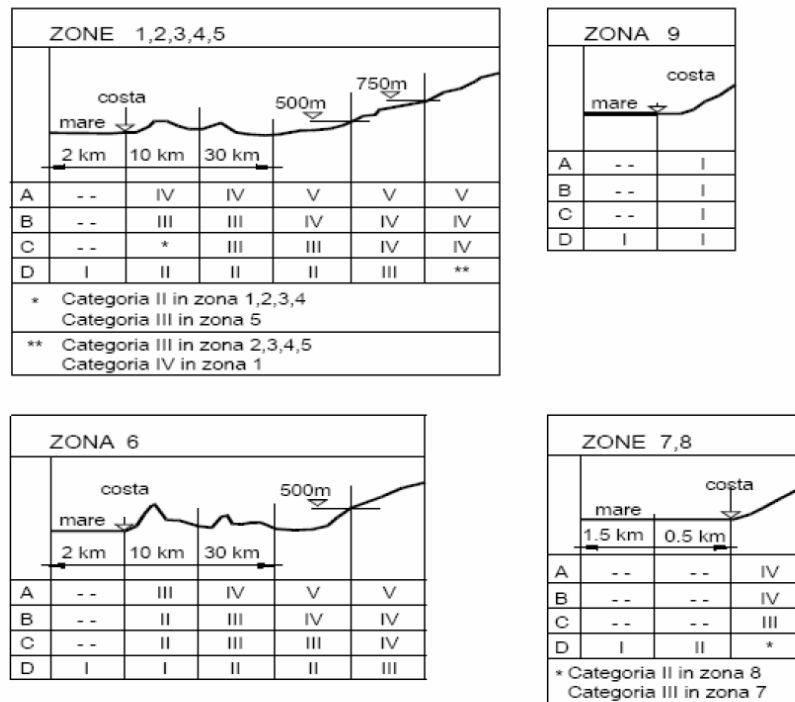


Fig. 3.3.2 - Definizione delle categorie di esposizione

### COEFFICIENTI AERODINAMICI

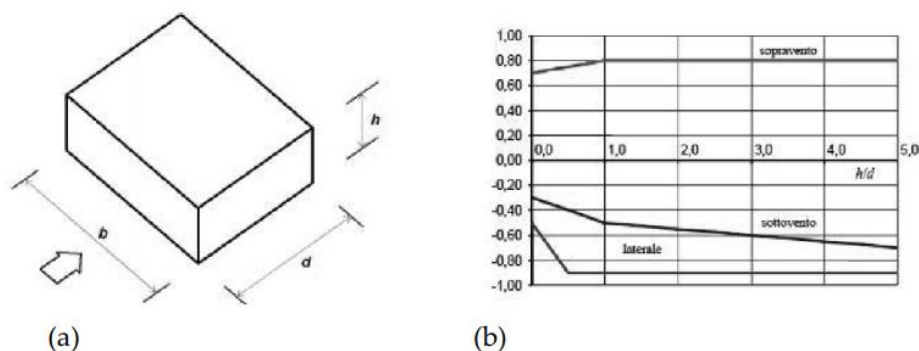
Il coefficiente di pressione  $c_p$  dipende dalla tipologia e dalla geometria della costruzione e dal suo orientamento rispetto alla direzione del vento.

Il coefficiente d'attrito  $c_f$  dipende dalla scabrezza della superficie sulla quale il vento esercita l'azione tangente.

### EDIFICI A PIANTA RETTANGOLARE CON COPERTURE PIANE, A FALDE, INCLINATE E CURVILINEE

Per la valutazione della pressione esterna si assumeranno gli schemi di seguito riportati per edifici a pianta rettangolare con copertura inclinata come l'edificio del caso di specie.

Pareti verticali i coefficienti globali  $c_{pe}$  da assumere sulle pareti di un edificio a pianta rettangolare sono riportati in Figura C3.3.2 e in Tabella C3.3.I delle NTC2018



a) Parametri caratteristici di edifici a pianta rettangolare,

b) Edifici a pianta rettangolare:  $c_{pe}$  per facce sopravvento, sottovento e laterali

**Figura C3.3.2**

**Tabella C3.3.I: Edifici a pianta rettangolare:  $c_{pe}$  per facce sopravvento, sottovento e laterali**

Faccia sopravvento	$C_U = 2,0$	$C_U = 1,5$
$h/d \leq 1$ : $c_{pe} = 0,7 + 0,1 \cdot h/d$	$h/d \leq 0,5$ : $c_{pe} = -0,5 - 0,8 \cdot h/d$	$h/d \leq 1$ : $c_{pe} = -0,3 - 0,2 \cdot h/d$
$h/d > 1$ : $c_{pe} = 0,8$	$h/d > 0,5$ : $c_{pe} = -0,9$	$1 < h/d \leq 5$ : $c_{pe} = -0,5 - 0,05 \cdot (h/d - 1)$

### COEFFICIENTE DINAMICO

Il coefficiente dinamico tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alla risposta dinamica della struttura.

Esso può essere assunto cautelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali.

In base a quanto detto qui sopra **nel caso di specie** si ha:

$$v_{b,0} = 28 \text{ m/s} \quad \text{per } a_s = 30 \text{ m} < a_0 = 1000 \text{ m}$$

$$c_a = 1.00$$

$$c_r = 1.04$$

$$v_r = v_b \cdot c_r = 29.03 \text{ m/s}$$

$$q_b = 526.71 \text{ N/m}^2$$

$c_e$  coefficiente di esposizione, funzione dell'altezza  $z$  del fabbricato, della rugosità e topografia del terreno e dell'esposizione del sito mediante la relazione

$$c_e(z) = k_r^2 \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \left[ 7 + \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \right] \quad \text{per } z > z_{\min}$$

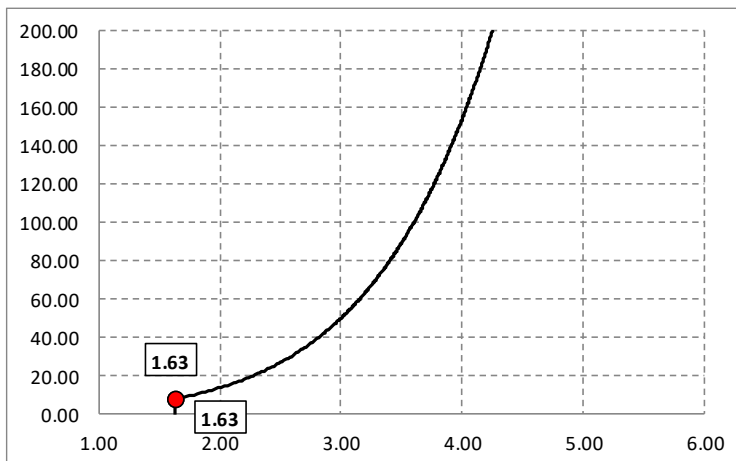
$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z \leq z_{\min}$$

essendo  $c_t$  il coefficiente di topografia posto pari ad 1.

Per l'edificio in oggetto si ha:

Zona di Vento: I  
 Classe di rugosità B  
 Categoria di esposizione IV  
 $k_r = 0.22$        $z_0 = 0.30 \text{ m}$        $z_{\min} = 8 \text{ m}$

L'altezza massima dal suolo dell'edificio è pari a circa  $z = 5.00 < z_{\min}$  per cui il coefficiente di esposizione  $c_e$  assume il valore costante pari a  $c_e = 1.63$ .



Tenendo conto della geometria in pianta dell'edificio per il coefficiente aerodinamico globale si ha:

**Configurazione rettangolare 1**

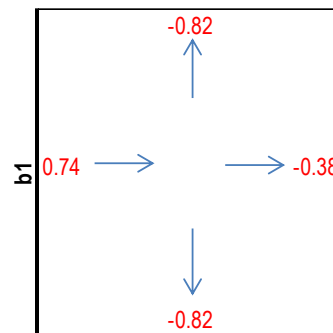
**Vento in direzione x**

Dimensione della faccia perpendicolare al vento	$b_1$	=	8.80	m
Dimensione della faccia parallela al vento	$d_1$	=	12.33	m
Altezza del volume 1	$h_1$	=	5.00	m
Rapporto $h_1/d_1$	$h_1/d_1$	=	0.41	-

**Coefficiente di pressione per la faccia sopravento**  $C_{pe,x,1}$  = 0.74 -

**Coefficiente di pressione per le facce laterali**  $C_{pe,y,1}$  = -0.82 -

**Coefficiente di pressione per la faccia sottovento**  $C'_{pe,x,1}$  = -0.38 -



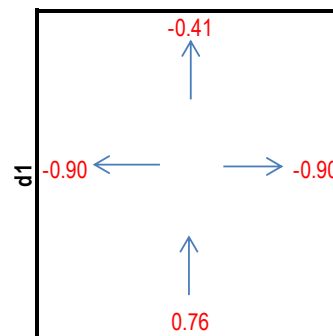
**Vento in direzione y**

Dimensione della faccia perpendicolare al vento	$b_1$	=	12.33	m
Dimensione della faccia parallela al vento	$d_1$	=	8.80	m
Altezza del volume 1	$h_1$	=	5.00	m
Rapporto $h_1/d_1$	$h_1/d_1$	=	0.57	-

**Coefficiente di pressione per la faccia sopravento**  $C_{pe,y,1}$  = 0.76 -

**Coefficiente di pressione per le facce laterali**  $C_{pe,x,1}$  = -0.90 -

**Coefficiente di pressione per la faccia sottovento**  $C'_{pe,y,1}$  = -0.41 -



Sviluppando la superficie perimetrale complessiva del piano terra ed applicando l'azione del vento nelle due direzioni orizzontali principali in pianta X e Y (assunte pari alle dimensioni di ingresso del sisma) si ha:

$$\text{Vento X} = [8.8 \times 5.00 \times 1.63 \times 526.7 \times (0.74+0.38)]/1000 = 42.31 \text{ kN}$$

$$\text{Vento Y} = [12.33 \times 5.00 \times 1.63 \times 526.7 \times (0.76+0.41)]/1000 = 61.92 \text{ kN}$$

I valori di forza orizzontale calcolati sopra risultano di molto inferiori ai valori di tagliante sismico alla base dell'edificio determinati dal programma di calcolo:

VARIAZIONI MASSE E RIGIDENZE DI PIANO															
				DIREZIONE X						DIREZIONE Y					
Piano N.ro	Quota (m)	Peso (t)	Variaz. (%)	Tagliante Comb.(t)	Tagliante modale(t)	Spost. (mm)	Klat. (t/m)	Variaz (%)	Teta	Tagliante Comb.(t)	Tagliante modale(t)	Spost. (mm)	Klat. (t/m)	Variaz (%)	Teta
1	5.45	141.86	0.0	90.14	90.14	3.21	28054	0.0	0.001	89.49	89.37	3.00	29778	0.0	0.001

Tagliante X = 901.4 kN

Tagliante Y = 894.9 kN

Ne consegue che l'azione del vento può essere omessa nel modello di calcolo globale ed utilizzata per la verifica dei soli elementi non strutturali (facciate).

**6.3.3 Azioni variabili: neve**

Le azioni della neve sono definite al capitolo 3.4 delle NTC2018. Il carico provocato dalla neve sulle coperture è definito dall'espressione seguente:

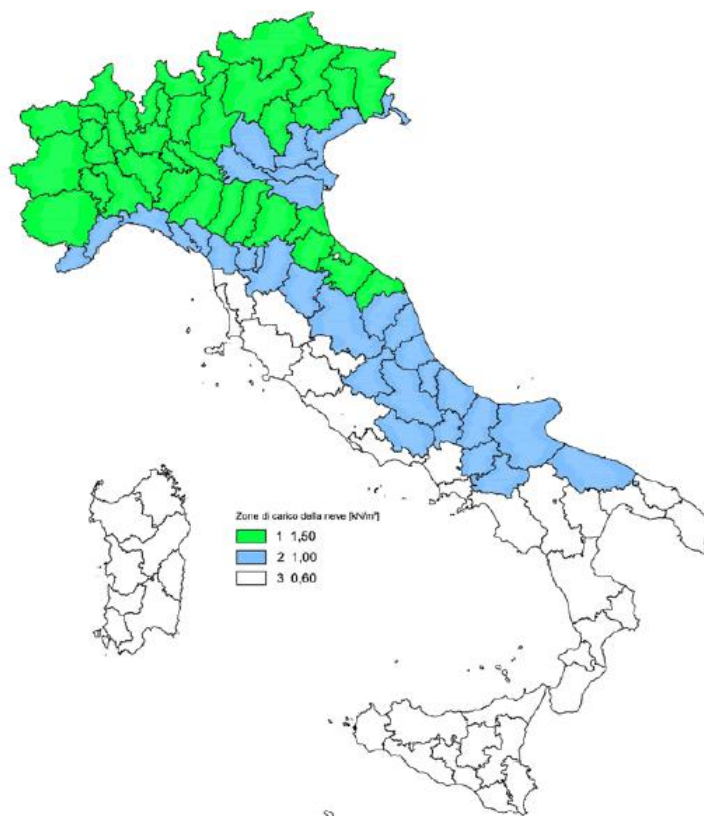
**Carico da neve sulla copertura =  $q_s = \mu_i C_e C_t q_{sk}$**

dove:

- $\mu_i$  - Coefficiente di forma della copertura;
- $C_e$  - Coefficiente di esposizione;
- $C_t$  - Coefficiente termico;
- $q_{sk}$  - Valore di riferimento del carico neve al suolo.

L'altitudine di riferimento  $a_s$  è la quota del suolo sul livello del mare nel sito di realizzazione dell'edificio. Il carico neve al suolo viene valutato, per provincia e per altitudini minori di 1500 m, in base alle espressioni nel seguito riportate, cui corrispondono valori associati ad un periodo di ritorno pari a 50 anni.

Nel caso in esame fa' riferimento ad un sito in Zona II a 30 m s.l.m.



**Valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo per un periodo di riferimento di 75 anni:**

$$q_{sk(75)} = 1,075 \text{ kN/m}^2$$

In relazione alla vita utile dell'edificio

Il valore sopra è suscettibile di correzioni secondo i coefficienti descritti nel seguito.

### **Coefficiente di esposizione**

Il coefficiente di esposizione  $C_e$  può essere utilizzato per modificare il valore del carico neve in copertura in funzione delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge l'opera. Valori del coefficiente di esposizione per diverse classi di topografia sono forniti in tabella 3.4.I. NTC2018.

**Tabella 3.4.I – Valori di  $C_E$  per diverse classi di topografia**

Topografia	Descrizione	$C_E$
Battuta dai venti	Aree pianeggianti non ostruite esposte su tutti i lati, senza costruzioni o alberi più alti.	0,9
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1,0
Riparata	Aree in cui la costruzione considerata è sensibilmente più bassa del circostante terreno o circondata da costruzioni o alberi più alti	1,1

Per il caso in esame, si assume  $C_e = 1.0$ .

### Coefficiente termico

Il coefficiente termico  $C_t$  può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato  $C_t = 1.0$  (3.4.4 - NTC2018).

### Coefficiente di forma per le coperture

I valori del coefficiente di forma  $\mu$ , riportati in Tab. 3.4.I si riferiscono alle coperture ad una o due falde al variare dell'angolo  $\alpha$ .

**Tabella C3.4.I - Coefficienti di forma per il carico neve**

Angolo di inclinazione della falda $\alpha$	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_1$	0,8	$0,8(60 - \alpha)/30$	0,0
$\mu_2$	$0,8 + 0,8 \alpha/30$	1,6	--

Nel caso di specie avendo una copertura piana ( $0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$ ) risulta:  $\mu_1 = 0.8$

### Carico da neve

Il carico neve sulla copertura assume pertanto il seguente valore:

$$q_s = \mu_i C_e C_t q_{sk} = 0.8 \cdot 1.00 \cdot 1.000 \cdot 1.075 = \underline{\underline{0.86 \text{ kN/m}^2}}$$

#### 6.3.4 Azioni variabili: temperatura

Poiché l'azione della temperatura non costituisce azione fondamentale ai fini della sicurezza e dell'efficienza strutturale, la norma consente di tener conto della sola componente  $\Delta T_u$ .

Essendo la struttura del tipo in c.a. protetta si assume una variazione uniforme di temperatura sul manufatto pari a  $\Delta T = \pm 10^\circ$ .



### 6.3.5 Azione sismica

#### 6.3.5.1 Vita nominale e classe d'uso

La vita nominale delle strutture oggetto della presente nota di calcolo, intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta a manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata, è assunto pari a:

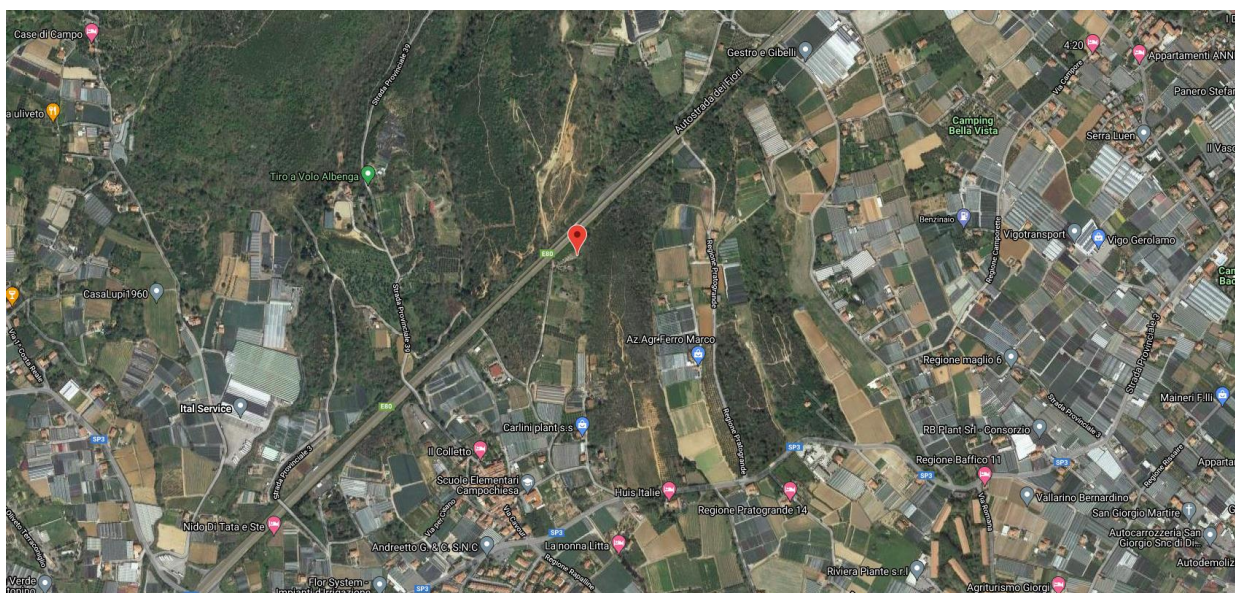
$$V_N = 75$$

La classe d'uso della costruzione è invece assunta pari a:

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente.

#### 6.3.5.2 Individuazione della zona sismica

Il sito dove sorgerà la costruzione si trova alle coordinate 44°.0817522 N – 8°.1978031 E



**Figura 7**

#### 6.3.5.3 Classificazione della tipologia di suolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto la Normativa tecnica definisce diverse categorie di profilo stratigrafico di suolo di fondazione. Le indagini conoscitive sul terreno, definiscono l'appartenenza del suolo alla **categoria di tipo C** (depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argilla di media consistenza con spessori di diverse decine di metri). Data l'orografia dell'area vasta è possibile assumere un coefficiente di condizione **topografia T1**: superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i < 15^\circ$ .

#### 6.3.5.4 Spettri di risposta elastici

Lo spettro di risposta elastico  $S_e(T)$  è caratterizzato dalle seguenti espressioni:

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

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

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

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

Con

$S$  coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione:

$$S = S_s \cdot S_T$$

essendo  $S_s$  il coefficiente di amplificazione stratigrafica di cui alla tabella seguente ed  $S_T$  il coefficiente di amplificazione topografia;

Categoria di sottosuolo	$S_s$	$C_C$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T^*_C)^{-0,33}$

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera	$S_T$
T <sub>1</sub>	-	1,0

$\eta$  fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali  $\xi$  diversi dal 5%, mediante la relazione

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0,55$$

nella fattispecie  $\xi = 5\%$ .

$F_0$  è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2

$T_C$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da

$$T_C = C_C T^*_C$$

dove  $T^*_C$  è funzione del sito dove sorgerà l'opera e  $C_C$  è determinato dalla tabella precedente

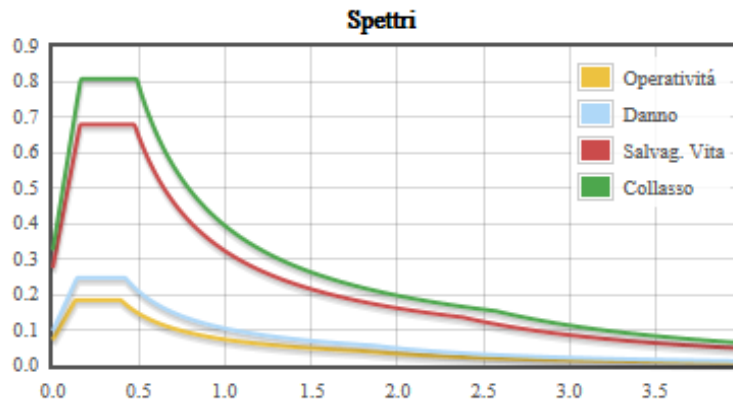
$T_B$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante:

$$T_B = T_C / 3$$

$T_D$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro:

$$T_D = 4,0 \frac{a_g}{g} + 1,6$$

Note le coordinate geografiche del sito ed assunta la condizione topografica, i diagrammi degli spettri elastici per il sito risultano i seguenti.



**Parametri di Pericolosità Sismica**

<i>Stato Limite</i>	$T_r$	$a_g=A_g/g$	$F_0$	$T^*_c$
<i>Operatività (SLO)</i>	90	0.048	2.561	0.233
<i>Danno (SLD)</i>	151	0.065	2.536	0.256
<i>Salvag. Vita (SLV)</i>	1424	0.195	2.472	0.306
<i>Collasso (SLC)</i>	2924	0.243	2.491	0.318

#### 6.3.5.5 Classe di duttilità e coefficiente di comportamento

Le strutture vengono verificate mediante una analisi dinamica classica con spettro di risposta scalato per il fattore di struttura  $q$ . Le strutture vengono progettate come **STRUTTURE NON DISSIPATIVE**.

Il coefficiente di comportamento o fattore di struttura “ $q$ ” viene valutato per ogni direzione di ingresso del sisma mediante la seguente formula:

$$q = 1.00$$

#### 6.3.6 *Spettro di progetto per lo SLU*

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  da utilizzare è lo spettro elastico di cui al par. 6.3.5.4 con le ordinate ridotte sostituendo nelle formule  $\eta$  con  $\eta/q$  dove  $q$  è il fattore di struttura definito nel paragrafo precedente:

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

$$T_B \leq T \leq T_C \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_0$$

$$T_C \leq T \leq T_D \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right); \quad S_d(T) \geq \beta \cdot a_g$$

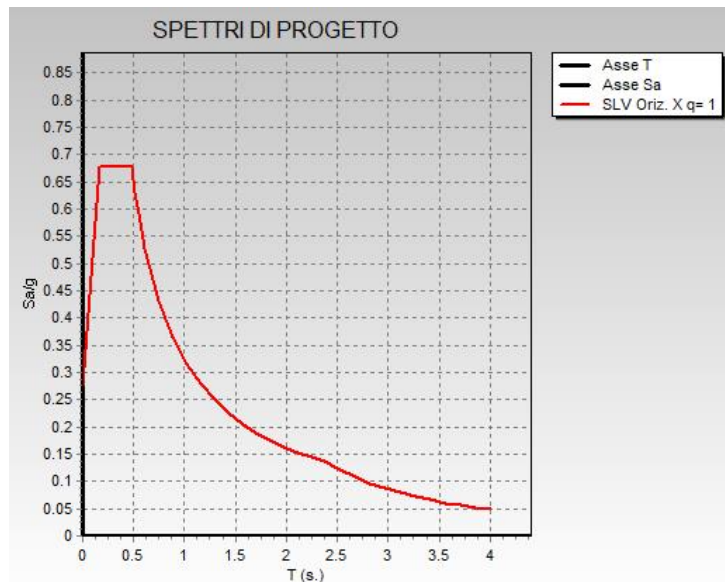
$$T_D \leq T \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right); \quad S_d(T) \geq \beta \cdot a_g$$

dove

q è il coefficiente di comportamento  $q = 3.30$  in direzione X e in direzione Y.

$\beta$  è il valore limite inferiore del coefficiente per lo spettro orizzontale di progetto  $\beta = 0,2$

Il diagramma dello spettro di progetto risultante è riportato nella figura seguente:

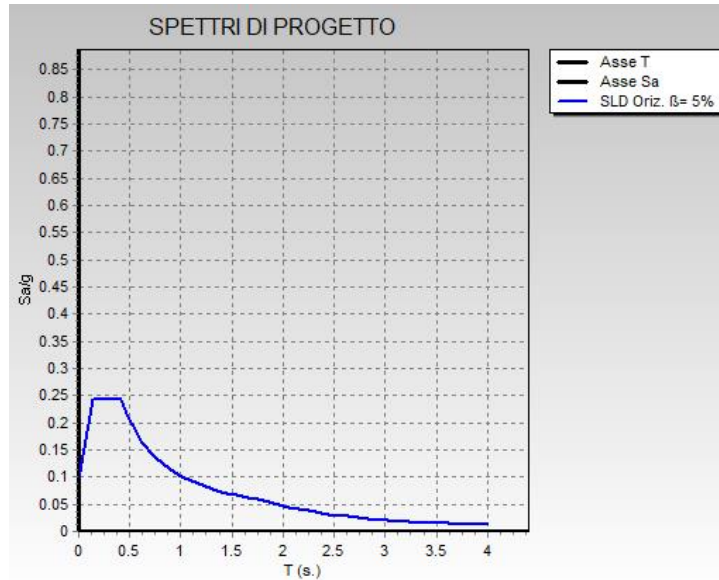


**Figura 8: spettro SLV**

### 6.3.7 Spettro di progetto per lo Stato limite di Danno

Essendo la struttura in classe d'uso IV lo stato limite di danno si verifica in resistenza determinando le sollecitazioni sotto l'azione di un terremoto con periodo di ritorno più basso rispetto a quello distruttivo.

Il diagramma dello spettro di progetto orizzontale e verticale risultante è riportato nella figura seguente:



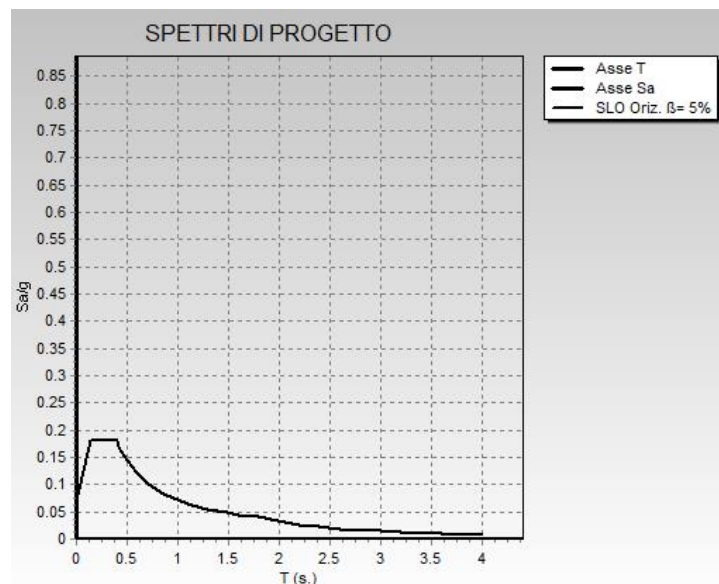
**Figura 9: spettro SLD**

### 6.3.8 Spettro di progetto per lo Stato limite di Operatività

Poiché la struttura è di classe d'uso IV è necessario eseguire verifiche allo SLO.

Lo stato limite di operatività si verifica imponendo che lo spostamento strutturale di interpiano sia contenuto entro limiti prestabiliti sotto l'azione di un terremoto con periodo di ritorno più basso rispetto a quello distruttivo in modo da non subire danni o interruzioni di servizio. Data la natura dei tamponamenti si assume che tale spostamento di interpiano debba essere inferiore allo 0,33% calcolato facendo riferimento allo spettro di risposta allo SLD (variando quindi i parametri  $a_g$ ,  $T_r$ ,  $F_0$ ,  $T^*C$ ).

Il diagramma dello spettro di progetto risultante è riportato nella figura seguente:



**Figura 10: spettro SLO**

### 6.3.9 Azioni sismiche pseudo statiche dell'acqua

Per le pareti in c.a. che contengono la spinta idraulica delle vasche di accumulo idrico, in condizione sismica, viene considerata la sovrappressione "sismica pseudo-statica" che si attiva in caso di sisma. La spinta è calcolata utilizzando la teoria di Westergaard [1933]. L'ipotesi è quella di struttura di sostegno rigida a parete verticale, acqua incomprimibile e frequenza della sollecitazione armonica orizzontale applicata alla base minore della frequenza fondamentale  $f_0$  del serbatoio d'acqua infinitamente esteso, ovvero  $f_0 = V_p / 4H$  (essendo  $V_p$  la velocità delle onde P nell'acqua ed  $H$  l'altezza dell'acqua).

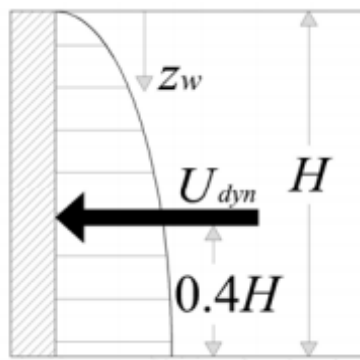
La teoria utilizzata considera che le pressioni idrodinamiche  $u_{dyn}$  aumentano con la radice quadrata della profondità dell'acqua  $z_w$ :

$$u_{dyn} = \pm \frac{7}{8} k_{hw} \gamma_w \sqrt{H z_w}$$

La spinta idrodinamica risultante  $U_{dyn}$  è data dall'integrale delle suddette pressioni:

$$U_{dyn} = \frac{7}{12} k_{hw} \gamma_w H^2$$

ed agisce a  $0.4H$  dalla base della struttura.  $k_{hw}$  è il coefficiente sismico relativo all'acqua che viene assunto dello stesso valore del coefficiente sismico orizzontale usato per il terreno ( $k_{hw} = k_h$ ).



**Figura 11: Spinta idrodinamica secondo la teoria di Westergaard [1933]**

La risultante della spinta risulta essere un carico concentrato di risultante  $U_{dyn}$  applicato a quota  $0.4H$  dall'estradosso del fondo della vasca.

Per facilità di inputazione di questo carico in condizioni "sismiche" si applicherà un'azione distribuita avente equivalente risultante e quindi una azione di "forma trapezia" variabile tra un massimo sul fondo ed un minimo al pelo libero.

Poiché tale azione è, come detto, pseudo-statica, viene considerata nelle combinazioni di calcolo dinamiche con segno funzione della direzione di spinta sismica.



## 7 COMBINAZIONI DI CALCOLO

Il progetto e la verifica di tutti gli elementi strutturali verrà eseguito mediante il Metodo Semiprobabilistico agli Stati Limite. Per quanto concerne le verifiche agli stati limite ultimi (SLU), le condizioni elementari di carico vengono tra loro combinate in modo da determinare le sollecitazioni più sfavorevoli.

Le combinazioni di carico che verranno considerate nel calcolo delle sollecitazioni rispettano le prescrizioni fornite dalle NTC 2018,

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni (2.5.3 – NTC2018).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Dove:

- Azioni Permanenti (G);
- Azioni Variabili (Q);
- Azioni di Precompressione (P);
- Azioni Eccezionali (A);
- Azioni Sismiche (E);

I valori dei coefficienti che tengono conto della non contemporaneità dei massimi valori delle azioni sono dati dalla Tab. 2.5.I:

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

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_{Gi}$  e  $\gamma_{Qi}$  sono dati in § 2.6.1, Tab. 2.6.I:

		Coefficiente $\gamma_F$	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

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

## 7.1 Combinazioni geotecniche

Relativamente alle combinazioni per le verifiche geotecniche si fa riferimento al punto 6.2.3.1.1 delle NTC 2018 che riportano la seguente tabella:

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

	Effetto	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2$ <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> 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  $\gamma_{G1}$

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_\varphi$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

Per le opere di fondazione superficiali devono essere effettuate le verifiche almeno nei confronti dei seguenti stati limite:

SLU di tipo geotecnico (GEO)

- collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno
- collasso per scorrimento sul piano di posa





**PROGETTO DEFINITIVO**  
**Centrale idrica tipologico - Relazione di Calcolo**

COMMESSA IV01      LOTTO 00      CODIFICA D 26 CL      DOCUMENTO FA0002 001      REV. A      FOGLIO 38 di 105

**COMBINAZIONI CARICHI A1 - S.L.V. / S.L.D.**

DESCRIZIONI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Sisma direz. grd 90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-0.30

**COMBINAZIONI CARICHI A1 - S.L.V. / S.L.D.**

DESCRIZIONI	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Peso Strutturale	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Perm.Non Strutturale	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
idrostatica	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Var.Neve h<=1000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Var.Coperture	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
idrodin +X	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
idrodin -X	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
idrodin +Y	0.00	0.30	0.30	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
idrodin -Y	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.30	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
Corr. Tors. dir. 0	-1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30
Corr. Tors. dir. 90	0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
Carico termico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma direz. grd 0	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Sisma direz. grd 90	-0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00

**COMBINAZIONI CARICHI A1 - S.L.V. / S.L.D.**

DESCRIZIONI	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Peso Strutturale	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Perm.Non Strutturale	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
idrostatica	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Var.Neve h<=1000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Var.Coperture	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
idrodin +X	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
idrodin -X	0.00	0.00	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
idrodin +Y	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
idrodin -Y	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Corr. Tors. dir. 0	0.30	-0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30
Corr. Tors. dir. 90	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00
Carico termico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma direz. grd 0	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30
Sisma direz. grd 90	-1.00	-1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00

**COMBINAZIONI RARE - S.L.E.**

DESCRIZIONI	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso Strutturale	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Perm.Non Strutturale	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
idrostatica	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Var.Neve h<=1000	0.50	1.00	0.50	1.00	0.50	0.50	1.00	0.50
Var.Coperture	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
idrodin +X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
idrodin -X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
idrodin +Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
idrodin -Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Corr. Tors. dir. 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Corr. Tors. dir. 90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Carico termico	0.00	0.00	0.60	0.60	1.00	-0.60	-0.60	-1.00
Sisma direz. grd 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma direz. grd 90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**COMBINAZIONI FREQUENTI - S.L.E.**

DESCRIZIONI	1	2	3	4
Peso Strutturale	1.00	1.00	1.00	1.00
Perm.Non Strutturale	1.00	1.00	1.00	1.00
idrostatica	1.00	1.00	1.00	1.00
Var.Neve h<=1000	0.00	0.20	0.00	0.00
Var.Coperture	0.00	0.00	0.00	0.00
idrodin +X	0.00	0.00	0.00	0.00
idrodin -X	0.00	0.00	0.00	0.00
idrodin +Y	0.00	0.00	0.00	0.00
idrodin -Y	0.00	0.00	0.00	0.00
Corr. Tors. dir. 0	0.00	0.00	0.00	0.00
Corr. Tors. dir. 90	0.00	0.00	0.00	0.00
Carico termico	0.00	0.00	0.50	-0.50
Sisma direz. grd 0	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma direz. grd 90	0.00	0.00	0.00	0.00

**COMBINAZIONI PERMANENTI - S.L.E.**

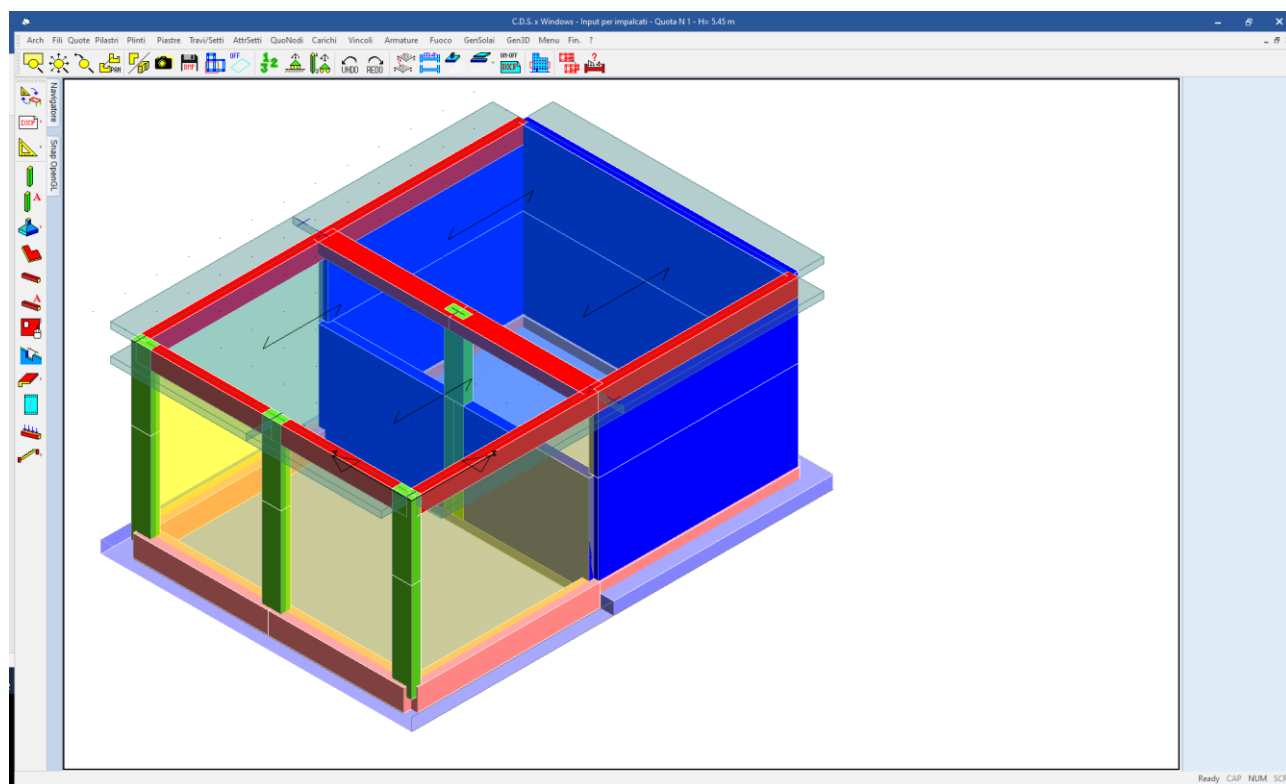
DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1.00
Perm.Non Strutturale	1.00
idrostatica	1.00
Var.Neve h<=1000	0.00
Var.Coperture	0.00
idrodin +X	0.00
idrodin -X	0.00
idrodin +Y	0.00
idrodin -Y	0.00
Corr. Tors. dir. 0	0.00

**COMBINAZIONI PERMANENTI - S.L.E.**

DESCRIZIONI	1
Corr. Tors. dir. 90	0.00
Carico termico	0.00
Sisma direz. grd 0	0.00
Sisma direz. grd 90	0.00

## 8 MODELLO DI CALCOLO ED ANALISI STRUTTURALE

L'analisi strutturale è condotta mediante il programma agli elementi finiti CDS Win 2021. I pilastri, le travi in elevazione sono modellate mediante elementi beam, che uniscono due nodi aventi ciascuno 6 gradi di libertà. Per maggiore precisione di calcolo, viene tenuta in conto anche la deformabilità a taglio e quella assiale di questi elementi. Queste aste inoltre non sono considerate flessibili da nodo a nodo ma hanno sulla parte iniziale e finale due tratti infinitamente rigidi formati dalla parte di trave inglobata nello spessore del pilastro; questi tratti rigidi forniscono al nodo una dimensione reale.



**Figura 12: modello strutturale**

L'interazione tra terreno di fondazione e struttura è modellata mediante delle travi su suolo elastico (travi alla Winkler). La costante di sottofondo  $K$  adottata nel calcolo, è supposta costante con la profondità, e assunta pari a  $K_s = 10000 \text{ KN/m}^3$ .

La torsione indotta negli elementi strutturali dalla configurazione spaziale del modello di calcolo viene tenuta in conto solo quando il momento torcente indotto dai carichi supera il 10% del momento torcente ultimo della sezione, attribuendo all'elemento strutturale una rigidezza a torsione pari al 10% rispetto alla rigidezza complessiva dell'elemento pensato tutto reagente. In questo modo si tiene in considerazione la limitata rigidezza che assume un'asta in c.a. fessurata perché sottoposta a torsione e si affida la resistenza

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA</b> <b>TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</b></p>					
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>Centrale idrica tipologico - Relazione di Calcolo</b></p>	<p>COMMESSA IV01</p>	<p>LOTTO 00</p>	<p>CODIFICA D 26 CL</p>	<p>DOCUMENTO FA0002 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 40 di 105</p>

della struttura ad un meccanismo di tipo flessionale rispetto al quale il comportamento del c.a. risulta decisamente più affidabile.

Per le aste è stata considerata una percentuale di rigidità flessionale delle aste. Ciò dato permette di tenere in conto del fatto che, a causa della fessurazione del calcestruzzo, la rigidità flessionale delle aste, ai fini della risoluzione in fase elastica della struttura tridimensionale, può essere ridotta. Il valore assegnato è il 70%.

L'analisi sismica dinamica è stata svolta con il metodo dell'analisi modale con masse concentrate nei nodi del modello strutturale; la ricerca dei modi e delle relative frequenze è stata perseguita con il metodo di Cholesky.

I modi di vibrare considerati sono in numero tale da assicurare l'eccitazione di più dell' 85% della massa totale della struttura.

I valori delle sollecitazioni sismiche sono combinati linearmente (in somma e in differenza) con quelle per carichi statici per ottenere le sollecitazioni per sisma nelle due direzioni di calcolo.

Le caratteristiche di sollecitazione massime su ogni elemento si ottengono invilupando tutte le condizioni di carico prese in considerazione.

#### **8.1.1 Origine e caratteristiche dei codici di calcolo**

Per l'analisi delle strutture è stato utilizzato il software **CDSWIN** © versione **2021** della **STS Software Tecnico Scientifico**, numero di licenza **32896**, distribuito da **Kipendoff Engineering** via Pietro Sommariva, 50 - 00195 Roma.

La documentazione fornita dal produttore e dal distributore del software circa l'affidabilità, la validazione ed i casi di prova interamente risolti e commentati con files di input che consentano la riproduzione dell'elaborazione sono disponibili al sito [www.stsweb.it](http://www.stsweb.it).

Come previsto al punto 10.2 delle norme tecniche di cui al D.M. 17.01.2018 l'affidabilità del codice utilizzato è stata verificata sia effettuando il raffronto tra casi prova di cui si conoscono i risultati esatti sia esaminando le indicazioni, la documentazione ed i test forniti dal produttore stesso.

La S.T.S. s.r.l. a riprova dell'affidabilità dei risultati ottenuti fornisce direttamente on-line i test sui casi prova (<http://www.stsweb.it/STSWeb/ITA/homepage.htm>)

Il software è inoltre dotato di filtri e controlli di autodiagnostica che agiscono a vari livelli sia della definizione del modello che del calcolo vero e proprio.

I controlli vengono visualizzati, sotto forma di tabulati, di videate a colori o finestre di messaggi.

In particolare il software è dotato dei seguenti filtri e controlli:

- Filtri per la congruenza geometrica del modello di calcolo generato
- Controlli a priori sulla presenza di elementi non connessi, interferenze, mesh non congruenti o non adeguate.
- Filtri sulla precisione numerica ottenuta, controlli su eventuali mal condizionamenti delle matrici, verifica dell'indice di condizionamento.
- Controlli sulla verifiche sezionali e sui limiti dimensionali per i vari elementi strutturali in funzione della normativa utilizzata.
- Controlli e verifiche sugli esecutivi prodotti.

#### **8.1.2 Affidabilità del codice di calcolo**

Per quanto riguarda il software utilizzato per l'analisi strutturale, un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software **CDSWin** ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi

d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione.

## 8.2 Criteri di modellazione delle masse strutturali

Nella fase di analisi dinamica le masse strutturali sono state considerate ripartite lungo gli elementi. Nella valutazione delle masse si è tenuta in conto della presenza di carichi variabili. La normativa consente di considerare solamente una aliquota dei carichi variabili massimi per tener conto della scarsa probabilità che si verificano contemporaneamente l'evento sismico e i massimi valori dei carichi variabili su tutta la struttura. Tali aliquote sono differenti in relazione alla destinazione d'uso dei singoli ambienti all'interno della struttura. Gli effetti inerziali dell'azione sismica di progetto sono valutati tenendo conto delle masse associate ai carichi gravitazionali che compaiono nella seguente combinazione di azioni:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2,j} Q_{kj}$$

dove

$\psi_{2j}$  E' il coefficiente di combinazione dell'azione variabile  $Q_{kj}$  che tiene conto della probabilità che tutti i carichi  $Q_{kj}$  non agiscano contemporaneamente sull'intera struttura in occasione del sisma, i valori assunti da tale coefficiente in relazione alle categorie di carico sono riportate nella tabella 2.5.I della [3] in funzione dell'analisi dei carichi di cui ai paragrafi che precedono

Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	$\psi_{0j}$	$\psi_{1j}$	$\psi_{2j}$
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E - 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 $\leq 30$ 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, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

### 8.3 Calcolo delle azioni interne e degli spostamenti

#### 8.3.1 Analisi dinamica modale con spettro di risposta di progetto

L'analisi dinamica modale associata allo spettro di risposta di progetto, che costituisce il metodo normale per la definizione delle sollecitazioni di progetto e degli spostamenti, viene applicata al modello tridimensionale della struttura. In questo tipo di analisi viene tenuta in conto la risposta di tutti i modi di vibrare della struttura che contribuiscano in modo significativo alla risposta globale, soddisfacendo una delle seguenti condizioni:

- la somma delle masse modali effettive per i modi considerati rappresenta almeno il 85% della massa totale della struttura;
- sono presi in considerazione tutti i modi caratterizzati da una massa modale effettiva maggiore del 5% della massa totale.

Avendo utilizzato un modello spaziale, le condizioni risultano verificate per ogni direzione principale.

#### 8.3.2 Combinazione delle riposte modali

Ottenuta la massima risposta dei modi di vibrare occorre combinare i massimi modali poiché tali massimi non si verificano nello stesso istante.

La tecnica adottata è quella della "combinazione quadratica completa" (CQC):

$$E = \left( \sum_i \sum_j \rho_{i,j} E_i E_j \right)^{\frac{1}{2}}$$

Dove:

- E è il valore totale della componente di risposta sismica che si sta considerando;  
 E<sub>i</sub> è il valore della medesima componente dovuta al modo i;  
 E<sub>j</sub> è il valore della medesima componente dovuta al modo j;  
 ρ<sub>i,j</sub> è il coefficiente di correlazione tra il modo i e il modo j.

$$\rho_{i,j} = \frac{8\xi^2 \cdot (1 + \beta_{i,j}) \cdot \beta_{i,j}^{3/2}}{(1 - \beta_{i,j}^2) + 4\xi^2 \cdot \beta_{i,j} \cdot (1 - \beta_{i,j}^2)}$$

Con:

- ξ coefficiente di smorzamento equivalente;  
 β<sub>i,j</sub> = ω<sub>i</sub>/ω<sub>j</sub> rapporto fra le frequenze di ciascuna coppia di modi i e j.

#### 8.3.3 Combinazione degli effetti delle componenti dell'azione sismica

La risposta alle diverse componenti dell'azione sismica ed alla variabilità spaziale del moto della struttura, viene calcolata separatamente per ciascuna delle due direzioni principali in pianta. Gli effetti sulla struttura di tali azioni sono stati valutati mediante le seguenti combinazioni:

$$E_{Edx} + 0,30 E_{Edy}$$

$$0,30 E_{Edx} + E_{Edy}$$

Dove:

- “+” significa "deve essere combinato con";  
 E<sub>Edx</sub> rappresenta gli effetti dell'azione dovuti all'applicazione dell'azione sismica lungo l'asse orizzontale x della struttura;

$E_{Edy}$  rappresenta gli effetti dell'azione dovuti all'applicazione della medesima azione sismica lungo l'asse orizzontale ortogonale  $y$  della struttura.

## 9 PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

### 9.1 Risultati dell'analisi modale

L'analisi modale viene effettuata automaticamente dal programma di calcolo che fornisce i valori dei periodi propri  $T_i$  e le deformate modali. Nella tabella seguente sono riportati i valori dei periodi propri per i vari tipi di spettri di progetto per i primi modi di vibrare.

PULSAZIONI E MODI DI VIBRAZIONE													
Modo N.ro	Pulsazione (rad/sec)	Periodo (sec)	Smorz Mod(%)	Sd/g SLO	Sd/g SLD	Sd/g SLV X	Sd/g SLV Y	Sd/g SLC X	Sd/g SLC Y	Piano N.ro	X (m)	Y (m)	Rot (rad)
1	35.950	0.17477	5.0	0.181	0.244	0.677	0.677			1	-0.17446	0.109455	-0.004051
2	44.046	0.14265	5.0	0.181	0.244	0.635	0.635			1	0.083883	0.000338	-0.00018
3	111.226	0.05649	5.0	0.117	0.155	0.417	0.417			1	0.063173	-0.082248	0.014855

Si riportano di seguito le tabelle per la determinazione delle masse eccitate per le varie direzioni di ingresso del sisma ed i vari stati limite analizzati. La spiegazione delle sigle usate nelle tabelle è la seguente.

<b>Massa eccitata</b>	: <i>Sommatoria delle masse efficaci, estesa a tutti i modi considerati ed espressa come forza peso</i>
<b>Massa totale</b>	: <i>Massa sismica di tutti i piani espressa come forza peso</i>
<b>Rapporto</b>	: <i>Rapporto tra Massa eccitata e Massa totale. Deve essere secondo la norma non inferiore a 0,85</i>
<b>Modo</b>	: <i>Numero del modo di vibrazione</i>
<b>Fattore Modale</b>	: <i>Coefficiente di partecipazione modale</i>
<b>Fmod/Fmax</b>	: <i>Influenza percentuale del modo attuale rispetto a quello di massimo effetto</i>
<b>Massa Mod. Eff.</b>	: <i>Massa modale efficace</i>
<b>Mmod/Mmax</b>	: <i>Percentuale di massa eccitata per il singolo modo</i>
<b>Piano</b>	: <i>Numero del piano sismico</i>
<b>FX</b>	: <i>Forza di piano agente con direzione parallela alla direzione X del sistema di riferimento globale e applicata nell'origine delle coordinate</i>
<b>FY</b>	: <i>Forza di piano agente con direzione parallela alla direzione Y del sistema di riferimento globale e applicata nell'origine delle coordinate</i>
<b>Mt</b>	: <i>Momento torcente di piano rispetto all'asse Z del sistema di riferimento globale</i>

**Mom.Ecc. 5%** : *Momento torcente di piano rispetto all'asse Z del sistema di riferimento globale relativo ad una eccentricità accidentale pari al 5% della dimensione massima del piano in direzione ortogonale alla direzione del sisma. Se in questa colonna non è stampato nulla l'effetto torsionale accidentale è tenuto in conto incrementando le sollecitazioni di verifica con il fattore delta (vedi punto 4.5.2)*

FATTORI E FORZE DI PIANO MODALI S.L.O.										
SISMA DIREZIONE: 0°										
Massa eccitata (t): 141.85					Massa totale (t): 141.85					Rapporto:.99
Modo N.ro	Fattore Modale	Fmod/Fmax (%)	Massa Mod Eff. (t)	Mmod/Mtot %	Piano N.ro	FX (t)	FY (t)	Mt (t*m)	Mom.Ecc. 5% (t*m)	
1	0.033	0.27	0.00	0.00	1	0.00	-0.07	0.60	10.28	
2	11.910	100.00	141.86	100.00	1	25.62	0.06	-0.66		
3	0.006	0.05	0.00	0.00	1	0.00	0.00	0.03		

FATTORI E FORZE DI PIANO MODALI S.L.D.										
SISMA DIREZIONE: 0°										
Massa eccitata (t): 141.85					Massa totale (t): 141.85					Rapporto:.99
Modo N.ro	Fattore Modale	Fmod/Fmax (%)	Massa Mod Eff. (t)	Mmod/Mtot %	Piano N.ro	FX (t)	FY (t)	Mt (t*m)	Mom.Ecc. 5% (t*m)	
1	0.033	0.27	0.00	0.00	1	0.00	-0.09	0.81	14.68	
2	11.910	100.00	141.86	100.00	1	34.55	0.09	-0.89		
3	0.006	0.05	0.00	0.00	1	0.00	0.00	0.03		

FATTORI E FORZE DI PIANO MODALI S.L.V.										
SISMA DIREZIONE: 0°										
Massa eccitata (t): 141.85					Massa totale (t): 141.85					Rapporto:.99
Modo N.ro	Fattore Modale	Fmod/Fmax (%)	Massa Mod Eff. (t)	Mmod/Mtot %	Piano N.ro	FX (t)	FY (t)	Mt (t*m)	Mom.Ecc. 5% (t*m)	
1	0.033	0.27	0.00	0.00	1	0.00	-0.25	2.26	38.52	
2	11.910	100.00	141.86	100.00	1	90.14	0.23	-2.31		
3	0.006	0.05	0.00	0.00	1	0.00	0.01	0.09		

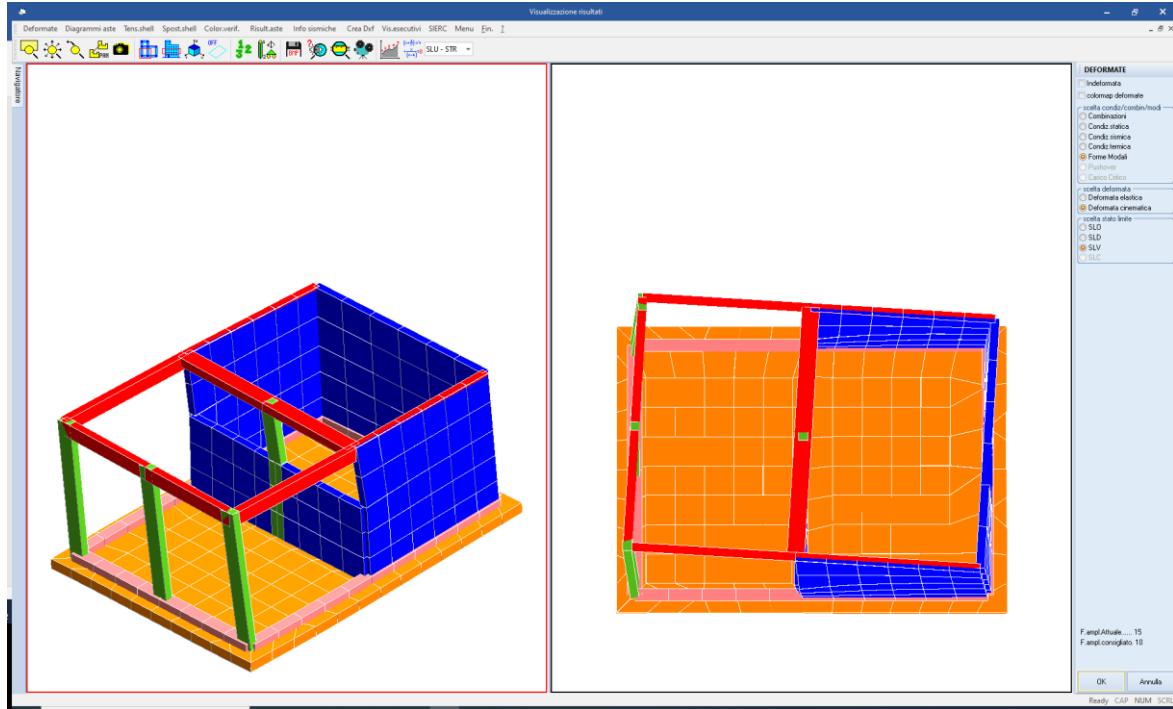
FATTORI E FORZE DI PIANO MODALI S.L.O.										
SISMA DIREZIONE: 90°										
Massa eccitata (t): 141.85					Massa totale (t): 141.85					Rapporto:1
Modo N.ro	Fattore Modale	Fmod/Fmax (%)	Massa Mod Eff. (t)	Mmod/Mtot %	Piano N.ro	FX (t)	FY (t)	Mt (t*m)	Mom.Ecc. 5% (t*m)	
1	11.491	100.00	132.04	93.08	1	-0.07	23.85	-213.06	15.41	
2	0.030	0.26	0.00	0.00	1	0.06	0.00	0.00		
3	3.134	27.27	9.82	6.92	1	0.00	1.15	14.47		

FATTORI E FORZE DI PIANO MODALI S.L.D.										
SISMA DIREZIONE: 90°										
Massa eccitata (t): 141.85					Massa totale (t): 141.85					Rapporto:1
Modo N.ro	Fattore Modale	Fmod/Fmax (%)	Massa Mod Eff. (t)	Mmod/Mtot %	Piano N.ro	FX (t)	FY (t)	Mt (t*m)	Mom.Ecc. 5% (t*m)	
1	11.491	100.00	132.04	93.08	1	-0.09	32.16	-287.26	20.78	
2	0.030	0.26	0.00	0.00	1	0.09	0.00	0.00		
3	3.134	27.27	9.82	6.92	1	0.00	1.53	19.16		

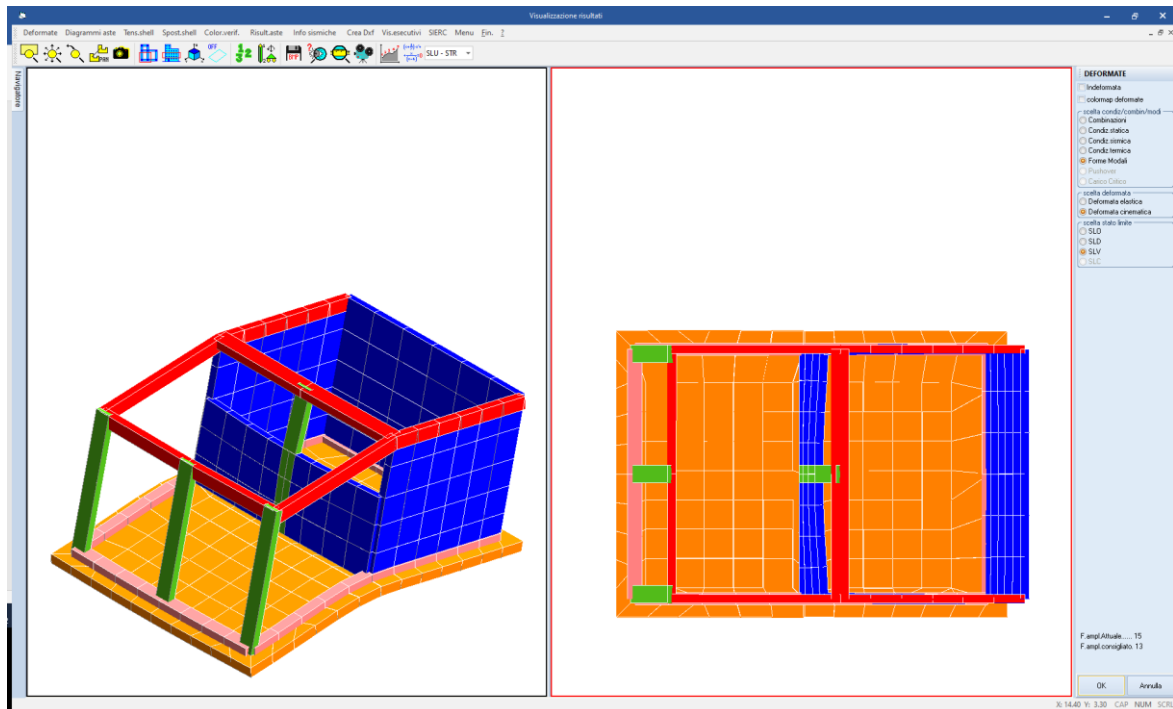
FATTORI E FORZE DI PIANO MODALI S.L.V.										
SISMA DIREZIONE: 90°										
Massa eccitata (t): 141.85					Massa totale (t): 141.85					Rapporto:1
Modo N.ro	Fattore Modale	Fmod/Fmax (%)	Massa Mod Eff. (t)	Mmod/Mtot %	Piano N.ro	FX (t)	FY (t)	Mt (t*m)	Mom.Ecc. 5% (t*m)	
1	11.491	100.00	132.04	93.08	1	-0.25	89.37	-798.36	57.75	
2	0.030	0.26	0.00	0.00	1	0.23	0.00	-0.01		
3	3.134	27.27	9.82	6.92	1	0.01	4.09	51.39		

Nelle figure seguenti sono illustrate le forme modali dei primi 3 modi di vibrare.

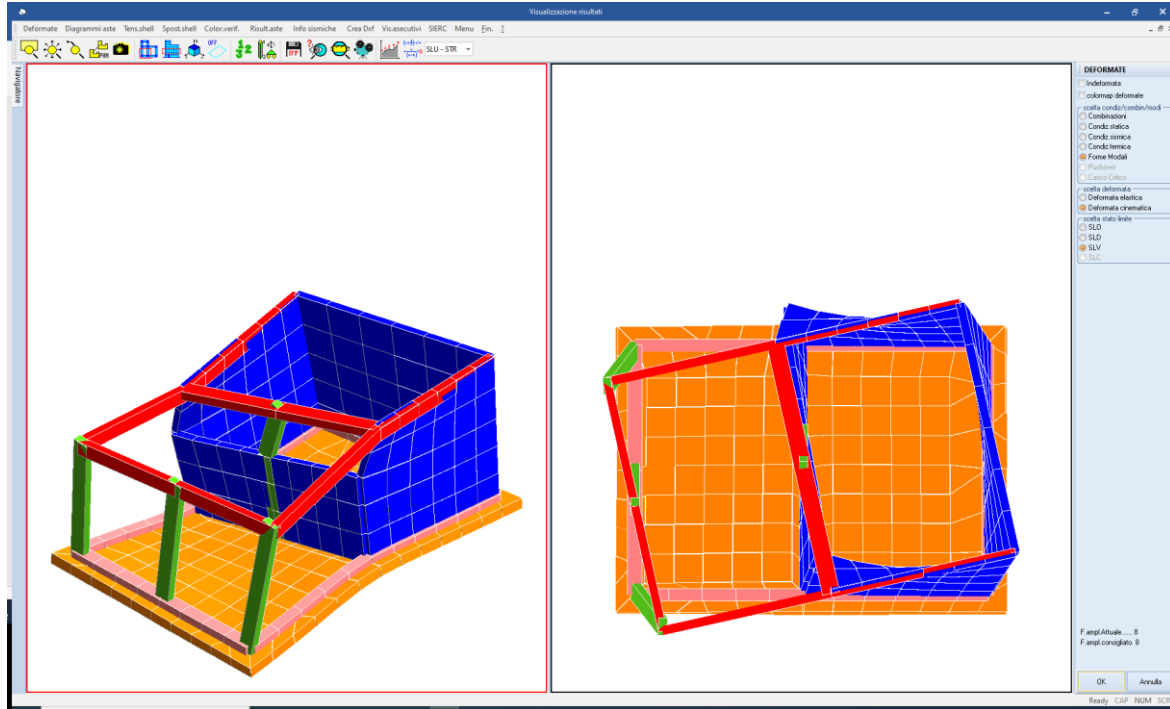




**Figura 13: primo modo di vibrare**

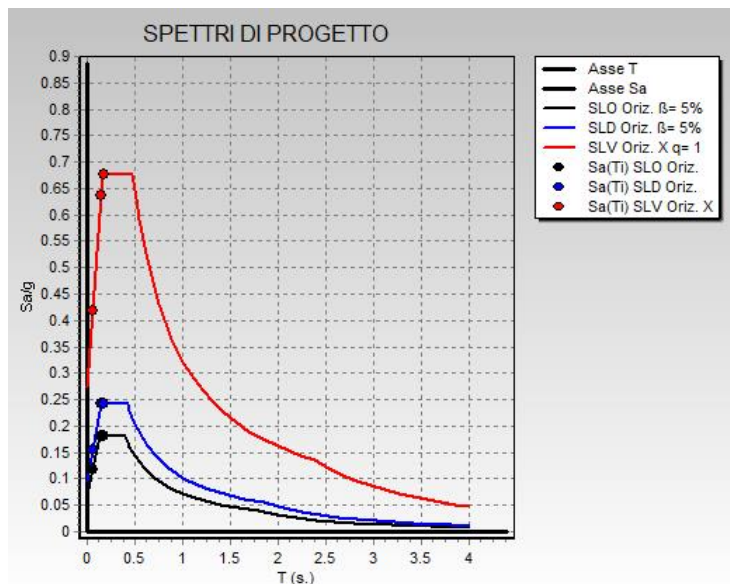


**Figura 14: secondo modo di vibrare**



**Figura 15: terzo modo di vibrare**

Nelle figure seguenti sono individuate le frequenze dei modi di vibrare rispetto agli spettri di progetto.



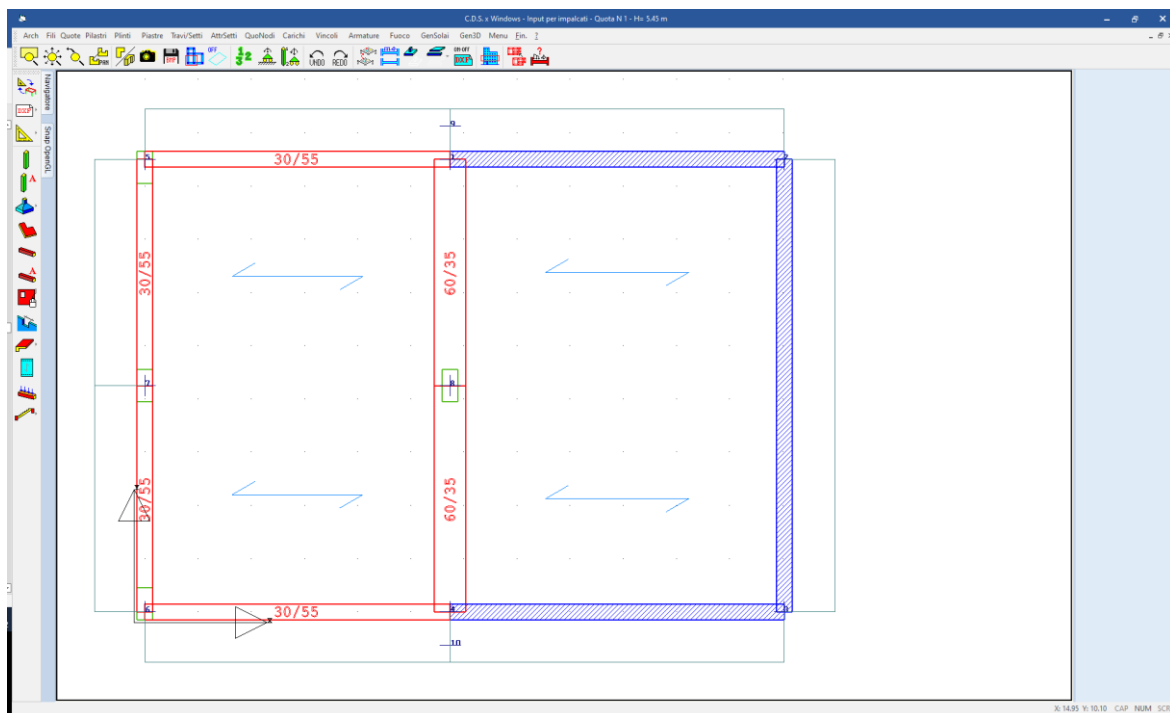
**Figura 16: frequenze proprie della struttura sugli spettri di progetto SLV, SLD, SLO**

Il periodo proprio della struttura risulta essere  $T_1 = 0.175$  sec.

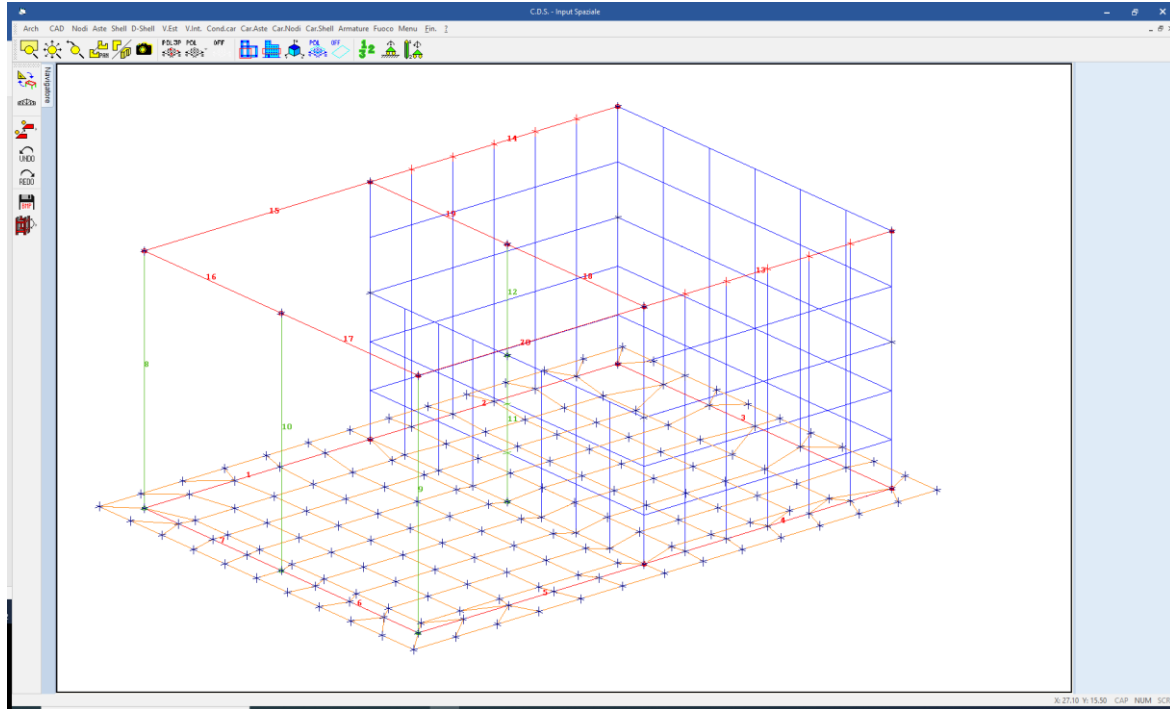
## 9.2 Presentazione dei risultati

Nelle figure che seguono sono riportati gli involuipi delle caratteristiche di sollecitazione, nonché gli schemi di applicazione di alcuni dei carichi.

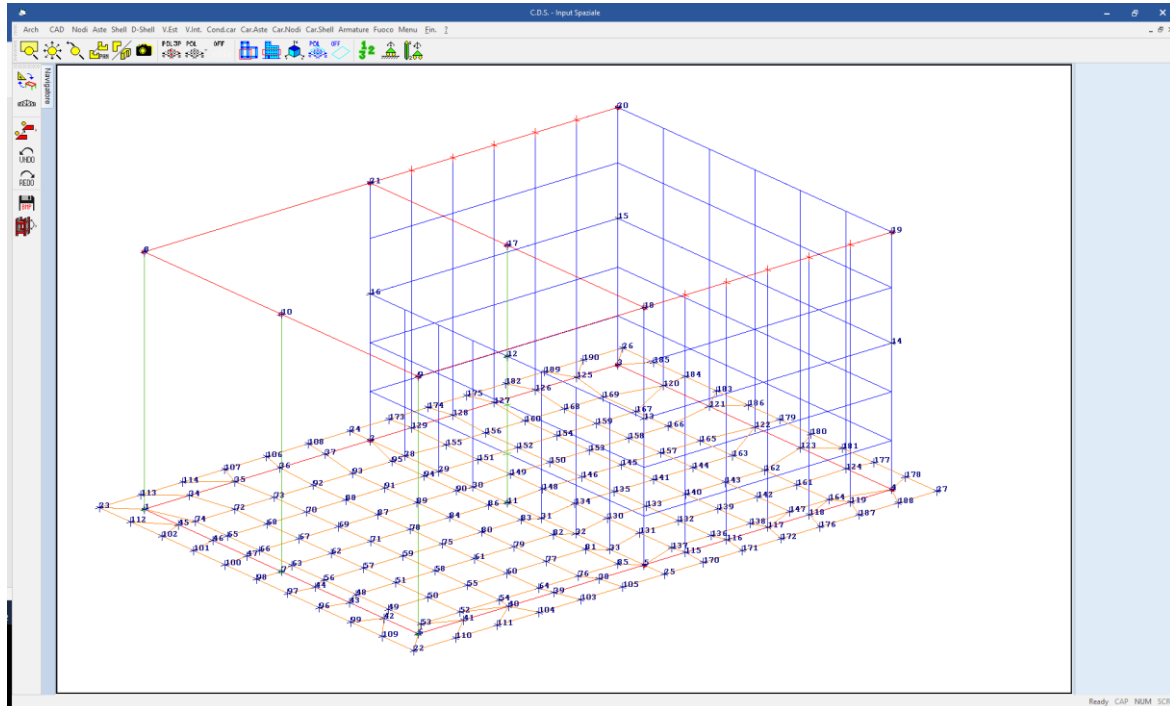
Le convenzioni sui segni sono quelle riportate nella parte iniziale del tabulato di calcolo allegato alla presente e comunque quelli tipici della Scienza delle Costruzioni. Le unità di misura sono ugualmente riportate nella parte iniziale del tabulato di calcolo.



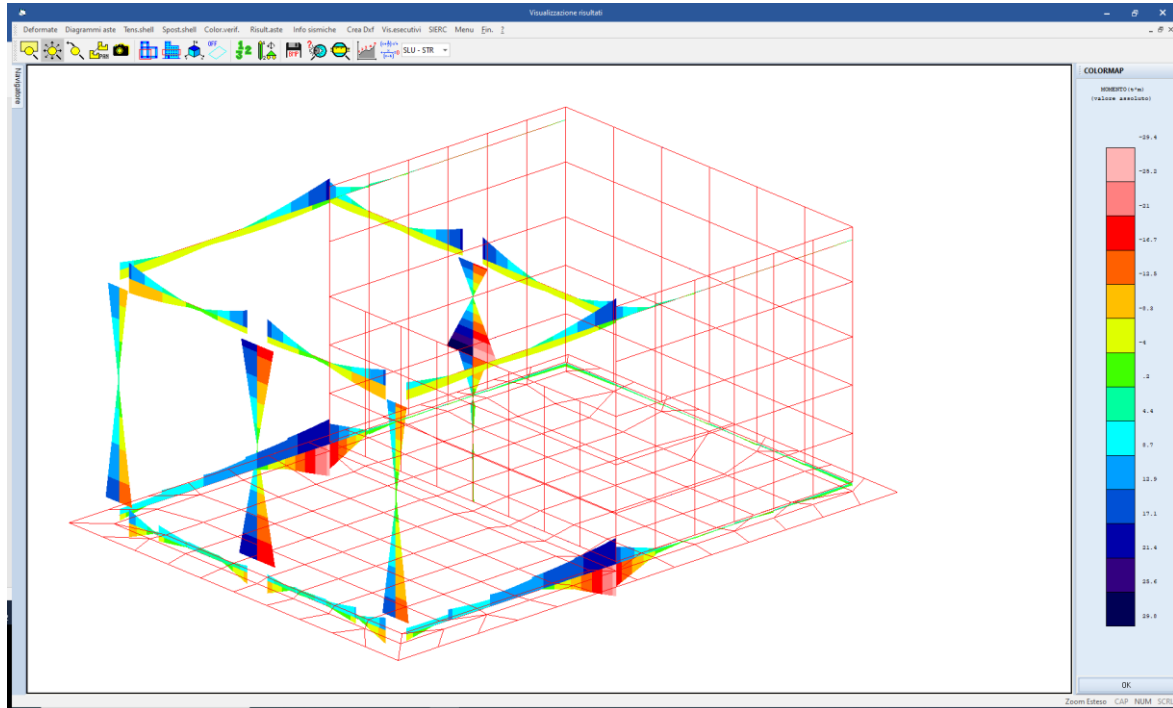
**Figura 17: numerazione fili strutturali**



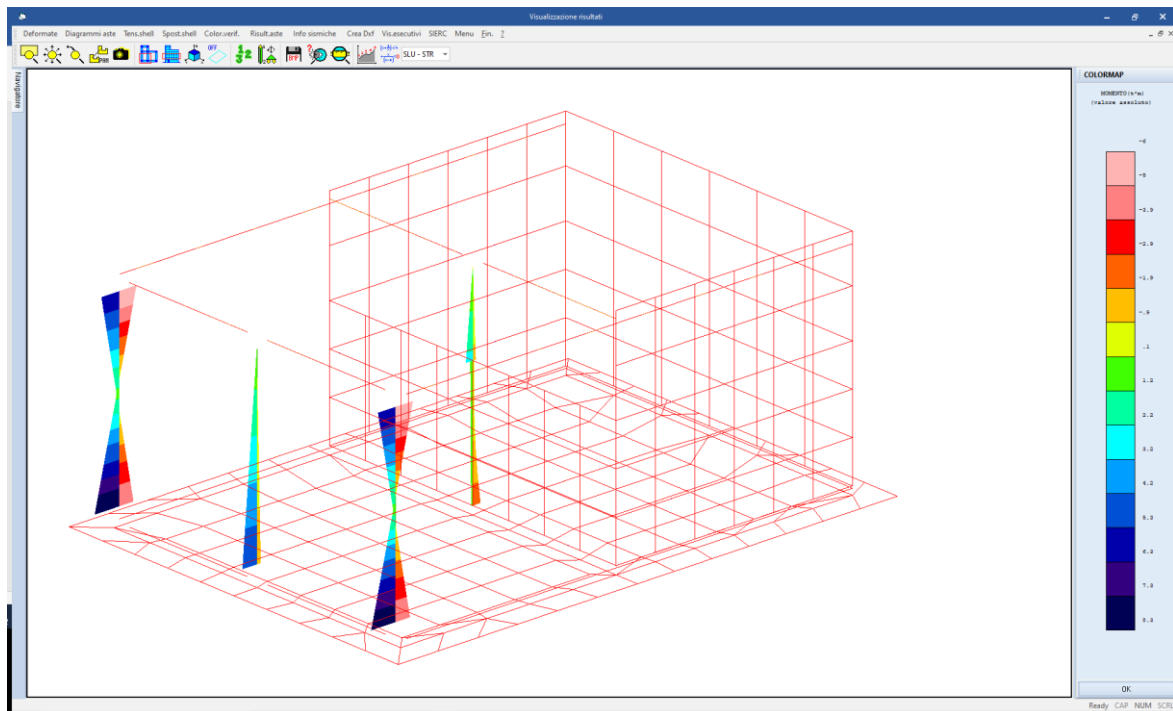
**Figura 18: numerazione aste del modello**



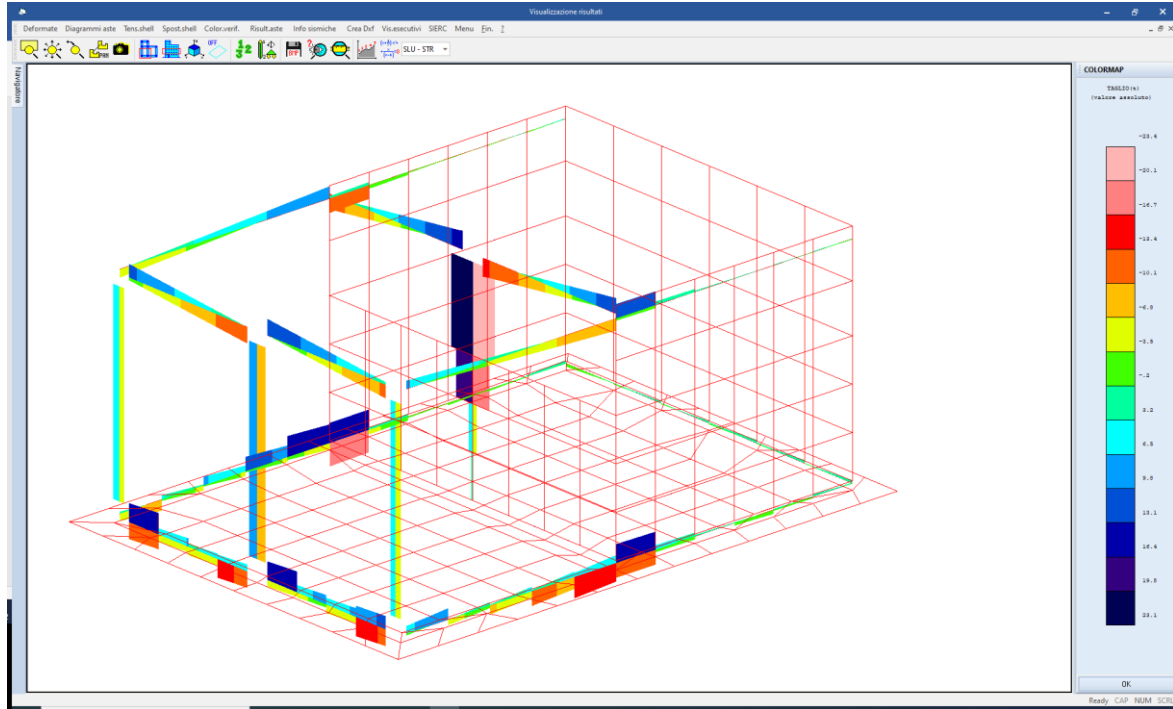
**Figura 19: numerazione nodi del modello**



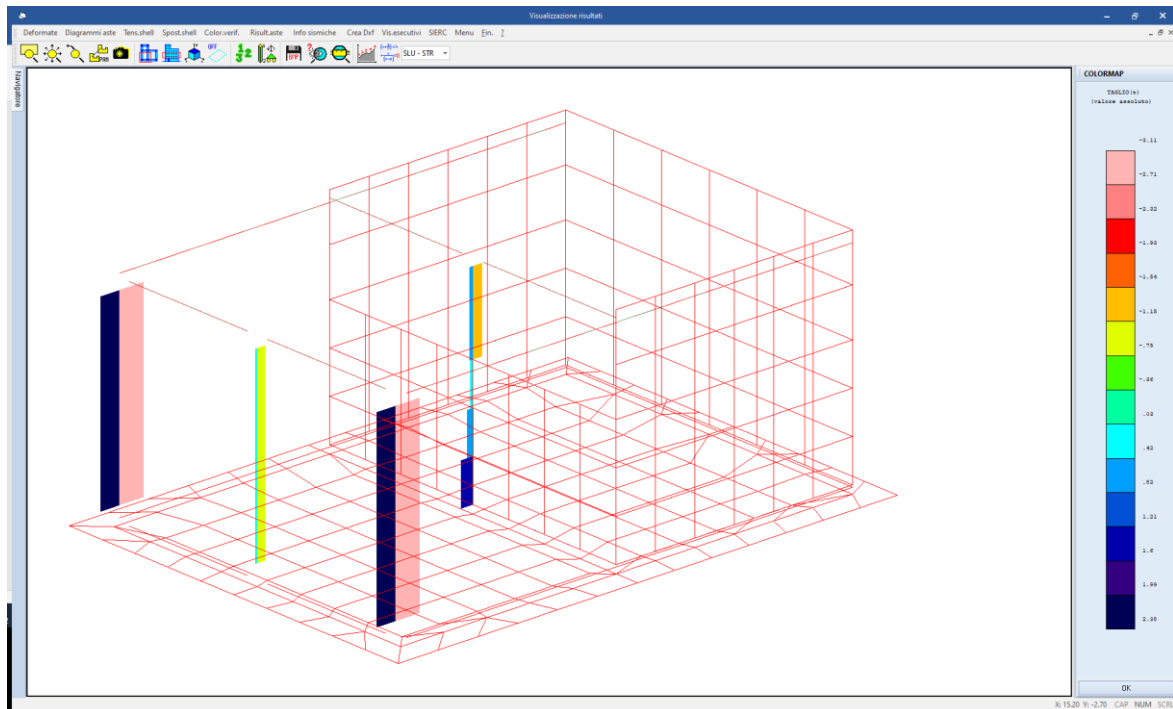
**Figura 20: involucro dei momenti flettenti  $M_x$**



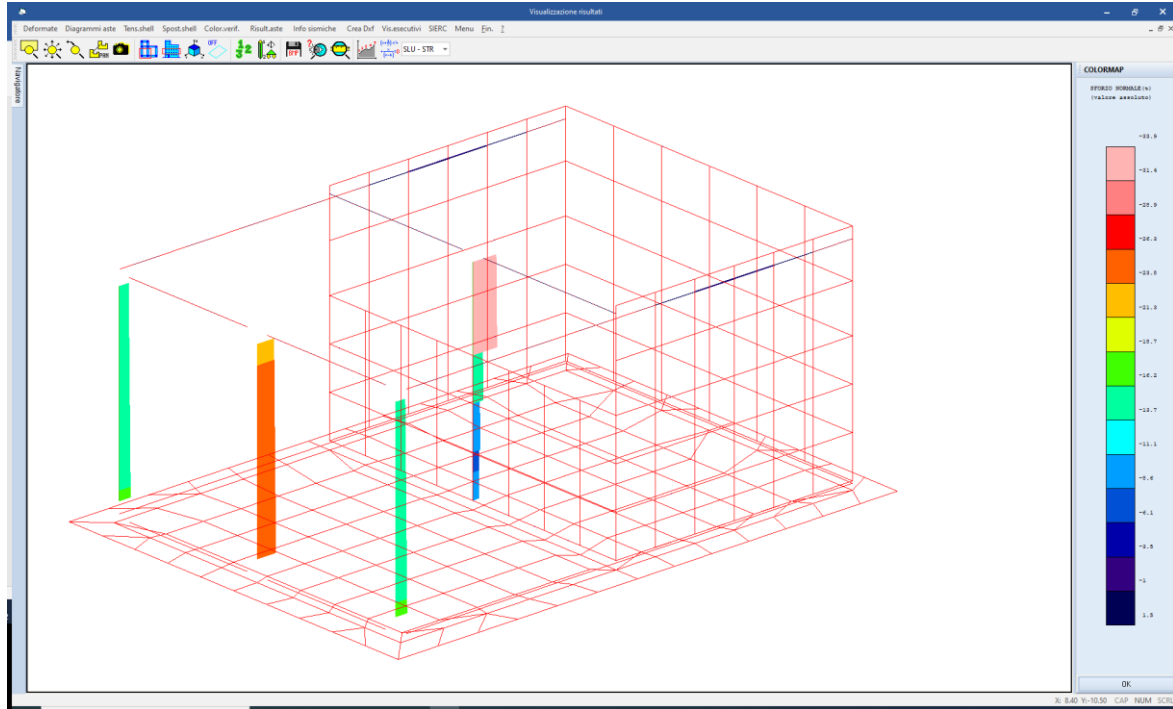
**Figura 21: involucro dei momenti flettenti  $M_y$**



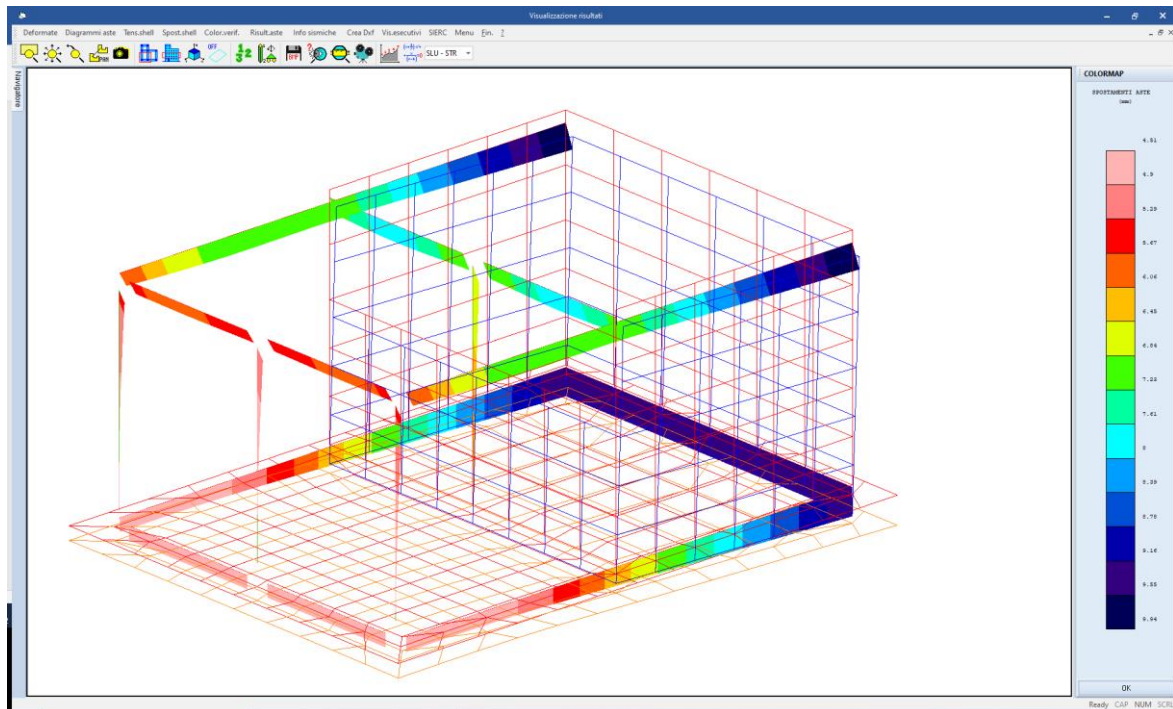
**Figura 22: involucro taglio  $V_y$**



**Figura 23: involucro taglio  $V_x$**

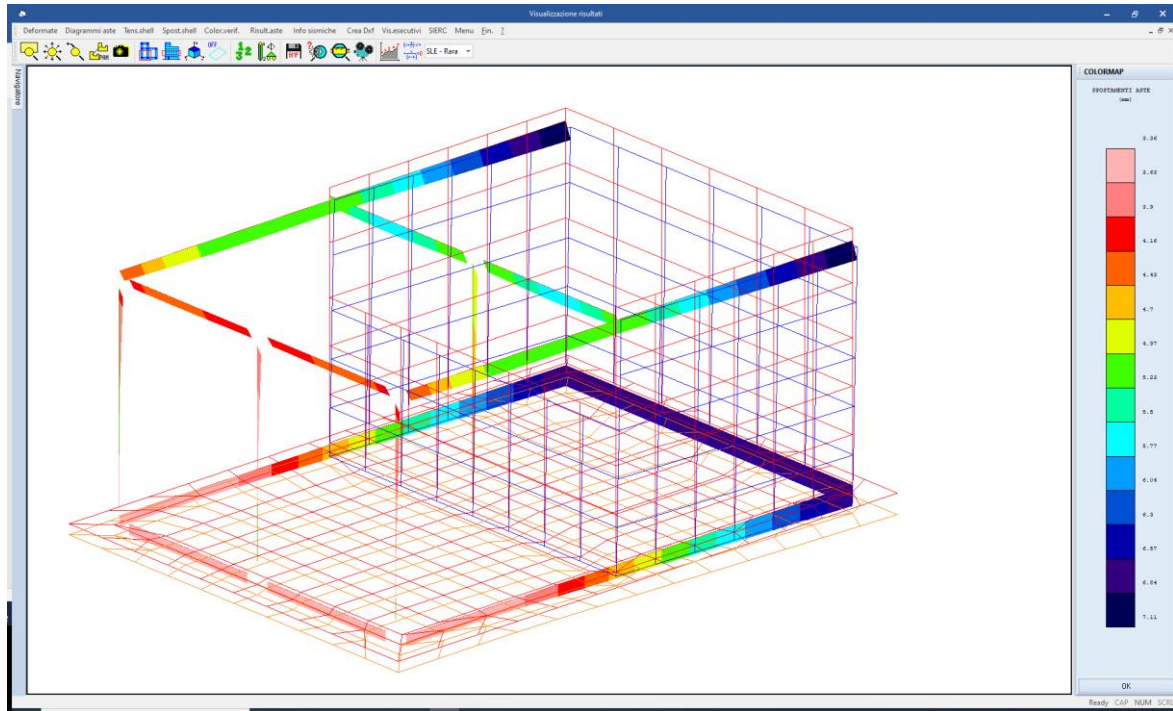


**Figura 24: involucro sforzo normale**

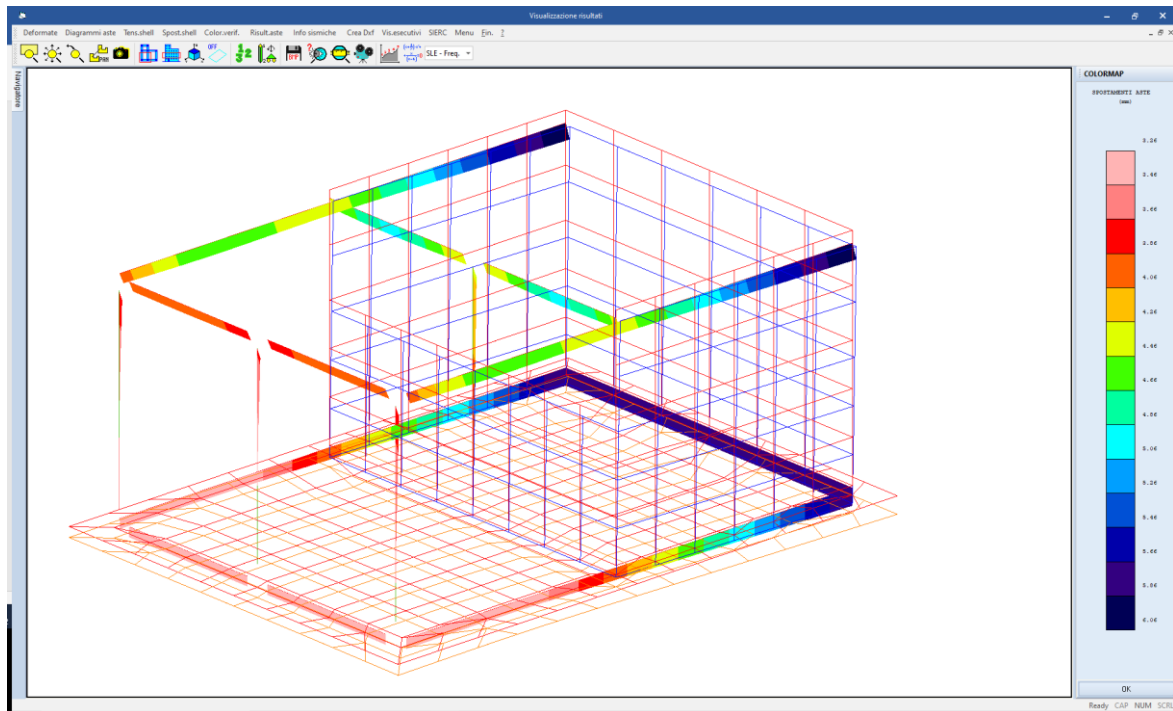


**Figura 25: colormap deformata combinazione SLV n.1**



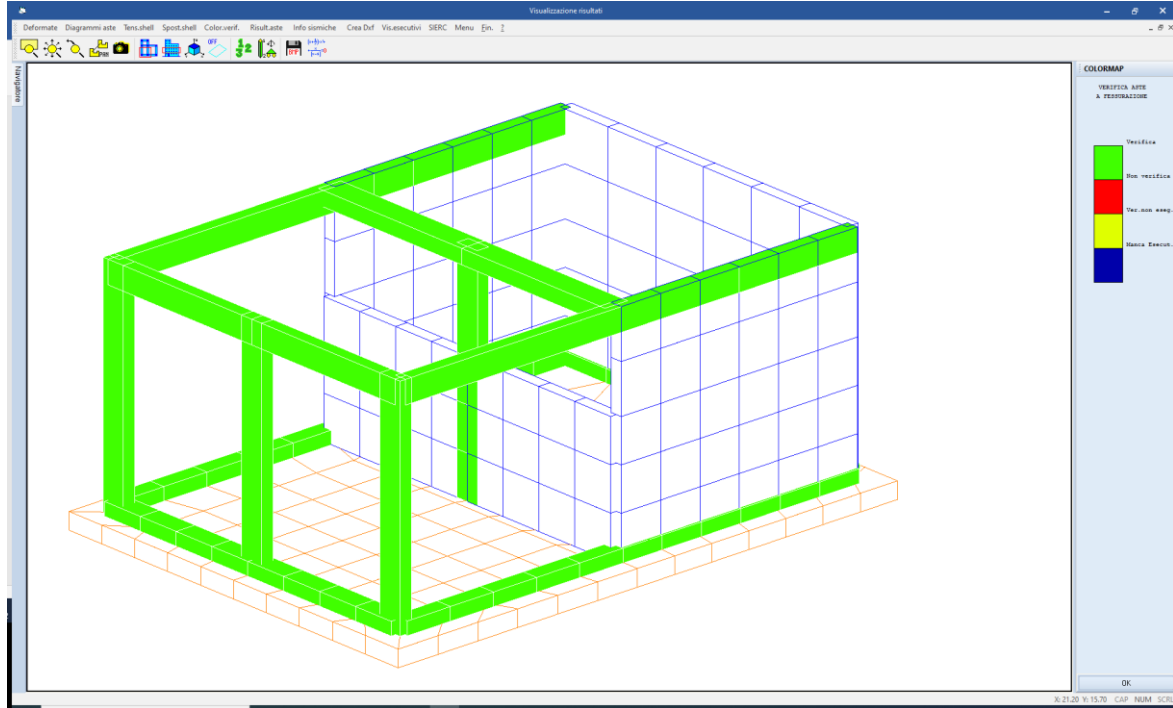


**Figura 26: colormap deformata combinazione SLE rara n.1**

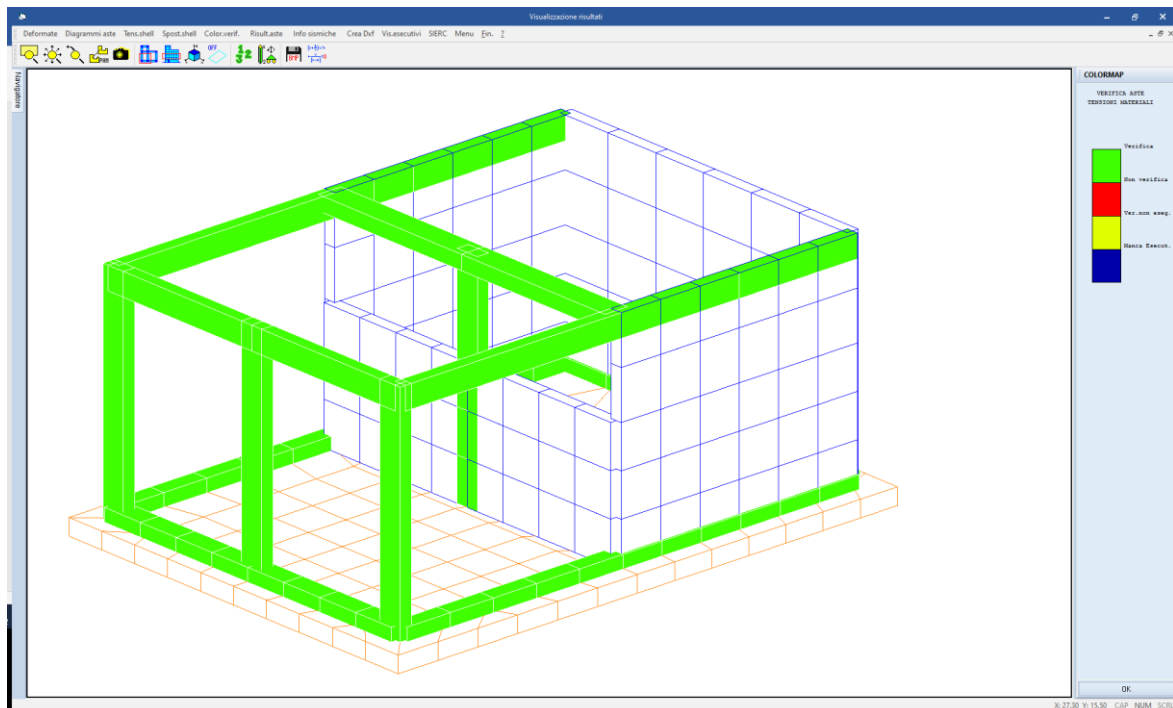


**Figura 27: colormap deformata combinazione SLE frequente n.1**





**Figura 28: colormap verifica stato limite di fessurazione**



**Figura 29: colormap verifica stato limite di tensione c.a.**

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA</b> <b>TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</b></p>					
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>Centrale idrica tipologico - Relazione di Calcolo</b></p>	<p>COMMESSA IV01</p>	<p>LOTTO 00</p>	<p>CODIFICA D 26 CL</p>	<p>DOCUMENTO FA0002 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 54 di 105</p>

## 10 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI OPERATIVITA'

Per quanto riguarda il requisito di limitazione dell'operatività, la struttura deve essere progettata e costruita per sopportare un'azione sismica che abbia una probabilità di occorrenza più elevata di quella dell'azione sismica di progetto senza che si verifichi un danneggiamento con conseguenti limitazioni nell'utilizzo i cui costi sarebbero eccessivamente alti se rapportati con il costo della struttura in sé.

L'azione sismica da tenere in conto per il "requisito di mantenimento delle funzionalità operative" ha una probabilità di superamento del 81% nel tempo di ritorno  $T_r$  di 120 (grandezza funzione della vita utile della struttura e della classe di utilizzo).

Il "requisito relativo al mantenimento delle funzionalità operative" può considerarsi soddisfatto se gli spostamenti relativi tra i piani sono limitati secondo quanto stabilito al p.to 7.3.7.2 della [3].

### 10.1 Analisi e calcolo degli spostamenti

Gli spostamenti sono valutati utilizzando l'analisi dinamica modale con spettro di progetto applicata al modello tridimensionale dell'edificio.

I calcoli sono stati effettuati con lo stesso procedimento seguito per lo stato limite ultimo per quanto riguarda le combinazioni dei modi, l'eccentricità accidentale, le combinazioni delle azioni orizzontali e la combinazione dell'azione sismica con le altre azioni.

Nel caso in esame, per edifici con tamponamenti collegati rigidamente alla struttura e che interferiscono con la deformabilità della stessa con comportamento fragile, si deve verificare che:

Verifica allo SLO  $qd_r < 0,0033h$

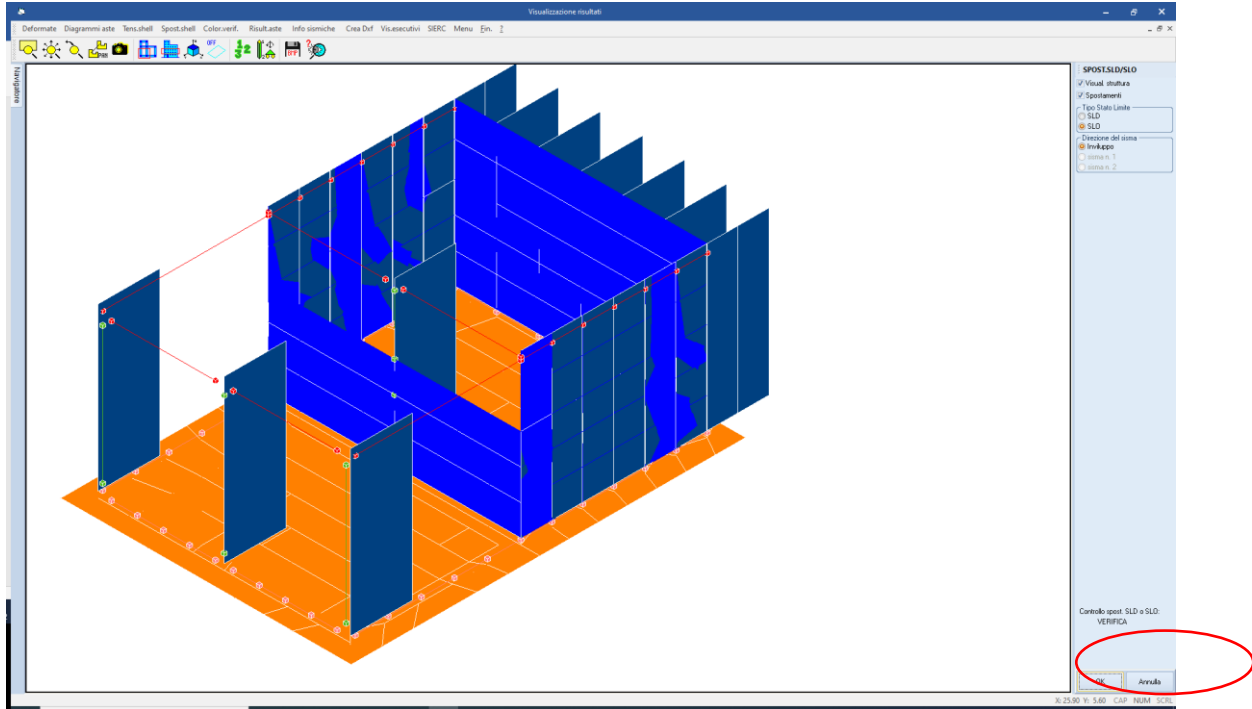
dove:

$d_r$  è lo spostamento relativo di interpiano calcolato sulla base delle indicazioni dei par. 7.3.3 e 7.3.4 della [3].

$h$  è l'altezza di interpiano per i vari livelli.

In base alla geometria dell'edificio si possono calcolare gli spostamenti di interpiano massimi stabiliti dalla normativa.

In figura seguente sono riportate le verifiche di spostamento secondo le due direzioni principali in pianta. Risulta verificato che gli spostamenti di interpiano sono inferiori ai limiti previsti dalla normativa.



**Figura 30: grafico spostamento SLD**

SPOSTAMENTI SISMICI RELATIVI													
IDENTIFICATIVO					INVILUPPO S.L.D.				INVILUPPO S.L.O.				Stringa di Controllo Verifica
Filo N.ro	Quota inf. (m)	Quota sup. (m)	Nodo inf. N.ro	Nodo sup. N.ro	Sis ma Nro	Com bin Nro	Spostam. Calcolo (mm)	Spostam. Limite (mm)	Sis ma Nro	Com bin Nro	Spostam. Calcolo (mm)	Spostam. Limite (mm)	
1	0.00	5.45	2	21	1	5	4.639	27.250	1	5	4.162	18.167	VERIFICATO
2	0.00	5.45	3	20	1	5	4.639	27.250	1	5	4.162	18.167	VERIFICATO
3	0.00	5.45	4	19	1	5	4.639	27.250	1	5	4.163	18.167	VERIFICATO
4	0.00	5.45	5	18	1	5	4.639	27.250	1	5	4.163	18.167	VERIFICATO
5	0.00	5.45	1	8	1	5	4.639	27.250	1	5	4.162	18.167	VERIFICATO
6	0.00	5.45	6	9	1	5	4.639	27.250	1	5	4.163	18.167	VERIFICATO
7	0.00	5.45	7	10	1	5	4.639	27.250	1	5	4.162	18.167	VERIFICATO
8	0.00	5.45	11	17	1	5	4.639	27.250	1	5	4.162	18.167	VERIFICATO
102	0.00	5.45	115	271	1	5	4.639	27.250	1	5	4.163	18.167	VERIFICATO
103	0.00	5.45	116	272	1	5	4.639	27.250	1	5	4.163	18.167	VERIFICATO
104	0.00	5.45	117	273	1	5	4.639	27.250	1	5	4.163	18.167	VERIFICATO
105	0.00	5.45	118	274	1	5	4.639	27.250	1	5	4.163	18.167	VERIFICATO
106	0.00	5.45	119	275	1	5	4.639	27.250	1	5	4.163	18.167	VERIFICATO
107	0.00	5.45	120	282	1	5	4.639	27.250	1	5	4.162	18.167	VERIFICATO
108	0.00	5.45	121	283	1	5	4.639	27.250	1	5	4.162	18.167	VERIFICATO
109	0.00	5.45	122	284	1	5	4.639	27.250	1	5	4.162	18.167	VERIFICATO
110	0.00	5.45	123	285	1	5	4.639	27.250	1	5	4.162	18.167	VERIFICATO
111	0.00	5.45	124	286	1	5	4.639	27.250	1	5	4.162	18.167	VERIFICATO
112	0.00	5.45	125	293	1	5	4.639	27.250	1	5	4.162	18.167	VERIFICATO
113	0.00	5.45	126	294	1	5	4.639	27.250	1	5	4.162	18.167	VERIFICATO
114	0.00	5.45	127	295	1	5	4.639	27.250	1	5	4.162	18.167	VERIFICATO
115	0.00	5.45	128	296	1	5	4.639	27.250	1	5	4.162	18.167	VERIFICATO
116	0.00	5.45	129	297	1	5	4.639	27.250	1	5	4.162	18.167	VERIFICATO

## 11 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI E DI ESERCIZIO

### 11.1 Verifiche delle travi

Le verifiche di resistenza flessione in campata ed agli appoggi delle travi viene svolta in automatico dal programma di calcolo assieme alle verifiche sulle prescrizioni geometriche e sui dettagli costruttivi previsti al cap.7 delle NTC 2018.

#### 11.1.1 Prescrizioni sulla geometria

Le prescrizioni geometriche previste dalla normativa (par. 7.4.6.1 delle NTC 2018) risultano tutte verificate essendo:

- La larghezza delle travi sismiche risulta essere sempre maggiore di 200 mm (minimo 700 mm);
- Il rapporto b/h tra larghezza ed altezza delle travi risulta sempre  $\geq 0.25$ ;
- L'eccentricità massima della linea d'asse della trave rispetto a quella della colonna a cui è collegata risulta essere nulla e quindi sempre minore di  $b_c/4$  dove  $b_c$  è la dimensione trasversale maggiore della colonna normale all'asse longitudinale della trave è assicurato così un trasferimento efficace delle azioni cicliche tra una trave sismica primaria e una colonna [p.to 7.4.6.1.3 della NTC2018].

#### 11.1.2 Prescrizioni sui quantitativi di armatura ed i dettagli costruttivi

Il programma di calcolo verifica in automatico il rispetto dei quantitativi minimi di armatura ed i seguenti dettagli costruttivi:

- almeno due barre di diametro non inferiore a 14 mm devono essere presenti superiormente e inferiormente per tutta la lunghezza della trave;
- in ogni sezione della trave, il rapporto geometrico  $\rho$  relativo all'armatura tesa, indipendentemente dal fatto che l'armatura tesa sia quella al lembo superiore della sezione  $A_s$  o quella al lembo inferiore della sezione  $A_i$ , deve essere compreso entro i seguenti limiti:

$$\frac{1,4}{f_{yk}} < \rho < \rho_{comp} + \frac{3,5}{f_{yk}}$$

dove:

$\rho$  è il rapporto geometrico relativo all'armatura tesa pari ad  $A_s/(b \cdot h)$  oppure ad  $A_i/(b \cdot h)$ ;

$\rho_{comp}$  è il rapporto geometrico relativo all'armatura compressa;

$f_{yk}$  è la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio (in MPa).

- l'armatura compressa non deve essere mai inferiore ad un quarto di quella tesa:

$$\rho_{comp} \geq 0.25 \rho$$

- nelle zone critiche della trave, inoltre, deve essere:

$$\rho_{comp} \geq 0.5 \rho$$

Vengono inoltre rispettati i limiti previsti per le travi in calcestruzzo in zona non sismica (punto 4.1.6.1.1 delle NTC2018):

- l'area dell'armatura longitudinale in zona tesa non deve essere inferiore a

$$A_{s,\min} = 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_t \cdot d$$

e comunque non minore di  $0.0013 b_t \cdot d$

dove:

$b_t$  rappresenta la larghezza media della zona tesa;

$d$  è l'altezza utile della sezione;

$f_{ctm}$  è il valore medio della resistenza a trazione assiale;

$f_{yk}$  è il valore caratteristico della resistenza a trazione dell'armatura ordinaria.

- negli appoggi di estremità all'intradosso deve essere disposta un'armatura efficacemente ancorata, calcolata per uno sforzo di trazione pari al taglio;
- al di fuori delle zone di sovrapposizione, l'area di armatura tesa o compressa non deve superare individualmente  $A_{s,\max} = 0,04 A_c$ , essendo  $A_c$  l'area della sezione trasversale di calcestruzzo.
- le travi devono prevedere armatura trasversale costituita da staffe con sezione complessiva non inferiore ad  $A_{st} = 1,5 b$  mm<sup>2</sup>/m essendo  $b$  lo spessore minimo dell'anima in millimetri, con un minimo di tre staffe al metro e comunque passo non superiore a 0,8 volte l'altezza utile della sezione;
- in ogni caso almeno il 50% dell'armatura necessaria per il taglio deve essere costituita da staffe.

### 11.1.3 Verifica travi a pressoflessione

Il calcolo dell'armatura delle travi è stato eseguito considerando i valori involuppo delle sollecitazioni ricavate dall'analisi strutturale e seguendo le prescrizioni della normativa. In ogni sezione, il momento resistente deve risultare, superiore o uguale al momento flettente sollecitante di calcolo. I momenti flettenti sollecitanti di calcolo da utilizzare per il dimensionamento e la verifica delle travi sono quelli ottenuti dall'analisi globale della struttura.

Il diagramma dei momenti flettenti sollecitanti è stato traslato di un valore pari a:

$$a_1 = \frac{z \cdot (\cot \theta - \cot \alpha)}{2}$$

dove:

$z$  è il braccio della coppia interna,  $z = 0,9 \cdot d$ ;

$\theta$  è l'angolo variabile tra il puntone compresso di calcestruzzo e l'asse della trave perpendicolare alla forza di taglio;

$\alpha$  è l'angolo di inclinazione delle armature trasversali rispetto all'asse della trave perpendicolare alla forza di taglio,  $\alpha = 90^\circ$ .

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nelle tabelle di verifica aste in calcestruzzo per gli stati limite ultimi.

**Trattandosi di una struttura in calcestruzzo d'uso IV la verifica di resistenza è condotta sia allo SLU che allo SLD.**

<b>Filo Iniz./Fin.</b>	: Sulla prima riga numero del filo del nodo iniziale, sulla seconda quello del nodo finale
<b>Cotg <math>\Theta</math></b>	: Cotangente Angolo del puntone compresso
<b>Quota</b>	: Sulla prima riga quota del nodo iniziale, sulla seconda quota del nodo finale
<b>SgmT</b>	: Solo per le travi di fondazione: Pressione di contatto sul terreno in Kg/cm <sup>2</sup> calcolata con i valori caratteristici delle azioni assumendo i coefficienti gamma pari ad uno.
<b>AmpC</b>	: Solo per le travi di elevazione:

- Coefficiente di amplificazione dei carichi statici per tenere in conto della verifica locale dell'asta a sisma verticale.*
- N/Nc** : Solo per i pilastri:  
*Percentuale della resistenza massima a compressione della sezione di solo calcestruzzo.*
- Tratto** : Se una trave è suddivisa in più tratti sulla prima riga è riportato il numero del tratto, sulla terza il numero di suddivisioni della trave
- Sez B/H** : Sulla prima riga numero della sezione nell'archivio, sulla seconda base della sezione, sulla terza altezza. Per sezioni a T è riportato l'ingombro massimo della sezione
- Concio** : Numero del concio
- Co Nr** : Numero della combinazione e in sequenza sollecitazioni ultime di calcolo che forniscono la massima deformazione nell'acciaio e nel calcestruzzo per la verifica a flessione
- GamRd** : Solo per le travi di fondazione: Coefficiente di sovrarresistenza.
- M Exd** : Momento ultimo di calcolo asse vettore X (per le travi incrementato dalla traslazione del diagramma del momento flettente)
- M Eyd** : Momento ultimo di calcolo asse vettore Y
- N Ed** : Sforzo normale ultimo di calcolo
- x / d** : Rapporto fra la posizione dell'asse neutro e l'altezza utile della sezione moltiplicato per 100
- ef% ec% (\*100)** : deformazioni massime nell'acciaio e nel calcestruzzo moltiplicate per 10.000. Valore limite per l'acciaio 100 (1%), valore limite nel calcestruzzo 35 (0,35%)
- Area** : Area del ferro in centimetri quadri; per le travi rispettivamente superiore ed inferiore, per i pilastri armature lungo la base e l'altezza della sezione
- Co Nr** : Numero della combinazione e in sequenza sollecitazioni ultime di calcolo che forniscono la minore sicurezza per le azioni taglianti e torcenti
- V Exd** : Taglio ultimo di calcolo in direzione X
- V Eyd** : Taglio ultimo di calcolo in direzione Y
- T sdu** : Momento torcente ultimo di calcolo
- V Rxd** : Taglio resistente ultimo delle staffe in direzione X
- V Ryd** : Taglio resistente ultimo delle staffe in direzione Y
- T Rd** : Momento torcente resistente ultimo delle staffe
- T Rld** : Momento torcente resistente ultimo dell'armatura longitudinale
- Coe Cls** : Coefficiente per il controllo di sicurezza del calcestruzzo alle azioni taglianti e torcenti moltiplicato per 100; la sezione è verificata se detto valore è minore o uguale a 100
- Coe Staf** : Coefficiente per il controllo di sicurezza delle staffe alle azioni taglianti e torcenti moltiplicato per 100; la sezione è verificata se detto valore è minore o uguale a 100
- Alon** : Armatura longitudinale a torsione (nelle travi rettangolari per le quali è stata effettuata la verifica a momento My in questo dato viene stampata anche l'armatura flessionale dei lati verticali)
- Staffe** : Passo staffe e lunghezza del tratto da armare
- Moltip Ultimo** : Solo per le stampe di riverifica:  
*Moltiplicatore dei carichi che porta a collasso la sezione. Il percorso dei carichi seguito e' a sforzo normale costante. Le deformazioni riportate sono determinate dalle sollecitazioni di calcolo amplificate del moltiplicatore in parola.*

**STAMPA PROGETTO S.L.U. - AZIONI S.L.V. - ELEVAZIONE**

Filo Iniz. Fin. Ctg9	Quota Iniz. Final AmpC	T r a t t o	Sez Bas Alt	C o n c i o	VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE										VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE												
					Co mb	M Exd (t*m)	N Ed (t)	Moltip Ultimo	x/ d	sf% 100	ec% 100	Area cmq sup inf	Co mb	V Exd (t)	V Eyd (t)	T Sdu (t*m)	V Rxd (t)	V Ryd (t)	TRd (t*m)	TRld (t*m)	Coe Cls	Coe Sta	ALon cmq	Staffe Pas Lun Fi			
4	5.45	1	32	1	5	-10.5	0.0	1.54	32	19	9	9.4	6.3	5	0.0	11.2	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	27	57	0.0	22	0	8
3	5.45	/	30	3	5	-10.5	0.0	1.54	32	19	9	9.4	6.3	5	0.0	11.1	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	27	57	0.0	22	105	8
2.5	1.00	6	55	5	22	-2.5	0.0	6.56	32	19	9	9.4	6.3	5	0.0	10.6	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	26	54	0.0	22	0	8
2	5.45	1	32	1	5	-0.3	0.0	33.94	26	19	6	6.3	6.3	5	0.0	0.6	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	1	3	0.0	22	0	8

**STAMPA PROGETTO S.L.U. - AZIONI S.L.V. - ELEVAZIONE**

Filo Iniz. Fin. Ctqg	Quota Iniz. Final	Tr a t	Sez Bas Alt	Co n c	VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE											VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE										
					Co mb	M Exd (t'm)	N Ed (t)	Moltip Ultimo	x/ d	sf% 100	sc% 100	Area cmq sup inf	Co mb	V Exd (t)	V Eyd (t)	T Sdu (t'm)	V Rxd (t)	V Ryd (t)	TRd (t'm)	TRld (t'm)	Coe CIs	Coe Sta	ALon cmq	Staffe Pas Lun Fi		
1 / 2.5	5.45 / 1.00	30 / 6	3 / 55	5 / 5	-0.3 / -0.1	0.0 / 0.0	33.94 / 74.27	26 / 26	19 / 19	6 / 6	6.3 / 6.3	6.3 / 6.3	5 / 8	0.0 / 0.0	0.6 / -0.6	0.0 / 0.0	9.6 / 9.6	19.6 / 19.6	3.4 / 3.4	0.0 / 0.0	1 / 1	3 / 3	0.0 / 0.0	22 / 22	105 / 0	8 / 8
1 / 2.5	5.45 / 1.00	30 / 6	3 / 55	5 / 5	-17.3 / 7.9	0.0 / 0.0	1.22 / 1.37	36 / 26	19 / 19	10 / 6	12.6 / 6.3	6.3 / 6.3	5 / 8	0.0 / 0.0	9.4 / -6.5	0.0 / 0.0	9.6 / 9.6	19.6 / 19.6	3.4 / 3.4	0.0 / 0.0	23 / 16	48 / 33	0.0 / 0.0	22 / 22	66 / 66	8 / 8
5 / 2.5	5.45 / 1.00	30 / 6	3 / 55	5 / 24	-13.1 / -14.3	0.0 / 0.0	1.06 / 1.20	28 / 32	19 / 19	7 / 9	8.0 / 10.1	8.0 / 8.0	10 / 22	0.0 / 0.0	10.5 / -12.8	0.0 / 0.0	9.6 / 9.6	19.6 / 19.6	3.4 / 3.4	0.0 / 0.0	25 / 31	54 / 65	0.0 / 0.0	22 / 22	66 / 66	8 / 8
7 / 2.5	5.45 / 1.00	30 / 6	3 / 55	5 / 24	-14.2 / -13.2	0.0 / 0.0	1.20 / 1.30	33 / 32	19 / 19	9 / 9	10.1 / 10.1	6.0 / 8.0	12 / 24	0.0 / 0.0	12.7 / -10.5	0.0 / 0.0	9.6 / 9.6	19.6 / 19.6	3.4 / 3.4	0.0 / 0.0	31 / 26	65 / 57	0.0 / 0.0	22 / 22	66 / 66	8 / 8
4 / 2.5	5.45 / 1.00	30 / 6	3 / 35	5 / 10	-11.1 / -17.9	-0.1 / 0.1	1.12 / 1.16	34 / 42	19 / 19	10 / 13	12.6 / 22.0	9.4 / 12.6	22 / 6	0.0 / 0.0	12.0 / -14.5	0.0 / 0.0	43.1 / 43.1	23.1 / 23.1	9.7 / 9.7	0.0 / 0.0	25 / 27	52 / 56	0.0 / 0.0	11 / 11	33 / 32	8 / 8
8 / 2.5	5.45 / 1.00	30 / 6	3 / 35	5 / 12	-18.0 / -11.0	0.1 / -0.1	1.15 / 1.13	42 / 34	19 / 19	13 / 10	22.0 / 12.6	12.6 / 9.4	6 / 12	0.0 / 0.0	14.6 / -12.0	0.0 / 0.0	43.1 / 43.1	23.1 / 23.1	9.7 / 9.7	0.0 / 0.0	30 / 25	63 / 52	0.0 / 0.0	11 / 11	33 / 33	8 / 8
6 / 2.5	5.45 / 1.00	30 / 6	3 / 35	5 / 5	7.9 / -17.2	0.0 / 0.0	1.37 / 1.22	26 / 36	19 / 19	6 / 10	6.3 / 12.6	6.3 / 6.3	8 / 5	0.0 / 0.0	6.5 / -9.4	0.0 / 0.0	9.6 / 9.6	19.6 / 19.6	3.4 / 3.4	0.0 / 0.0	16 / 23	33 / 48	0.0 / 0.0	22 / 22	66 / 66	8 / 8
4 / 2.5	5.45 / 1.00	30 / 6	3 / 35	5 / 5	-1.9 / 0.8	0.0 / 0.0	8.58 / 13.62	32 / 26	19 / 19	9 / 6	9.4 / 6.3	6.3 / 6.3	5 / 5	0.0 / 0.0	2.8 / 2.3	0.0 / 0.0	9.6 / 9.6	19.6 / 19.6	3.4 / 3.4	0.0 / 0.0	7 / 6	14 / 12	0.0 / 0.0	22 / 22	0 / 0	8 / 8
4 / 2.5	5.45 / 1.00	30 / 6	3 / 35	5 / 40	-0.3 / 0.0	1.5 / 1.5	32.25 / 13900.65	25 / 25	19 / 19	6 / 6	6.3 / 6.3	6.3 / 6.3	5 / 5	0.0 / 0.0	0.9 / 0.4	0.0 / 0.0	9.6 / 9.6	19.6 / 19.6	3.4 / 3.4	0.0 / 0.0	2 / 1	5 / 2	0.0 / 0.0	22 / 22	0 / 0	8 / 8
4 / 2.5	5.45 / 1.00	30 / 6	3 / 35	5 / 26	-0.2 / 0.0	1.5 / 1.5	60.80 / 281.69	25 / 25	19 / 19	6 / 6	6.3 / 6.3	6.3 / 6.3	6 / 5	0.0 / 0.0	0.5 / -0.1	0.0 / 0.0	9.6 / 9.6	19.6 / 19.6	3.4 / 3.4	0.0 / 0.0	1 / 0	3 / 1	0.0 / 0.0	22 / 22	0 / 0	8 / 8
4 / 2.5	5.45 / 1.00	30 / 6	3 / 35	5 / 26	-0.1 / 0.0	0.8 / 0.8	157.64 / 7330.15	25 / 25	19 / 19	6 / 6	6.3 / 6.3	6.3 / 6.3	8 / 5	0.0 / 0.0	0.5 / -0.4	0.0 / 0.0	9.6 / 9.6	19.6 / 19.6	3.4 / 3.4	0.0 / 0.0	1 / 1	3 / 2	0.0 / 0.0	22 / 22	0 / 0	8 / 8
4 / 2.5	5.45 / 1.00	30 / 6	3 / 35	5 / 5	-0.1 / -0.3	0.0 / 0.0	73.41 / 34.23	26 / 26	19 / 19	6 / 6	6.3 / 6.3	6.3 / 6.3	8 / 5	0.0 / 0.0	0.6 / -0.6	0.0 / 0.0	9.6 / 9.6	19.6 / 19.6	3.4 / 3.4	0.0 / 0.0	1 / 1	3 / 3	0.0 / 0.0	22 / 22	0 / 0	8 / 8
2 / 2.5	5.45 / 1.00	30 / 6	3 / 35	5 / 33	0.0 / -0.1	0.8 / 0.8	3482.72 / 156.72	25 / 25	19 / 19	6 / 6	6.3 / 6.3	6.3 / 6.3	8 / 8	0.0 / 0.0	0.4 / -0.5	0.0 / 0.0	9.6 / 9.6	19.6 / 19.6	3.4 / 3.4	0.0 / 0.0	1 / 1	2 / 3	0.0 / 0.0	22 / 22	0 / 0	8 / 8
2 / 2.5	5.45 / 1.00	30 / 6	3 / 35	5 / 33	0.0 / -0.2	1.5 / 1.5	287.22 / 61.17	25 / 25	19 / 19	6 / 6	6.3 / 6.3	6.3 / 6.3	5 / 6	0.0 / 0.0	0.1 / -0.5	0.0 / 0.0	9.6 / 9.6	19.6 / 19.6	3.4 / 3.4	0.0 / 0.0	0 / 1	3 / 3	0.0 / 0.0	22 / 22	0 / 0	8 / 8
2 / 2.5	5.45 / 1.00	30 / 6	3 / 35	5 / 31	0.0 / -0.3	1.5 / 1.5	17248.48 / 32.56	25 / 25	19 / 19	6 / 6	6.3 / 6.3	6.3 / 6.3	5 / 5	0.0 / 0.0	-0.4 / -0.9	0.0 / 0.0	9.6 / 9.6	19.6 / 19.6	3.4 / 3.4	0.0 / 0.0	1 / 2	5 / 5	0.0 / 0.0	22 / 22	0 / 0	8 / 8
2 / 2.5	5.45 / 1.00	30 / 6	3 / 35	5 / 5	0.8 / -1.9	0.0 / 0.0	13.61 / 8.57	26 / 32	19 / 19	6 / 9	6.3 / 9.4	6.3 / 6.3	5 / 5	0.0 / 0.0	-2.3 / -2.8	0.0 / 0.0	9.6 / 9.6	19.6 / 19.6	3.4 / 3.4	0.0 / 0.0	6 / 7	12 / 14	0.0 / 0.0	22 / 22	0 / 0	8 / 8
2 / 2.5	5.45 / 1.00	30 / 6	3 / 35	5 / 5	-2.4 / -10.5	0.0 / 0.0	6.63 / 1.53	32 / 32	19 / 19	9 / 9	9.4 / 9.4	6.3 / 6.3	5 / 5	0.0 / 0.0	-10.6 / -11.1	0.0 / 0.0	9.6 / 9.6	19.6 / 19.6	3.4 / 3.4	0.0 / 0.0	26 / 27	54 / 57	0.0 / 0.0	22 / 22	0 / 0	8 / 8

**STAMPA PROGETTO S.L.U. - AZIONI S.L.D. - ELEVAZIONE**

Filo Iniz. Fin. Ctqg	Quota Iniz. Final	Tr a t	Sez Bas Alt	Co n c	VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE											VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE										
					Co mb	M Exd (t'm)	N Ed (t)	Moltip Ultimo	x/ d	sf% 100	sc% 100	Area cmq sup inf	Co mb	V Exd (t)	V Eyd (t)	T Sdu (t'm)	V Rxd (t)	V Ryd (t)	TRd (t'm)	TRld (t'm)	Coe CIs	Coe Sta	ALon cmq	Staffe Pas Lun Fi		
4 / 2.5	5.45 / 1.00	30 / 6	3 / 35	5 / 3	-6.2 / -2.9	0.0 / 0.0	3.01 / 5.54	32 / 32	21 / 19	10 / 9	9.4 / 9.4	6.3 / 6.3	5 / 5	0.0 / 0.0	6.2 / 5.7	0.0 / 0.0	9.6 / 9.6	19.6 / 19.6	3.4 / 3.4	0.0 / 0.0	15 / 14	32 / 29	0.0 / 0.0	22 / 22	0 / 0	8 / 8
2 / 2.5	5.45 / 1.00	30 / 6	3 / 35	5 / 6	-0.1 / -0.1	0.0 / 0.0	96.24 / 116.06	26 / 26	19 / 19	8 / 6	6.3 / 6.3	6.3 / 6.3	5 / 8	0.0 / 0.0	0.4 / -0.4	0.0 / 0.0	9.6 / 9.6	19.6 / 19.6	3.4 / 3.4	0.0 / 0.0	1 / 1	2 / 2	0.0 / 0.0	22 / 22	0 / 0	8 / 8
1 / 2.5	5.45 / 1.00	30 / 6	3 / 35	5 / 5	-9.7 / 3.7	0.0 / 0.0	2.49 / 2.94	36 / 26	19 / 19	12 / 6	12.6 / 6.3	6.3 / 6.3	3 / 8	0.0 / 0.0	7.2 / -4.2	0.0 / 0.0	9.6 / 9.6	19.6 / 19.6	3.4 / 3.4	0.0 / 0.0	17 / 10	37 / 21	0.0 / 0.0	22 / 22	66 / 66	8 / 8
5 / 2.5	5.45 / 1.00	30 / 6	3 / 35	5 / 22	3.5 / 0.0	0.0 / 0.0	4.30 / 3.94	29 / 28	19 / 19	9 / 7	8.0 / 8.0	8.0 / 8.0	3 / 6	0.0 / 0.0	6.6 / -7.7	0.0 / 0.0	9.6 / 9.6	19.6 / 19.6	3.4 / 3.4	0.0 / 0.0	16 / 19	34 / 39	0.0 / 0.0	22 / 22	66 / 218	8 / 8



**RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA  
TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA**

**PROGETTO DEFINITIVO  
Centrale idrica tipologico - Relazione di Calcolo**

COMMESSA IV01 LOTTO 00 CODIFICA D 26 CL DOCUMENTO FA0002 001 REV. A FOGLIO 60 di 105

**STAMPA PROGETTO S.L.U. - AZIONI S.L.D. - ELEVAZIONE**

Filo Iniz. Fin. Ctg0	Quota Iniz. Final t	T r a	Sez Bas Alt	C o n c	VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE									VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE													
					Co mb	M Exd (t*m)	N Ed (t)	Moltip Ultimo	x/ d	sf% 100	sc% 100	Area cmq sup inf	Co mb	V Exd (t)	V Eyd (t)	T Sdu (t*m)	V Rxd (t)	V Ryd (t)	TRd (t*m)	TRld (t*m)	Coe Cls	Coe Sta	ALon cmq	Staffe Pas Lun Fi			
2.5			55	5	6	-7.3	0.0	2.36	32	19	9	10.1	8.0	6	0.0	-10.0	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	24	51	0.0	22	66	8
7	5.45		32	1	6	-7.2	0.0	2.72	33	21	11	10.1	6.0	6	0.0	10.0	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	24	51	0.0	22	66	8
6	5.45		30	3	12	3.5	0.0	3.00	25	19	6	8.0	6.0	6	0.0	7.6	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	19	39	0.0	22	218	8
2.5			55	5	24	-3.7	0.0	4.60	32	19	9	10.1	8.0	3	0.0	-6.6	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	16	34	0.0	22	66	8
4	5.45		33	1	22	-4.6	-0.1	3.11	35	21	11	12.6	9.4	3	0.0	11.0	0.0	43.1	23.1	9.7	0.0	23	48	0.0	11	33	8
8	5.45		60	3	6	5.5	0.0	1.71	29	19	8	12.6	9.4	6	0.0	-12.5	0.0	43.1	23.1	9.7	0.0	26	54	0.0	11	322	8
2.5			35	5	6	-10.7	0.0	1.94	42	19	13	22.0	12.6	6	0.0	-14.4	0.0	43.1	23.1	9.7	0.0	30	62	0.0	11	33	8
8	5.45		33	1	6	-10.7	0.0	2.21	42	21	16	22.0	12.6	6	0.0	14.4	0.0	43.1	23.1	9.7	0.0	30	62	0.0	11	33	8
1	5.45		60	3	6	5.5	0.0	1.71	29	19	8	12.6	9.4	6	0.0	12.5	0.0	43.1	23.1	9.7	0.0	26	54	0.0	11	322	8
2.5			35	5	12	-4.6	-0.1	2.74	34	19	10	12.6	9.4	3	0.0	-11.0	0.0	43.1	23.1	9.7	0.0	23	48	0.0	11	33	8
6	5.45		32	1	5	3.7	0.0	3.38	26	21	8	6.3	6.3	8	0.0	4.2	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	10	21	0.0	22	66	8
4	5.45		30	3	3	4.6	0.0	2.34	26	19	6	6.3	6.3	3	0.0	-6.2	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	15	32	0.0	22	427	8
2.5			55	5	5	-9.7	0.0	2.17	36	19	10	12.6	6.3	3	0.0	-7.2	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	17	37	0.0	22	66	8
4	5.45	2	32	1	3	-1.3	0.0	14.54	32	21	10	9.4	6.3	5	0.0	1.9	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	5	10	0.0	22	0	8
3	5.45	/	30	3	3	-1.3	0.0	8.53	26	19	6	6.3	6.3	5	0.0	1.9	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	5	10	0.0	22	105	8
2.5		6	55	5	4	0.4	0.0	26.32	26	19	6	6.3	6.3	5	0.0	1.3	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	3	7	0.0	22	0	8
4	5.45	3	32	1	33	-0.3	1.5	38.25	25	21	7	6.3	6.3	3	0.0	0.8	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	2	4	0.0	22	0	8
3	5.45	/	30	3	33	-0.3	1.5	33.15	25	19	6	6.3	6.3	3	0.0	0.8	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	2	4	0.0	22	105	8
2.5		6	55	5	40	0.0	1.5	988.25	25	19	6	6.3	6.3	3	0.0	0.2	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	1	1	0.0	22	0	8
4	5.45	4	32	1	31	-0.2	1.5	65.36	25	21	7	6.3	6.3	3	0.0	0.5	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	1	3	0.0	22	0	8
3	5.45	/	30	3	31	-0.2	1.5	56.66	25	19	6	6.3	6.3	6	0.0	0.5	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	1	3	0.0	22	105	8
2.5		6	55	5	26	0.0	1.5	232.48	25	19	6	6.3	6.3	4	0.0	-0.1	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	0	0	0.0	22	0	8
4	5.45	5	32	1	31	-0.1	0.8	148.02	26	21	7	6.3	6.3	8	0.0	0.4	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	1	2	0.0	22	0	8
3	5.45	/	30	3	31	0.0	0.8	640.65	25	19	6	6.3	6.3	6	0.0	0.4	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	1	2	0.0	22	105	8
2.5		6	55	5	26	0.0	0.8	1953.75	25	19	6	6.3	6.3	4	0.0	-0.2	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	1	1	0.0	22	0	8
4	5.45	6	32	1	6	-0.1	0.0	131.35	26	21	8	6.3	6.3	8	0.0	0.4	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	1	2	0.0	22	0	8
3	5.45	/	30	3	5	-0.1	0.0	85.15	26	19	6	6.3	6.3	5	0.0	-0.3	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	1	2	0.0	22	105	8
2.5		6	55	5	5	-0.1	0.0	85.15	26	19	6	6.3	6.3	4	0.0	-0.3	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	1	2	0.0	22	0	8
2	5.45	2	32	1	40	0.0	0.8	1918.12	26	21	7	6.3	6.3	4	0.0	0.2	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	1	1	0.0	22	0	8
1	5.45	/	30	3	33	0.0	0.8	638.13	25	19	6	6.3	6.3	6	0.0	-0.4	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	1	2	0.0	22	105	8
2.5		6	55	5	33	-0.1	0.8	131.01	25	19	6	6.3	6.3	8	0.0	-0.4	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	1	2	0.0	22	0	8
2	5.45	3	32	1	40	0.0	1.5	270.22	25	21	7	6.3	6.3	4	0.0	0.1	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	0	0	0.0	22	0	8
1	5.45	/	30	3	33	-0.2	1.5	57.35	25	19	6	6.3	6.3	6	0.0	-0.5	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	1	3	0.0	22	105	8
2.5		6	55	5	33	-0.2	1.5	57.35	25	19	6	6.3	6.3	3	0.0	-0.5	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	1	3	0.0	22	0	8
2	5.45	4	32	1	26	0.0	1.5	1427.86	25	21	7	6.3	6.3	3	0.0	-0.2	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	1	1	0.0	22	0	8
1	5.45	/	30	3	31	-0.3	1.5	33.45	25	19	6	6.3	6.3	3	0.0	-0.7	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	2	4	0.0	22	105	8
2.5		6	55	5	31	-0.3	1.5	33.45	25	19	6	6.3	6.3	3	0.0	-0.8	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	2	4	0.0	22	0	8
2	5.45	5	32	1	5	0.4	0.0	30.35	26	21	8	6.3	6.3	5	0.0	-1.3	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	3	7	0.0	22	0	8
1	5.45	/	30	3	5	-1.3	0.0	8.54	26	19	6	6.3	6.3	5	0.0	-1.9	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	5	9	0.0	22	105	8
2.5		6	55	5	5	-1.3	0.0	12.69	32	19	9	9.4	6.3	5	0.0	-1.9	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	5	10	0.0	22	0	8
2	5.45	6	32	1	3	-2.9	0.0	6.35	32	21	10	9.4	6.3	5	0.0	-5.7	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	14	29	0.0	22	0	8
1	5.45	/	30	3	5	-6.2	0.0	2.62	32	19	9	9.4	6.3	5	0.0	-6.2	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	15	32	0.0	22	105	8
2.5		6	55	5	5	-6.2	0.0	2.62	32	19	9	9.4	6.3	5	0.0	-6.2	0.0	9.6	19.6	3.4	0.0	15	32	0.0	22	0	8

**11.1.4 Verifiche allo S.L.E.**

Definiti i quantitativi di armatura il programma esegue le verifiche SLE alle tensioni ed a fessurazioni in ragione dei limiti imposti al par. 4.2.

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nelle tabelle di verifica aste in cls per gli stati limiti di esercizio.

- Filo** : Sulla prima riga numero del filo del nodo iniziale, sulla seconda quello del nodo finale
- Quota** : Sulla prima riga quota del nodo iniziale, sulla seconda quota del nodo finale
- Tratto** : Se una trave è suddivisa in più tratti sulla prima riga è riportato il numero del tratto, sulla terza il numero di suddivisioni della trave
- Com Cari** : Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga individua la matrice delle combinazioni rare, la seconda la matrice delle



- combinazioni frequenti, la terza quella permanenti. Questo indicatore vale sia per la verifica a fessurazione che per il calcolo delle frecce*
- Fessu** : Fessura limite e fessura di calcolo espressa in mm; se la trave non risulta fessurata l'ampiezza di calcolo sarà nulla
- Dist mm** : Distanza fra le fessure
- Concio** : Numero del concio in cui si è avuta la massima fessura
- Combin** : Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima fessura
- Mf X** : Momento flettente asse vettore X
- Mf Y** : Momento flettente asse vettore Y
- N** : Sforzo normale
- Frecce** : Freccia limite e freccia massima di calcolo
- Combin** : Numero della combinazione che ha prodotto la freccia massima
- Com Cari** : Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga individua la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sul calcestruzzo, la seconda la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sull'acciaio, la terza la matrice delle combinazioni permanenti per la verifica della tensione sul calcestruzzo
- $\sigma_{lim}$**  : Valore della tensione limite in Kg/cm<sup>2</sup>
- $\sigma_{cal}$**  : Valore della tensione di calcolo in Kg/cm<sup>2</sup>
- Concio** : Numero del concio in cui si è avuta la massima tensione
- Combin** : Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione
- Mf X** : Momento flettente asse vettore X
- Mf Y** : Momento flettente asse vettore Y
- N** : Sforzo normale

STAMPA VERIFICHE S.L.E. ELEVAZIONE																						
		FESSURAZIONE										FRECCHE		TENSIONI								
Filo In fi	Quota In Fi	Tra tto	Combi Caric	Fessu. lim cal	mm	dist mm	Con cio	Com bin	Mf X (t*m)	Mf Y (t*m)	N (t)	Frecce limite calc	mm	Com bin	Combinaz Carico	$\sigma_{lim}$ Kg/cm <sup>2</sup>	$\sigma_{cal}$ Kg/cm <sup>2</sup>	Co nc	Comb	Mf X (t*m)	Mf Y (t*m)	N (t)
4	5.45	1	Rara	0.3	0.164	329	1	5	-7.3	0.0	0.0				Rara cls	176.0	79.1	1	5	-7.3	0.0	0.0
3	5.45	/	Freq												Rara fer	3375	1745	1	5	-7.3	0.0	0.0
		6	Perm												Perm cls	128.0	40.2	1	1	-3.6	0.0	0.0
2	5.45	1	Rara	0.3	0.000	0	1	5	-0.2	0.0	0.0				Rara cls	176.0	3.0	1	5	-0.2	0.0	0.0
1	5.45	/	Freq												Rara fer	3375	77	1	5	-0.2	0.0	0.0
		6	Perm												Perm cls	128.0	0.8	5	1	-0.1	0.0	0.0
1	5.45		Rara	0.3	0.197	285	1	5	-12.0	0.0	0.0				Rara cls	176.0	114.1	1	5	-12.0	0.0	0.0
5	5.45		Freq												Rara fer	3375	2160	1	5	-12.0	0.0	0.0
			Perm												Perm cls	128.0	54.7	1	1	-5.5	0.0	0.0
5	5.45		Rara	0.3	0.000	0	5	6	-5.7	0.0	0.0				Rara cls	176.0	59.7	5	6	-5.7	0.0	0.0
7	5.45		Freq												Rara fer	3375	1274	5	6	-5.7	0.0	0.0
			Perm												Perm cls	128.0	48.8	5	1	-4.6	0.0	0.0
7	5.45		Rara	0.3	0.000	0	1	6	-5.6	0.0	0.0				Rara cls	176.0	60.2	1	6	-5.6	0.0	0.0
6	5.45		Freq												Rara fer	3375	1262	1	6	-5.6	0.0	0.0
			Perm												Perm cls	128.0	49.4	1	1	-4.6	0.0	0.0
4	5.45		Rara	0.3	0.104	252	5	6	-7.9	0.0	0.0				Rara cls	176.0	96.6	5	6	-7.9	0.0	0.0
8	5.45		Freq												Rara fer	3375	1616	3	6	4.0	0.0	0.0
			Perm												Perm cls	128.0	84.6	5	1	-6.9	0.0	0.0
8	5.45		Rara	0.3	0.105	252	1	6	-7.9	0.0	0.0				Rara cls	176.0	97.1	1	6	-7.9	0.0	0.0
1	5.45		Freq												Rara fer	3375	1616	3	6	4.0	0.0	0.0
			Perm												Perm cls	128.0	84.9	1	1	-6.9	0.0	0.0
6	5.45		Rara	0.3	0.196	285	5	5	-12.0	0.0	0.0				Rara cls	176.0	113.9	5	5	-12.0	0.0	0.0
4	5.45		Freq												Rara fer	3375	2157	5	5	-12.0	0.0	0.0
			Perm												Perm cls	128.0	54.7	5	1	-5.5	0.0	0.0
4	5.45	2	Rara	0.3	0.000	0	1	5	-1.3	0.0	0.0				Rara cls	176.0	14.8	1	5	-1.3	0.0	0.0
3	5.45	/	Freq												Rara fer	3375	321	2	5	-0.9	0.0	0.0
		6	Perm												Perm cls	128.0	9.2	1	1	-0.8	0.0	0.0

STAMPA VERIFICHE S.L.E. ELEVAZIONE																					
Filo		FESSURAZIONE										FRECCHE		TENSIONI							
In	Fi	Quota	Tra	Combi	Fessu.	dist	Con	Com	Mf X	Mf Y	N	Frecce	Com	Combinaz	σ lim.	σ cal.	Co	Comb	Mf X	Mf Y	N
In	Fi	In	tto	Caric	lim	mm	cio	bin	(t*m)	(t*m)	(t)	mm	bin	Carico	Kg/cmq	Kg/cmq	nc		(t*m)	(t*m)	(t)
					cal	mm						limite									
4	5.45	3	Rara	0.3	0.000	0	1	5	-0.4	0.0	0.0			Rara cls	176.0	4.8	1	5	-0.4	0.0	0.0
3	5.45	/	Freq											Rara fer	3375	125	1	5	-0.4	0.0	0.0
		6	Perm											Perm cls	128.0	3.8	1	1	-0.3	0.0	0.0
4	5.45	4	Rara	0.3	0.000	0	1	3	-0.2	0.0	0.0			Rara cls	176.0	2.1	1	3	-0.2	0.0	0.0
3	5.45	/	Freq											Rara fer	3375	55	1	3	-0.2	0.0	0.0
		6	Perm											Perm cls	128.0	2.0	1	1	-0.1	0.0	0.0
4	5.45	5	Rara	0.3	0.000	0	1	8	-0.1	0.0	0.0			Rara cls	176.0	1.4	1	8	-0.1	0.0	0.0
3	5.45	/	Freq											Rara fer	3375	36	1	8	-0.1	0.0	0.0
		6	Perm											Perm cls	128.0	1.1	1	1	-0.1	0.0	0.0
4	5.45	6	Rara	0.3	0.000	0	5	5	-0.2	0.0	0.0			Rara cls	176.0	2.9	5	5	-0.2	0.0	0.0
3	5.45	/	Freq											Rara fer	3375	76	5	5	-0.2	0.0	0.0
		6	Perm											Perm cls	128.0	0.8	1	1	-0.1	0.0	0.0
2	5.45	2	Rara	0.3	0.000	0	5	8	-0.1	0.0	0.0			Rara cls	176.0	1.4	5	8	-0.1	0.0	0.0
1	5.45	/	Freq											Rara fer	3375	35	5	8	-0.1	0.0	0.0
		6	Perm											Perm cls	128.0	1.1	5	1	-0.1	0.0	0.0
2	5.45	3	Rara	0.3	0.000	0	5	3	-0.2	0.0	0.0			Rara cls	176.0	2.1	5	3	-0.2	0.0	0.0
1	5.45	/	Freq											Rara fer	3375	54	5	3	-0.2	0.0	0.0
		6	Perm											Perm cls	128.0	2.0	5	1	-0.1	0.0	0.0
2	5.45	4	Rara	0.3	0.000	0	5	5	-0.4	0.0	0.0			Rara cls	176.0	4.8	5	5	-0.4	0.0	0.0
1	5.45	/	Freq											Rara fer	3375	125	5	5	-0.4	0.0	0.0
		6	Perm											Perm cls	128.0	3.8	5	1	-0.3	0.0	0.0
2	5.45	5	Rara	0.3	0.000	0	5	5	-1.3	0.0	0.0			Rara cls	176.0	14.9	5	5	-1.3	0.0	0.0
1	5.45	/	Freq											Rara fer	3375	322	4	5	-0.9	0.0	0.0
		6	Perm											Perm cls	128.0	9.2	5	1	-0.8	0.0	0.0
2	5.45	6	Rara	0.3	0.164	329	5	5	-7.3	0.0	0.0			Rara cls	176.0	79.2	5	5	-7.3	0.0	0.0
1	5.45	/	Freq											Rara fer	3375	1747	5	5	-7.3	0.0	0.0
		6	Perm											Perm cls	128.0	40.2	5	1	-3.6	0.0	0.0

## 11.2 Verifica Pilastrì

### 11.2.1 Verifica a presso-flessione

La verifica a presso-flessione deviata si effettua costruendo il dominio resistente, che è funzione dell'armatura disposta e cambia al variare dell'azione assiale, e verificando che le sollecitazioni siano interne al dominio.

**Trattandosi di una struttura in calce d'uso IV la verifica di resistenza è condotta sia allo SLU che allo SLD.**

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nelle tabelle di verifica aste in calcestruzzo per gli stati limite ultimi.

- Filo Iniz./Fin.** : Sulla prima riga numero del filo del nodo iniziale, sulla seconda quello del nodo finale
- Cotg  $\Theta$**  : Cotangente Angolo del puntone compresso
- Quota** : Sulla prima riga quota del nodo iniziale, sulla seconda quota del nodo finale
- SgmT** : Solo per le travi di fondazione:  
Pressione di contatto sul terreno in Kg/cm<sup>2</sup> calcolata con i valori caratteristici delle azioni assumendo i coefficienti gamma pari ad uno.
- AmpC** : Solo per le travi di elevazione:  
Coefficiente di amplificazione dei carichi statici per tenere in conto della verifica locale dell'asta a sisma verticale.
- N/Nc** : Solo per i pilastrì:  
Percentuale della resistenza massima a compressione della sezione di solo calcestruzzo.
- Tratto** : Se una trave è suddivisa in più tratti sulla prima riga è riportato il numero del tratto, sulla terza il numero di suddivisioni della trave
- Sez B/H** : Sulla prima riga numero della sezione nell'archivio, sulla seconda base della sezione,

- sulla terza altezza. Per sezioni a T è riportato l'ingombro massimo della sezione
- Concio** : Numero del concio
- Co Nr** : Numero della combinazione e in sequenza sollecitazioni ultime di calcolo che forniscono la massima deformazione nell'acciaio e nel calcestruzzo per la verifica a flessione
- GamRd** : Solo per le travi di fondazione: Coefficiente di sovrarresistenza.
- M Exd** : Momento ultimo di calcolo asse vettore X (per le travi incrementato dalla traslazione del diagramma del momento flettente)
- M Eyd** : Momento ultimo di calcolo asse vettore Y
- N Ed** : Sforzo normale ultimo di calcolo
- x / d** : Rapporto fra la posizione dell'asse neutro e l'altezza utile della sezione moltiplicato per 100
- ef% e<sub>c</sub>% (\*100)** : deformazioni massime nell'acciaio e nel calcestruzzo moltiplicate per 10.000. Valore limite per l'acciaio 100 (1%), valore limite nel calcestruzzo 35 (0,35%)
- Area** : Area del ferro in centimetri quadri; per le travi rispettivamente superiore ed inferiore, per i pilastri armature lungo la base e l'altezza della sezione
- Co Nr** : Numero della combinazione e in sequenza sollecitazioni ultime di calcolo che forniscono la minore sicurezza per le azioni taglianti e torcenti
- V Exd** : Taglio ultimo di calcolo in direzione X
- V Eyd** : Taglio ultimo di calcolo in direzione Y
- T sdu** : Momento torcente ultimo di calcolo
- V Rxd** : Taglio resistente ultimo delle staffe in direzione X
- V Ryd** : Taglio resistente ultimo delle staffe in direzione Y
- T Rd** : Momento torcente resistente ultimo delle staffe
- T Rld** : Momento torcente resistente ultimo dell'armatura longitudinale
- Coe Cls** : Coefficiente per il controllo di sicurezza del calcestruzzo alle azioni taglianti e torcenti moltiplicato per 100; la sezione è verificata se detto valore e minore o uguale a 100
- Coe Staf** : Coefficiente per il controllo di sicurezza delle staffe alle azioni taglianti e torcenti moltiplicato per 100; la sezione è verificata se detto valore e minore o uguale a 100
- Alon** : Armatura longitudinale a torsione (nelle travi rettangolari per le quali è stata effettuata la verifica a momento My in questo dato viene stampata anche l'armatura flessionale dei lati verticali)
- Staffe** : Passo staffe e lunghezza del tratto da armare
- Moltipl Ultimo** : Solo per le stampe di riverifica:  
Moltiplicatore dei carichi che porta a collasso la sezione. Il percorso dei carichi seguito e' a sforzo normale costante. Le deformazioni riportate sono determinate dalle sollecitazioni di calcolo amplificate del moltiplicatore in parola.

STAMPA PROGETTO S.L.U. - AZIONI S.L.V. - PILASTRI E TRAVI IN DEVIATA																											
Filo Iniz. Ctgù	Quota Iniz. Final N/Nc	T r a t	Sez Bas Alt	C o n	VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE										VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE												
					Co mb	M Exd (t*m)	M Eyd (t*m)	N Ed (t)	Molt Ult.	ef% 100	ec	Area cmq b h	Co mb	V Exd (t)	V Eyd (t)	T Sdu (t*m)	V Rxd (t)	V Ryd (t)	TRd (t*m)	TRld (t*m)	Coe Cls	Coe Sta	Alon cmq	staffe Pas Lun Fi			
5	0.00		4	1	12	14.7	3.2	-15.4	1.36	19	15	9.4	12.6	5	-3.1	1.1	0.0	17.4	19.7	3.4	0.0	15	18	0.0	24	87	8
5	5.45		30	3	22	-5.1	0.2	-3.3	4.27	19	11	9.4	12.6	5	-3.1	1.1	0.0	17.4	19.7	3.4	0.0	15	18	0.0	24	296	8
2.5	0.05		60	5	5	-3.3	-6.0	-8.6	1.67	19	15	9.4	12.6	5	-3.1	1.1	0.0	17.4	19.7	3.4	0.0	15	18	0.0	24	77	8
6	0.00		4	1	22	-14.8	3.3	-15.5	1.34	19	15	9.4	12.6	5	-3.1	-1.1	0.0	17.4	19.7	3.4	0.0	15	18	0.0	24	87	8
6	5.45		30	3	12	5.0	0.2	-3.4	4.32	19	11	9.4	12.6	5	-3.1	-1.1	0.0	17.4	19.7	3.4	0.0	15	18	0.0	24	296	8
2.5	0.05		60	5	5	3.3	-6.0	-8.6	1.68	19	15	9.4	12.6	5	-3.1	-1.1	0.0	17.4	19.7	3.4	0.0	15	18	0.0	24	77	8
7	0.00		4	1	22	-20.6	1.5	-16.8	1.26	19	13	12.6	9.4	22	-0.3	-8.5	0.0	17.4	19.7	3.4	0.0	18	43	0.0	24	154	8
7	5.45		30	3	5	0.5	3.1	-20.3	3.56	19	15	12.6	9.4	22	-0.3	-8.5	0.0	17.4	19.7	3.4	0.0	18	43	0.0	24	229	8
2.5	0.08		60	5	24	18.6	0.3	-14.7	1.47	19	12	12.6	9.4	22	-0.3	-8.5	0.0	17.4	19.7	3.4	0.0	18	43	0.0	24	77	8
8	2.07	1	4	1	22	2.6	0.2	-9.0	11.38	19	13	15.7	9.4	22	0.0	18.2	0.0	17.4	19.7	3.4	0.0	39	92	0.0	24	0	8
8	3.10	/	30	3	22	-8.7	-0.2	-8.7	3.61	19	12	15.7	9.4	22	0.0	18.2	0.0	17.4	19.7	3.4	0.0	39	92	0.0	24	43	8
2.5	0.05	3	60	5	22	-16.2	-0.2	-8.5	1.96	19	12	15.7	9.4	22	0.0	18.2	0.0	17.4	19.7	3.4	0.0	39	92	0.0	24	61	8
8	3.10		4	1	22	-29.8	-0.4	-21.7	1.14	19	13	15.7	9.4	22	0.0	-23.4	0.0	20.9	23.6	4.0	0.0	47	99	0.0	20	68	8
8	5.45		30	3	22	-11.1	-0.4	-21.3	2.96	19	14	15.7	9.4	22	0.0	-23.4	0.0	10.4	23.6	4.0	0.0	47	99	0.0	20	72	8
2.5	0.10		60	5	22	16.9	-0.4	-20.8	1.97	19	13	15.7	9.4	22	0.0	-23.4	0.0	20.9	23.6	4.0	0.0	47	99	0.0	20	60	8
8	1.03	2	4	1	8	0.5	-1.1	-10.3	10.04	19	15	15.7	9.4	22	0.0	4.3	0.0	17.4	19.7	3.4	0.0	9	22	0.0	24	0	8

STAMPA PROGETTO S.L.U. - AZIONI S.L.V. - PILASTRI E TRAVI IN DEVIATA																											
Filo Iniz. Fin. Ctq0	Quota Iniz. Final N/Nc	Tra	Sez Bas Alt	Conc	VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE										VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE												
					Co mb	M Exd (t*m)	M Eyd (t*m)	N Ed (t)	Molt Ult.	ef% 100	ec	Area cmq b h	Co mb	V Exd (t)	V Eyd (t)	T Sdu (t*m)	V Rxd (t)	V Ryd (t)	TRd (t*m)	TRld (t*m)	Coe Cls	Coe Sta	ALon cmq	staffe Pas Lun Fi			
8	2.07	/	30	3	5	-0.1	0.8	-6.7	13.59	19	14	15.7	9.4	22	0.0	4.3	0.0	17.4	19.7	3.4	0.0	9	22	0.0	24	103	8
2.5	0.03	3	60	5	24	-3.0	0.1	-5.8	10.02	19	12	15.7	9.4	22	0.0	4.3	0.0	17.4	19.7	3.4	0.0	9	22	0.0	24	0	8
8	0.00	3	4	1	7	1.1	-2.6	-7.7	4.10	19	15	15.7	9.4	7	1.5	1.5	0.0	17.4	19.7	3.4	0.0	7	9	0.0	24	60	8
8	1.03	/	30	3	7	0.4	-2.0	-7.5	5.63	19	14	15.7	9.4	7	1.5	1.5	0.0	17.4	19.7	3.4	0.0	7	9	0.0	24	43	8
2.5	0.03	3	60	5	8	-0.6	-1.2	-8.3	8.63	19	15	15.7	9.4	7	1.5	1.5	0.0	17.4	19.7	3.4	0.0	7	9	0.0	24	0	8

STAMPA PROGETTO S.L.U. - AZIONI S.L.D. - PILASTRI E TRAVI IN DEVIATA																											
Filo Iniz. Fin. Ctq0	Quota Iniz. Final t	Tra	Sez Bas Alt	Conc	VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE										VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE												
					Co mb	M Exd (t*m)	M Eyd (t*m)	N Ed (t)	Molt Ult.	ef% 100	ec	Area cmq b h	Co mb	V Exd (t)	V Eyd (t)	T Sdu (t*m)	V Rxd (t)	V Ryd (t)	TRd (t*m)	TRld (t*m)	Coe Cls	Coe Sta	ALon cmq	staffe Pas Lun Fi			
5	0.00		4	1	5	0.3	3.3	-13.1	3.57	19	14	9.4	12.6	5	-1.0	0.5	0.0	17.4	19.7	3.4	0.0	4	6	0.0	24	87	8
5	5.45		30	3	5	-0.7	1.4	-12.0	7.46	19	15	9.4	12.6	5	-1.0	0.5	0.0	17.4	19.7	3.4	0.0	4	6	0.0	24	296	8
2.5			60	5	12	-4.0	-0.5	-9.1	5.89	21	15	9.4	12.6	5	-1.0	0.5	0.0	17.4	19.7	3.4	0.0	4	6	0.0	24	77	8
6	0.00		4	1	5	-0.3	3.3	-13.1	3.58	19	14	9.4	12.6	5	-1.0	-0.5	0.0	17.4	19.7	3.4	0.0	4	6	0.0	24	87	8
6	5.45		30	3	5	0.7	1.4	-12.0	7.48	19	15	9.4	12.6	5	-1.0	-0.5	0.0	17.4	19.7	3.4	0.0	4	6	0.0	24	296	8
2.5			60	5	22	4.0	-0.5	-9.1	5.82	21	15	9.4	12.6	5	-1.0	-0.5	0.0	17.4	19.7	3.4	0.0	4	6	0.0	24	77	8
7	0.00		4	1	22	-5.0	1.5	-16.8	3.88	19	16	12.6	9.4	22	-0.3	-2.1	0.0	17.4	19.7	3.4	0.0	5	10	0.0	24	154	8
7	5.45		30	3	5	-0.5	1.7	-21.5	6.44	19	15	12.6	9.4	22	-0.3	-2.1	0.0	17.4	19.7	3.4	0.0	5	10	0.0	24	229	8
2.5			60	5	24	4.5	0.3	-14.7	6.44	21	15	12.6	9.4	22	-0.3	-2.1	0.0	17.4	19.7	3.4	0.0	5	10	0.0	24	77	8
8	2.07	/	4	1	6	0.3	0.3	-13.9	35.44	19	16	15.7	9.4	22	0.0	4.5	0.0	17.4	19.7	3.4	0.0	10	23	0.0	24	0	8
8	3.10	/	30	3	22	-2.1	-0.2	-8.7	13.67	19	14	15.7	9.4	22	0.0	4.5	0.0	17.4	19.7	3.4	0.0	10	23	0.0	24	43	8
2.5		3	60	5	22	-3.9	-0.2	-8.5	8.76	21	15	15.7	9.4	22	0.0	4.5	0.0	17.4	19.7	3.4	0.0	10	23	0.0	24	61	8
8	3.10		4	1	22	-7.2	-0.4	-21.7	4.46	19	15	15.7	9.4	22	0.0	-5.6	0.0	20.9	23.6	3.4	0.0	11	24	0.0	20	68	8
8	5.45		30	3	6	-0.7	0.7	-33.2	16.63	19	19	15.7	9.4	22	0.0	-5.6	0.0	8.7	19.7	3.4	0.0	11	29	0.0	20	72	8
2.5			60	5	22	4.1	-0.4	-20.8	8.26	21	18	15.7	9.4	22	0.0	-5.6	0.0	20.9	23.6	3.4	0.0	11	24	0.0	20	60	8
8	1.03	2	4	1	6	0.2	-0.2	-9.7	39.51	19	16	15.7	9.4	7	0.6	0.4	0.0	17.4	19.7	3.4	0.0	2	3	0.0	24	0	8
8	2.07	/	30	3	6	0.2	-0.2	-9.4	50.65	19	16	15.7	9.4	7	0.6	0.4	0.0	17.4	19.7	3.4	0.0	2	3	0.0	24	103	8
2.5		3	60	5	6	-0.2	0.2	-9.0	59.26	21	18	15.7	9.4	7	0.6	0.4	0.0	17.4	19.7	3.4	0.0	2	3	0.0	24	0	8
8	0.00	3	4	1	7	0.7	-2.0	-6.7	5.37	19	15	15.7	9.4	7	1.4	1.0	0.0	17.4	19.7	3.4	0.0	6	8	0.0	24	60	8
8	1.03	/	30	3	7	0.3	-1.4	-6.4	7.82	19	14	15.7	9.4	7	1.4	1.0	0.0	17.4	19.7	3.4	0.0	6	8	0.0	24	43	8
2.5		3	60	5	7	-0.3	-0.5	-6.1	21.31	21	17	15.7	9.4	7	1.4	1.0	0.0	17.4	19.7	3.4	0.0	6	8	0.0	24	0	8

### 11.2.2 Verifica S.L.E. Pilastro

Una volta determinate le armature dei pilastri il programma di calcolo esegue le verifiche alle tensioni ed allo stato limite di fessurazione secondo i limiti del precedente par. 4.2.

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nelle tabelle di verifica aste in cls per gli stati limiti di esercizio.

- Filo** : Sulla prima riga numero del filo del nodo iniziale, sulla seconda quello del nodo finale
- Quota** : Sulla prima riga quota del nodo iniziale, sulla seconda quota del nodo finale
- Tratto** : Se una trave è suddivisa in più tratti sulla prima riga è riportato il numero del tratto, sulla terza il numero di suddivisioni della trave
- Com Cari** : Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga individua la matrice delle combinazioni rare, la seconda la matrice delle combinazioni frequenti, la terza quella permanenti. Questo indicatore vale sia per la verifica a fessurazione che per il calcolo delle frecce
- Fessu** : Fessura limite e fessura di calcolo espressa in mm; se la trave non risulta fessurata l'ampiezza di calcolo sarà nulla
- Dist mm** : Distanza fra le fessure
- Concio** : Numero del concio in cui si è avuta la massima fessura
- Combin** : Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è

*avuta la massima fessura*

**Mf X** : Momento flettente asse vettore X  
**Mf Y** : Momento flettente asse vettore Y  
**N** : Sforzo normale  
**Frecce** : Freccia limite e freccia massima di calcolo  
**Combin** : Numero della combinazione che ha prodotto la freccia massima  
**Com Cari** : Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga individua la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sul calcestruzzo, la seconda la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sull'acciaio, la terza la matrice delle combinazioni permanenti per la verifica della tensione sul calcestruzzo

**$\sigma_{lim}$**  : Valore della tensione limite in Kg/cm<sup>2</sup>  
 **$\sigma_{cal}$**  : Valore della tensione di calcolo in Kg/cm<sup>2</sup>  
**Concio** : Numero del concio in cui si è avuta la massima tensione  
**Combin** : Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione

**Mf X** : Momento flettente asse vettore X  
**Mf Y** : Momento flettente asse vettore Y  
**N** : Sforzo normale

PILASTRI																				
FESSURAZIONE											FRECCIE		TENSIONI							
Filo	Quota	Tra	Combi	Fessu.	dist	Con	Com	Mf X	Mf Y	N	Frecce	Com	Combinaz	$\sigma$ lim.	$\sigma$ cal.	Co	Comb	Mf X	Mf Y	N
In fi	In Fi	tto	Caric	lim cal	mm	cio	bin	(t*m)	(t*m)	(t)	mm	bin	Carico	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	nc		(t*m)	(t*m)	(t)
5	5.45		Rara	0.3	0.000	0	5	5	1.2	5.7	-8.3		Rara cls	176.0	132.3	5	5	1.2	5.7	-8.3
5	0.00		Freq										Rara fer	3375	1699	5	5	1.2	5.7	-8.3
			Perm										Perm cls	128.0	27.1	5	1	-0.1	1.4	-9.8
6	5.45		Rara	0.3	0.000	0	5	5	-1.2	5.7	-8.3		Rara cls	176.0	131.7	5	5	-1.2	5.7	-8.3
6	0.00		Freq										Rara fer	3375	1691	5	5	-1.2	5.7	-8.3
			Perm										Perm cls	128.0	26.9	5	1	0.1	1.3	-9.8
7	5.45		Rara	0.3	0.000	0	5	5	0.0	3.5	-15.8		Rara cls	176.0	76.0	5	5	0.0	3.5	-15.8
7	0.00		Freq										Rara fer	3375	713	5	5	0.0	3.5	-15.8
			Perm										Perm cls	128.0	26.5	5	1	0.0	1.4	-16.8
8	3.10	1	Rara	0.3	0.000	0	1	4	0.0	0.7	-7.8		Rara cls	176.0	11.9	1	4	0.0	0.7	-7.8
8	2.07	/	Freq										Rara fer	3375	54	1	4	0.0	0.7	-7.8
		3	Perm										Perm cls	128.0	4.8	5	1	0.1	0.0	-9.1
8	5.45		Rara	0.3	0.000	0	5	4	0.0	1.6	-21.6		Rara cls	176.0	29.4	5	4	0.0	1.6	-21.6
8	3.10		Freq										Rara fer	3375	141	5	4	0.0	1.6	-21.6
			Perm										Perm cls	128.0	10.9	5	1	0.0	0.0	-21.8
8	2.07	2	Rara	0.3	0.000	0	5	8	0.3	-0.7	-7.5		Rara cls	176.0	15.0	5	8	0.3	-0.7	-7.5
8	1.03	/	Freq										Rara fer	3375	67	5	8	0.3	-0.7	-7.5
		3	Perm										Perm cls	128.0	4.2	5	1	0.1	0.0	-6.5
8	1.03	3	Rara	0.3	0.000	0	5	7	0.8	-1.7	-5.7		Rara cls	176.0	44.1	5	7	0.8	-1.7	-5.7
8	0.00	/	Freq										Rara fer	3375	403	5	7	0.8	-1.7	-5.7
		3	Perm										Perm cls	128.0	5.5	5	1	0.4	0.1	-5.3

### 11.3 Verifica travi di fondazione

Come per le travi di elevazione il programma di calcolo date le caratteristiche di sollecitazione desunte dal modello globale determina i quantitativi di armatura necessari al soddisfacimento delle verifiche allo SLV ed SLE.

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nelle tabelle di verifica aste in calcestruzzo per gli stati limite ultimi.

**Trattandosi di una struttura in calcestruzzo d'uso IV la verifica di resistenza è condotta sia allo SLU che allo SLD.**

<b>Filo Iniz./Fin.</b>	: Sulla prima riga numero del filo del nodo iniziale, sulla seconda quello del nodo finale
<b>Cotg <math>\Theta</math></b>	: Cotangente Angolo del puntone compresso
<b>Quota</b>	: Sulla prima riga quota del nodo iniziale, sulla seconda quota del nodo finale
<b>SgmT</b>	: Solo per le travi di fondazione: Pressione di contatto sul terreno in Kg/cm <sup>2</sup> calcolata con i valori caratteristici delle azioni assumendo i coefficienti gamma pari ad uno.
<b>AmpC</b>	: Solo per le travi di elevazione: Coefficiente di amplificazione dei carichi statici per tenere in conto della verifica locale dell'asta a sisma verticale.
<b>N/Nc</b>	: Solo per i pilastri: Percentuale della resistenza massima a compressione della sezione di solo calcestruzzo.
<b>Tratto</b>	: Se una trave è suddivisa in più tratti sulla prima riga è riportato il numero del tratto, sulla terza il numero di suddivisioni della trave
<b>Sez B/H</b>	: Sulla prima riga numero della sezione nell'archivio, sulla seconda base della sezione, sulla terza altezza. Per sezioni a T è riportato l'ingombro massimo della sezione
<b>Concio</b>	: Numero del concio
<b>Co Nr</b>	: Numero della combinazione e in sequenza sollecitazioni ultime di calcolo che forniscono la massima deformazione nell'acciaio e nel calcestruzzo per la verifica a flessione
<b>GamRd</b>	: Solo per le travi di fondazione: Coefficiente di sovrarresistenza.
<b>M Exd</b>	: Momento ultimo di calcolo asse vettore X (per le travi incrementato dalla traslazione del diagramma del momento flettente)
<b>M Eyd</b>	: Momento ultimo di calcolo asse vettore Y
<b>N Ed</b>	: Sforzo normale ultimo di calcolo
<b>x / d</b>	: Rapporto fra la posizione dell'asse neutro e l'altezza utile della sezione moltiplicato per 100
<b>ef% ec% (*100)</b>	: deformazioni massime nell'acciaio e nel calcestruzzo moltiplicate per 10.000. Valore limite per l'acciaio 100 (1%), valore limite nel calcestruzzo 35 (0,35%)
<b>Area</b>	: Area del ferro in centimetri quadri; per le travi rispettivamente superiore ed inferiore, per i pilastri armature lungo la base e l'altezza della sezione
<b>Co Nr</b>	: Numero della combinazione e in sequenza sollecitazioni ultime di calcolo che forniscono la minore sicurezza per le azioni taglianti e torcenti
<b>V Exd</b>	: Taglio ultimo di calcolo in direzione X
<b>V Eyd</b>	: Taglio ultimo di calcolo in direzione Y
<b>T sdu</b>	: Momento torcente ultimo di calcolo
<b>V Rxd</b>	: Taglio resistente ultimo delle staffe in direzione X
<b>V Ryd</b>	: Taglio resistente ultimo delle staffe in direzione Y
<b>T Rd</b>	: Momento torcente resistente ultimo delle staffe
<b>T Rld</b>	: Momento torcente resistente ultimo dell'armatura longitudinale
<b>Coe Cls</b>	: Coefficiente per il controllo di sicurezza del calcestruzzo alle azioni taglianti e torcenti moltiplicato per 100; la sezione è verificata se detto valore è minore o uguale a 100
<b>Coe Staf</b>	: Coefficiente per il controllo di sicurezza delle staffe alle azioni taglianti e torcenti moltiplicato per 100; la sezione è verificata se detto valore è minore o uguale a 100
<b>Alon</b>	: Armatura longitudinale a torsione (nelle travi rettangolari per le quali è stata effettuata la verifica a momento My in questo dato viene stampata anche l'armatura flessionale dei lati verticali)
<b>Staffe</b>	: Passo staffe e lunghezza del tratto da armare
<b>Moltipl Ultimo</b>	: Solo per le stampe di riverifica: Moltiplicatore dei carichi che porta a collasso la sezione. Il percorso dei carichi seguito e' a sforzo normale costante. Le deformazioni riportate sono determinate dalle







**STAMPA PROGETTO S.L.U. - AZIONI S.L.D. - FONDAZIONE**

Filo Iniz. Fin. Ctq0	Quota Iniz. Final t	T ra	Sez Bas Alt	C on c	VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE											VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE											
					Co mb	M Exd (t*m)	N Ed (t)	Moltip Ultimo	Gamm Rd	ef% 100	sc	Area cmq sup inf	Co mb	V Exd (t)	V Eyd (t)	T Sdu (t*m)	V Rxd (t)	V Ryd (t)	TRd (t*m)	TRId (t*m)	Coe Cls	Coe Sta	ALon cmq	Staffe Pas Lun Fi			
2.5		4	70	5	6	-2.5	0.0	5.53	1.00	19	5	6.0	6.0	12	0.0	-6.0	0.0	29.7	43.3	16.4	0.0	9	14	0.0	13	0	8
7	0.00	1	35	1	12	3.9	0.0	4.12	1.00	21	6	6.0	6.0	3	0.0	-7.5	0.0	29.7	43.3	16.4	0.0	11	17	0.0	13	64	8
5	0.00	/	50	3	12	3.9	0.0	3.58	1.00	19	5	6.0	6.0	3	0.0	-8.1	0.0	29.7	43.3	16.4	0.0	12	19	0.0	13	24	8
2.5		4	70	5	8	-3.1	0.0	4.57	1.00	19	5	6.0	6.0	3	0.0	-8.2	0.0	29.7	43.3	16.4	0.0	12	19	0.0	13	0	8
5	0.00	2	34	1	7	-6.9	0.0	2.32	1.00	21	6	6.0	4.0	8	0.0	1.7	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	3	5	0.0	16	0	8
1	0.00	/	40	3	7	-6.9	0.0	2.02	1.00	19	5	6.0	4.0	5	0.0	-2.0	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	4	6	0.0	16	112	8
2.5		5	70	5	7	-6.7	0.0	2.07	1.00	19	5	6.0	4.0	5	0.0	-2.1	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	4	6	0.0	16	0	8
5	0.00	3	34	1	4	-9.0	0.0	1.77	1.00	21	6	6.0	4.0	8	0.0	3.9	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	7	11	0.0	16	0	8
1	0.00	/	40	3	4	-9.0	0.0	1.54	1.00	19	5	6.0	4.0	8	0.0	3.8	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	7	11	0.0	16	112	8
2.5		5	70	5	4	-8.1	0.0	1.70	1.00	19	5	6.0	6.0	8	0.0	1.3	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	2	4	0.0	16	0	8
5	0.00	4	34	1	4	-8.7	0.0	2.42	1.00	21	7	8.0	6.0	7	0.0	6.7	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	12	19	0.0	16	0	8
1	0.00	/	40	3	4	-8.7	0.0	2.10	1.00	19	6	8.0	6.0	7	0.0	6.5	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	12	19	0.0	16	112	8
2.5		5	70	5	5	-7.4	0.0	2.46	1.00	19	6	8.0	6.0	7	0.0	4.3	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	8	12	0.0	16	0	8
5	0.00	5	34	1	5	-6.8	0.0	4.64	1.00	21	9	12.1	14.1	7	0.0	9.7	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	17	28	0.0	16	0	8
1	0.00	/	40	3	8	8.4	0.0	3.76	1.00	19	9	12.1	14.1	7	0.0	9.6	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	17	27	0.0	16	48	8
2.5		5	70	5	8	8.4	0.0	3.76	1.00	19	9	12.1	14.1	7	0.0	8.7	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	16	25	0.0	16	64	8
1	0.00	2	34	1	8	1.3	0.0	23.92	1.00	21	10	8.0	12.1	8	0.0	-1.6	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	3	4	0.0	16	0	8
2	0.00	/	40	3	8	1.3	0.0	10.58	1.00	19	5	6.0	6.0	8	0.0	-1.5	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	3	4	0.0	16	105	8
2.5		6	70	5	29	0.9	0.0	15.12	1.00	19	5	6.0	6.0	8	0.0	-1.0	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	2	3	0.0	16	0	8
1	0.00	3	34	1	28	0.7	0.0	21.76	1.00	21	6	6.0	6.0	3	0.0	-1.0	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	2	3	0.0	16	0	8
2	0.00	/	40	3	28	0.7	0.0	18.93	1.00	19	5	6.0	6.0	3	0.0	-0.9	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	2	3	0.0	16	105	8
2.5		6	70	5	31	-0.5	0.0	27.42	1.00	19	5	6.0	6.0	27	0.0	-0.5	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	1	2	0.0	16	0	8
1	0.00	4	34	1	31	-0.6	0.0	26.88	1.00	21	6	6.0	6.0	4	0.0	-1.3	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	2	4	0.0	16	0	8
2	0.00	/	40	3	26	-0.8	0.0	17.74	1.00	19	5	6.0	6.0	4	0.0	-1.2	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	2	4	0.0	16	105	8
2.5		6	70	5	26	-0.8	0.0	17.74	1.00	19	5	6.0	6.0	25	0.0	-0.5	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	1	2	0.0	16	0	8
1	0.00	5	34	1	26	-0.9	0.0	16.82	1.00	21	6	6.0	6.0	4	0.0	-1.2	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	2	4	0.0	16	0	8
2	0.00	/	40	3	26	-1.2	0.0	11.93	1.00	19	5	6.0	6.0	4	0.0	-1.2	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	2	3	0.0	16	105	8
2.5		6	70	5	26	-1.2	0.0	11.93	1.00	19	5	6.0	6.0	25	0.0	-0.6	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	1	2	0.0	16	0	8
1	0.00	6	34	1	31	-1.5	0.0	10.63	1.00	21	6	6.0	6.0	4	0.0	0.7	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	1	2	0.0	16	0	8
2	0.00	/	40	3	31	-1.5	0.0	9.25	1.00	19	5	6.0	6.0	4	0.0	1.9	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	3	5	0.0	16	105	8
2.5		6	70	5	28	1.5	0.0	9.45	1.00	19	5	6.0	6.0	4	0.0	2.0	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	4	6	0.0	16	0	8
2	0.00	2	34	1	31	-0.9	0.0	18.50	1.00	21	6	6.0	6.0	4	0.0	-0.8	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	2	2	0.0	16	0	8
3	0.00	/	40	3	31	-0.9	0.0	16.10	1.00	19	5	6.0	6.0	5	0.0	1.0	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	2	3	0.0	16	142	8
2.5		6	70	5	31	-0.6	0.0	23.32	1.00	19	5	6.0	6.0	3	0.0	1.1	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	2	3	0.0	16	0	8
2	0.00	3	34	1	31	-0.4	0.0	37.03	1.00	21	6	6.0	6.0	4	0.0	-0.7	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	1	2	0.0	16	0	8
3	0.00	/	40	3	29	0.5	0.0	27.84	1.00	19	5	6.0	6.0	4	0.0	1.1	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	2	3	0.0	16	142	8
2.5		6	70	5	29	0.5	0.0	27.84	1.00	19	5	6.0	6.0	4	0.0	1.2	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	2	3	0.0	16	0	8
2	0.00	4	34	1	31	-0.8	0.0	21.04	1.00	21	6	6.0	6.0	7	0.0	-0.8	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	1	2	0.0	16	0	8
3	0.00	/	40	3	29	1.0	0.0	14.20	1.00	19	5	6.0	6.0	5	0.0	1.5	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	3	4	0.0	16	142	8
2.5		6	70	5	29	1.0	0.0	14.20	1.00	19	5	6.0	6.0	5	0.0	1.6	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	3	5	0.0	16	0	8
2	0.00	5	34	1	40	-0.7	0.0	22.98	1.00	21	6	6.0	6.0	29	0.0	0.6	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	1	2	0.0	16	0	8
3	0.00	/	40	3	29	1.0	0.0	13.80	1.00	19	5	6.0	6.0	5	0.0	1.4	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	3	4	0.0	16	142	8
2.5		6	70	5	29	1.0	0.0	13.80	1.00	19	5	6.0	6.0	5	0.0	1.5	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	3	4	0.0	16	0	8
2	0.00	6	34	1	31	-1.3	0.0	12.26	1.00	21	6	6.0	6.0	7	0.0	-0.4	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	1	1	0.0	16	0	8
3	0.00	/	40	3	38	1.4	0.0	9.58	1.00	19	5	6.0	6.0	4	0.0	1.4	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	3	4	0.0	16	142	8
2.5		6	70	5	38	1.4	0.0	9.58	1.00	19	5	6.0	6.0	4	0.0	1.5	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	3	4	0.0	16	0	8
3	0.00	2	34	1	26	-1.2	0.0	13.69	1.00	21	6	6.0	6.0	35	0.0	-1.2	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	2	3	0.0	16	0	8
4	0.00	/	40	3	26	-1.2	0.0	11.91	1.00	19	5	6.0	6.0														

**STAMPA PROGETTO S.L.U. - AZIONI S.L.D. - FONDAZIONE**

Filo Iniz. Fin. Ctg0		Quota Iniz. Final t	Tra Sez Bas Alt	Co n c	VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE								VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE														
				Co mb	M Exd (t*m)	N Ed (t)	Moltip Ultimo	Gamm Rd	ef% 100	sc	Area cmq sup inf	Co mb	V Exd (t)	V Eyd (t)	T Sdu (t*m)	V Rxd (t)	V Ryd (t)	TRd (t*m)	TRld (t*m)	Coe Cls	Coe Sta	ALon cmq	Staffe Pas Lun Fi				
4	0.00	4	34	1	7	-6.5	0.0	2.43	1.00	21	6	6.0	4.0	5	0.0	0.9	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	2	3	0.0	16	0	8
6	0.00	/	40	3	7	-7.5	0.0	1.85	1.00	19	5	6.0	4.0	7	0.0	-2.7	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	5	8	0.0	16	112	8
2.5		5	70	5	7	-7.5	0.0	1.85	1.00	19	5	6.0	4.0	7	0.0	-2.8	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	5	8	0.0	16	0	8
4	0.00	5	34	1	7	-4.5	0.0	3.50	1.00	21	6	6.0	6.0	5	0.0	5.9	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	10	17	0.0	16	0	8
6	0.00	/	40	3	7	-4.5	0.0	3.04	1.00	19	5	6.0	6.0	5	0.0	5.7	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	10	16	0.0	16	48	8
2.5		5	70	5	7	-3.0	0.0	4.60	1.00	19	5	6.0	6.0	5	0.0	4.6	0.0	18.7	35.2	9.8	0.0	8	13	0.0	16	64	8
6	0.00	2	35	1	24	-3.7	0.0	4.29	1.00	21	6	6.0	6.0	18	0.0	2.4	0.0	29.7	43.3	16.4	0.0	3	6	0.0	13	0	8
7	0.00	/	50	3	24	-3.7	0.0	3.73	1.00	19	5	6.0	6.0	18	0.0	2.3	0.0	29.7	43.3	16.4	0.0	3	5	0.0	13	88	8
2.5		4	70	5	24	-3.3	0.0	4.17	1.00	19	5	6.0	6.0	12	0.0	-2.2	0.0	29.7	43.3	16.4	0.0	3	5	0.0	13	0	8
6	0.00	3	35	1	6	-4.0	0.0	4.02	1.00	21	6	6.0	6.0	3	0.0	3.7	0.0	29.7	43.3	16.4	0.0	5	8	0.0	13	0	8
7	0.00	/	50	3	6	-4.0	0.0	3.50	1.00	19	5	6.0	6.0	22	0.0	3.6	0.0	29.7	43.3	16.4	0.0	5	8	0.0	13	88	8
2.5		4	70	5	6	-3.4	0.0	4.08	1.00	19	5	6.0	6.0	18	0.0	1.9	0.0	29.7	43.3	16.4	0.0	3	4	0.0	13	0	8
6	0.00	4	35	1	6	-3.6	0.0	4.43	1.00	21	6	6.0	6.0	3	0.0	9.5	0.0	29.7	43.3	16.4	0.0	14	22	0.0	13	0	8
7	0.00	/	50	3	22	4.3	0.0	3.24	1.00	19	5	6.0	6.0	3	0.0	9.4	0.0	29.7	43.3	16.4	0.0	13	22	0.0	13	24	8
2.5		4	70	5	22	4.3	0.0	3.24	1.00	19	5	6.0	6.0	3	0.0	8.8	0.0	29.7	43.3	16.4	0.0	13	20	0.0	13	64	8
7	0.00	2	35	1	6	-3.3	0.0	4.90	1.00	21	6	6.0	6.0	10	0.0	-1.4	0.0	29.7	43.3	16.4	0.0	2	3	0.0	13	0	8
5	0.00	/	50	3	6	-3.7	0.0	3.73	1.00	19	5	6.0	6.0	10	0.0	-3.1	0.0	29.7	43.3	16.4	0.0	4	7	0.0	13	88	8
2.5		4	70	5	6	-3.7	0.0	3.73	1.00	19	5	6.0	6.0	10	0.0	-3.2	0.0	29.7	43.3	16.4	0.0	5	7	0.0	13	0	8
7	0.00	3	35	1	6	-3.4	0.0	4.77	1.00	21	6	6.0	6.0	20	0.0	2.5	0.0	29.7	43.3	16.4	0.0	4	6	0.0	13	0	8
5	0.00	/	50	3	10	-3.5	0.0	3.96	1.00	19	5	6.0	6.0	20	0.0	2.4	0.0	29.7	43.3	16.4	0.0	3	6	0.0	13	88	8
2.5		4	70	5	10	-3.5	0.0	3.96	1.00	19	5	6.0	6.0	10	0.0	-1.9	0.0	29.7	43.3	16.4	0.0	3	4	0.0	13	0	8
7	0.00	4	35	1	10	-2.1	0.0	7.51	1.00	21	6	6.0	6.0	22	0.0	5.9	0.0	29.7	43.3	16.4	0.0	8	14	0.0	13	0	8
5	0.00	/	50	3	22	3.0	0.0	4.69	1.00	19	5	6.0	6.0	22	0.0	5.8	0.0	29.7	43.3	16.4	0.0	8	13	0.0	13	24	8
2.5		4	70	5	22	3.0	0.0	4.69	1.00	19	5	6.0	6.0	22	0.0	5.3	0.0	29.7	43.3	16.4	0.0	8	12	0.0	13	64	8

**STAMPA VERIFICHE S.L.E. FONDAZIONE**

Filo In fi		Quota In Fi	Tra tto	FESSURAZIONE							FRECCHE		TENSIONI								
				Combi Caric	Fessu. mm lim cal	dist mm	Con cio	Com bin	Mf X (t*m)	Mf Y (t*m)	N (t)	Frecce mm limite calc	Com bin	Combinaz Carico	σ lim. Kg/cmq	σ cal. Kg/cmq	Co nc	Comb	Mf X (t*m)	Mf Y (t*m)	N (t)
5	0.00	1	Rara	0.2	0.000	0	5	8	-4.2	0.0	0.0			Rara cls	137.5	28.8	5	8	-4.2	0.0	0.0
1	0.00	/	Freq											Rara fer	3375	1147	5	8	-4.2	0.0	0.0
		5	Perm											Perm cls	100.0	20.8	5	1	-3.0	0.0	0.0
1	0.00	1	Rara	0.2	0.175	318	1	8	13.6	0.0	0.0			Rara cls	137.5	65.0	1	8	13.6	0.0	0.0
2	0.00	/	Freq											Rara fer	3375	2345	1	5	-11.2	0.0	0.0
		6	Perm											Perm cls	100.0	2.2	5	1	0.4	0.0	0.0
2	0.00	1	Rara	0.2	0.000	0	1	5	0.9	0.0	0.0			Rara cls	137.5	6.3	1	5	0.9	0.0	0.0
3	0.00	/	Freq											Rara fer	3375	248	1	5	0.9	0.0	0.0
		6	Perm											Perm cls	100.0	2.5	1	1	0.4	0.0	0.0
3	0.00	1	Rara	0.2	0.000	0	5	5	0.5	0.0	0.0			Rara cls	137.5	3.3	5	5	0.5	0.0	0.0
4	0.00	/	Freq											Rara fer	3375	129	5	5	0.5	0.0	0.0
		6	Perm											Perm cls	100.0	1.5	1	1	-0.2	0.0	0.0
4	0.00	1	Rara	0.2	0.193	298	1	8	17.5	0.0	0.0			Rara cls	137.5	75.3	1	8	17.5	0.0	0.0
6	0.00	/	Freq											Rara fer	3375	2128	1	8	17.5	0.0	0.0
		5	Perm											Perm cls	100.0	13.4	5	1	-2.8	0.0	0.0
6	0.00	1	Rara	0.2	0.000	0	5	8	-2.4	0.0	0.0			Rara cls	137.5	14.5	5	8	-2.4	0.0	0.0
7	0.00	/	Freq											Rara fer	3375	646	5	8	-2.4	0.0	0.0
		4	Perm											Perm cls	100.0	10.0	5	1	-1.6	0.0	0.0
7	0.00	1	Rara	0.2	0.000	0	1	5	3.5	0.0	0.0			Rara cls	137.5	21.6	1	5	3.5	0.0	0.0
5	0.00	/	Freq											Rara fer	3375	968	1	5	3.5	0.0	0.0
		4	Perm											Perm cls	100.0	12.5	1	1	2.0	0.0	0.0
5	0.00	2	Rara	0.2	0.000	0	1	8	-6.0	0.0	0.0			Rara cls	137.5	41.9	1	8	-6.0	0.0	0.0
1	0.00	/	Freq											Rara fer	3375	1664	1	8	-6.0	0.0	0.0
		5	Perm											Perm cls	100.0	29.0	5	1	-4.1	0.0	0.0
5	0.00	3	Rara	0.2	0.000	0	5	5	-7.7	0.0	0.0			Rara cls	137.5	52.0	5	5	-7.7	0.0	0.0
1	0.00	/	Freq											Rara fer	3375	2112	5	5	-7.7	0.0	0.0
		5	Perm											Perm cls	100.0	38.4	1	1	-5.5	0.0	0.0
5	0.00	4	Rara	0.2	0.000	0	5	5	-10.3	0.0	0.0			Rara cls	137.5	60.2	5	5	-10.3	0.0	0.0
1	0.00	/	Freq											Rara fer	3375	2167	5	5	-10.3	0.0	0.0
		5	Perm											Perm cls	100.0	30.3	1	1	-5.1	0.0	0.0
5	0.00	5	Rara	0.2	0.191	298	5	8	17.4	0.0	0.0			Rara cls	137.5	74.9	5	8	17.4	0.0	0.0
1	0.00	/	Freq											Rara fer	3375	2115	5	8	17.4	0.0	0.0
		5	Perm											Perm cls	100.0	13.8	1	1	-2.9	0.0	0.0

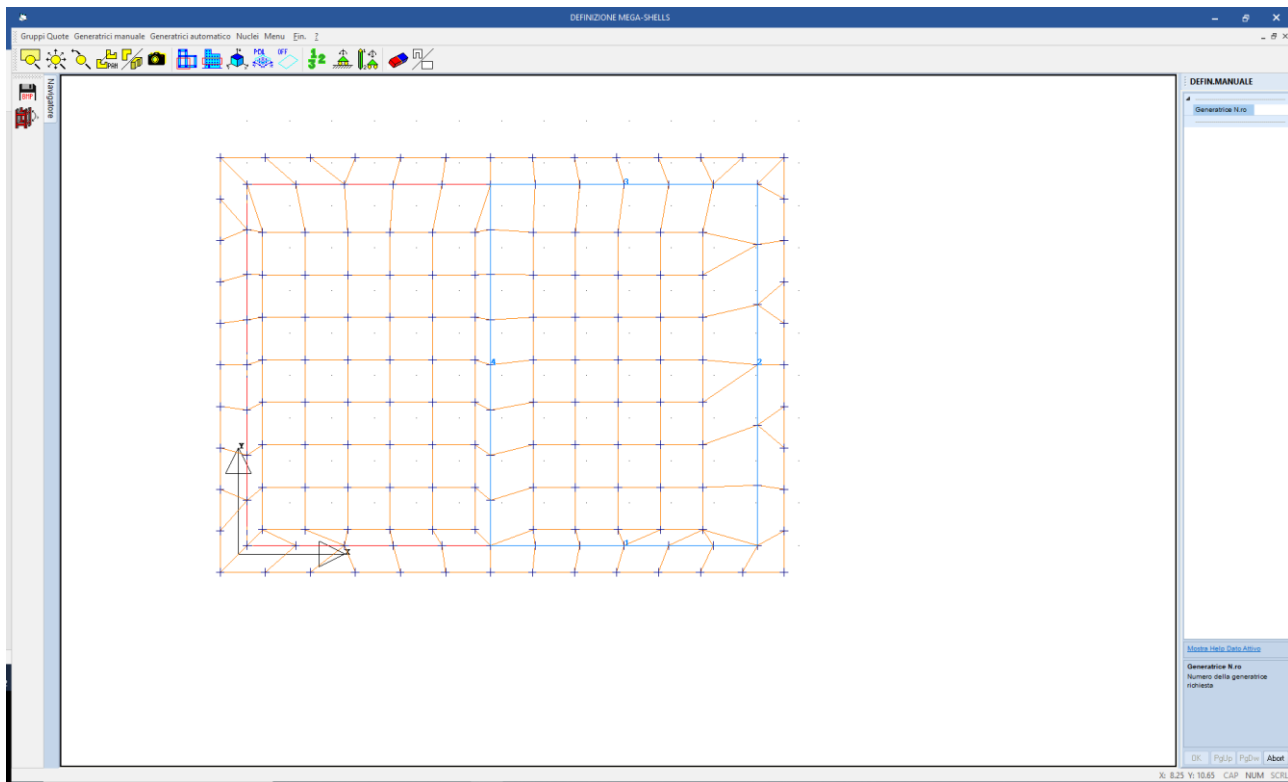
**STAMPA VERIFICHE S.L.E. FONDAZIONE**

Filo In fi	Quota In Fi	Tra tto	FESSURAZIONE									FRECCHE		TENSIONI							
			Combi Caric	Fessu. mm lim cal	dist mm	Con cio	Com bin	Mf X (t*m)	Mf Y (t*m)	N (t)	Frecce mm limite calc	Com bin	Combinaz Carico	σ lim. Kg/cmq	σ cal. Kg/cmq	Co nc	Comb	Mf X (t*m)	Mf Y (t*m)	N (t)	
1	0.00	2	Rara	0.2	0.000	0	1	8	2.1	0.0	0.0			Rara cls	137.5	10.9	2	8	1.6	0.0	0.0
2	0.00	/	Freq											Rara fer	3375	428	2	8	1.6	0.0	0.0
		6	Perm											Perm cls	100.0	2.1	2	1	0.3	0.0	0.0
1	0.00	3	Rara	0.2	0.000	0	1	5	0.3	0.0	0.0			Rara cls	137.5	2.5	1	5	0.3	0.0	0.0
2	0.00	/	Freq											Rara fer	3375	96	1	5	0.3	0.0	0.0
		6	Perm											Perm cls	100.0	2.2	1	1	0.3	0.0	0.0
1	0.00	4	Rara	0.2	0.000	0	5	5	-0.5	0.0	0.0			Rara cls	137.5	3.8	5	5	-0.5	0.0	0.0
2	0.00	/	Freq											Rara fer	3375	148	5	5	-0.5	0.0	0.0
		6	Perm											Perm cls	100.0	2.5	5	1	-0.4	0.0	0.0
1	0.00	5	Rara	0.2	0.000	0	5	5	-0.4	0.0	0.0			Rara cls	137.5	2.9	5	5	-0.4	0.0	0.0
2	0.00	/	Freq											Rara fer	3375	114	5	5	-0.4	0.0	0.0
		6	Perm											Perm cls	100.0	1.7	5	1	-0.2	0.0	0.0
1	0.00	6	Rara	0.2	0.000	0	5	4	0.8	0.0	0.0			Rara cls	137.5	5.8	5	4	0.8	0.0	0.0
2	0.00	/	Freq											Rara fer	3375	227	5	4	0.8	0.0	0.0
		6	Perm											Perm cls	100.0	2.5	5	1	0.4	0.0	0.0
2	0.00	2	Rara	0.2	0.000	0	2	5	-0.3	0.0	0.0			Rara cls	137.5	2.3	2	5	-0.3	0.0	0.0
3	0.00	/	Freq											Rara fer	3375	91	2	5	-0.3	0.0	0.0
		6	Perm											Perm cls	100.0	1.7	1	1	-0.2	0.0	0.0
2	0.00	3	Rara	0.2	0.000	0	5	5	0.3	0.0	0.0			Rara cls	137.5	2.3	5	5	0.3	0.0	0.0
3	0.00	/	Freq											Rara fer	3375	88	5	5	0.3	0.0	0.0
		6	Perm											Perm cls	100.0	1.6	5	1	0.2	0.0	0.0
2	0.00	4	Rara	0.2	0.000	0	5	5	0.8	0.0	0.0			Rara cls	137.5	5.3	5	5	0.8	0.0	0.0
3	0.00	/	Freq											Rara fer	3375	208	5	5	0.8	0.0	0.0
		6	Perm											Perm cls	100.0	4.3	5	1	0.6	0.0	0.0
2	0.00	5	Rara	0.2	0.000	0	1	5	-0.7	0.0	0.0			Rara cls	137.5	4.8	1	5	-0.7	0.0	0.0
3	0.00	/	Freq											Rara fer	3375	187	1	5	-0.7	0.0	0.0
		6	Perm											Perm cls	100.0	3.3	1	1	-0.5	0.0	0.0
2	0.00	6	Rara	0.2	0.000	0	5	5	0.7	0.0	0.0			Rara cls	137.5	5.2	5	5	0.7	0.0	0.0
3	0.00	/	Freq											Rara fer	3375	204	5	5	0.7	0.0	0.0
		6	Perm											Perm cls	100.0	2.0	5	1	0.3	0.0	0.0
3	0.00	2	Rara	0.2	0.000	0	4	5	-0.6	0.0	0.0			Rara cls	137.5	4.0	4	5	-0.6	0.0	0.0
4	0.00	/	Freq											Rara fer	3375	155	4	5	-0.6	0.0	0.0
		6	Perm											Perm cls	100.0	2.9	5	1	-0.4	0.0	0.0
3	0.00	3	Rara	0.2	0.000	0	1	5	1.0	0.0	0.0			Rara cls	137.5	7.2	1	5	1.0	0.0	0.0
4	0.00	/	Freq											Rara fer	3375	282	1	5	1.0	0.0	0.0
		6	Perm											Perm cls	100.0	5.8	1	1	0.8	0.0	0.0
3	0.00	4	Rara	0.2	0.000	0	5	5	0.4	0.0	0.0			Rara cls	137.5	2.8	5	5	0.4	0.0	0.0
4	0.00	/	Freq											Rara fer	3375	111	5	5	0.4	0.0	0.0
		6	Perm											Perm cls	100.0	2.3	5	1	0.3	0.0	0.0
3	0.00	5	Rara	0.2	0.000	0	5	8	1.9	0.0	0.0			Rara cls	137.5	10.3	5	8	1.9	0.0	0.0
4	0.00	/	Freq											Rara fer	3375	397	4	8	1.4	0.0	0.0
		6	Perm											Perm cls	100.0	1.7	4	1	0.2	0.0	0.0
4	0.00	2	Rara	0.2	0.000	0	1	5	-10.5	0.0	0.0			Rara cls	137.5	61.4	1	5	-10.5	0.0	0.0
6	0.00	/	Freq											Rara fer	3375	2211	1	5	-10.5	0.0	0.0
		5	Perm											Perm cls	100.0	30.1	5	1	-5.0	0.0	0.0
4	0.00	3	Rara	0.2	0.000	0	1	5	-7.7	0.0	0.0			Rara cls	137.5	52.3	1	5	-7.7	0.0	0.0
6	0.00	/	Freq											Rara fer	3375	2125	1	5	-7.7	0.0	0.0
		5	Perm											Perm cls	100.0	39.6	5	1	-5.7	0.0	0.0
4	0.00	4	Rara	0.2	0.000	0	5	8	-6.4	0.0	0.0			Rara cls	137.5	44.4	5	8	-6.4	0.0	0.0
6	0.00	/	Freq											Rara fer	3375	1764	5	8	-6.4	0.0	0.0
		5	Perm											Perm cls	100.0	29.6	5	1	-4.2	0.0	0.0
4	0.00	5	Rara	0.2	0.000	0	1	8	-3.7	0.0	0.0			Rara cls	137.5	25.6	1	8	-3.7	0.0	0.0
6	0.00	/	Freq											Rara fer	3375	1015	1	8	-3.7	0.0	0.0
		5	Perm											Perm cls	100.0	19.4	1	1	-2.8	0.0	0.0
6	0.00	2	Rara	0.2	0.000	0	5	8	-3.1	0.0	0.0			Rara cls	137.5	18.8	5	8	-3.1	0.0	0.0
7	0.00	/	Freq											Rara fer	3375	843	5	8	-3.1	0.0	0.0
		4	Perm											Perm cls	100.0	12.6	1	1	-2.0	0.0	0.0
6	0.00	3	Rara	0.2	0.000	0	1	8	-3.7	0.0	0.0			Rara cls	137.5	22.6	1	8	-3.7	0.0	0.0
7	0.00	/	Freq											Rara fer	3375	1016	1	8	-3.7	0.0	0.0
		4	Perm											Perm cls	100.0	15.5	1	1	-2.5	0.0	0.0
6	0.00	4	Rara	0.2	0.000	0	5	5	3.9	0.0	0.0			Rara cls	137.5	23.9	5	5	3.9	0.0	0.0

STAMPA VERIFICHE S.L.E. FONDAZIONE																				
FESSURAZIONE											FRECCHE		TENSIONI							
Filo In fi	Quota In Fi	Tra tto	Combi Caric	Fessu. mm lim cal	dist mm	Con cio	Com bin	Mf X (t*m)	Mf Y (t*m)	N (t)	Frecce mm limite calc	Com bin	Combinaz Carico	σ lim. Kg/cmq	σ cal. Kg/cmq	Co nc	Comb	Mf X (t*m)	Mf Y (t*m)	N (t)
7	0.00	/	Freq Perm										Rara fer	3375	1075	5	5	3.9	0.0	0.0
		4											Perm cls	100.0	14.5	5	1	2.4	0.0	0.0
7	0.00	2	Rara	0.2	0.000	0	5	8	-3.5	0.0			Rara cls	137.5	21.6	5	8	-3.5	0.0	0.0
5	0.00	/	Freq Perm										Rara fer	3375	968	5	8	-3.5	0.0	0.0
		4											Perm cls	100.0	14.4	5	1	-2.4	0.0	0.0
7	0.00	3	Rara	0.2	0.000	0	1	8	-3.2	0.0			Rara cls	137.5	19.6	1	8	-3.2	0.0	0.0
5	0.00	/	Freq Perm										Rara fer	3375	876	1	8	-3.2	0.0	0.0
		4											Perm cls	100.0	13.0	1	1	-2.1	0.0	0.0
7	0.00	4	Rara	0.2	0.000	0	1	8	-1.9	0.0			Rara cls	137.5	11.8	1	8	-1.9	0.0	0.0
5	0.00	/	Freq Perm										Rara fer	3375	526	1	8	-1.9	0.0	0.0
		4											Perm cls	100.0	7.3	1	1	-1.2	0.0	0.0

#### 11.4 Verifica setti in c.a.


Vengono individuati e numerati come in figura seguente i setti verticali:



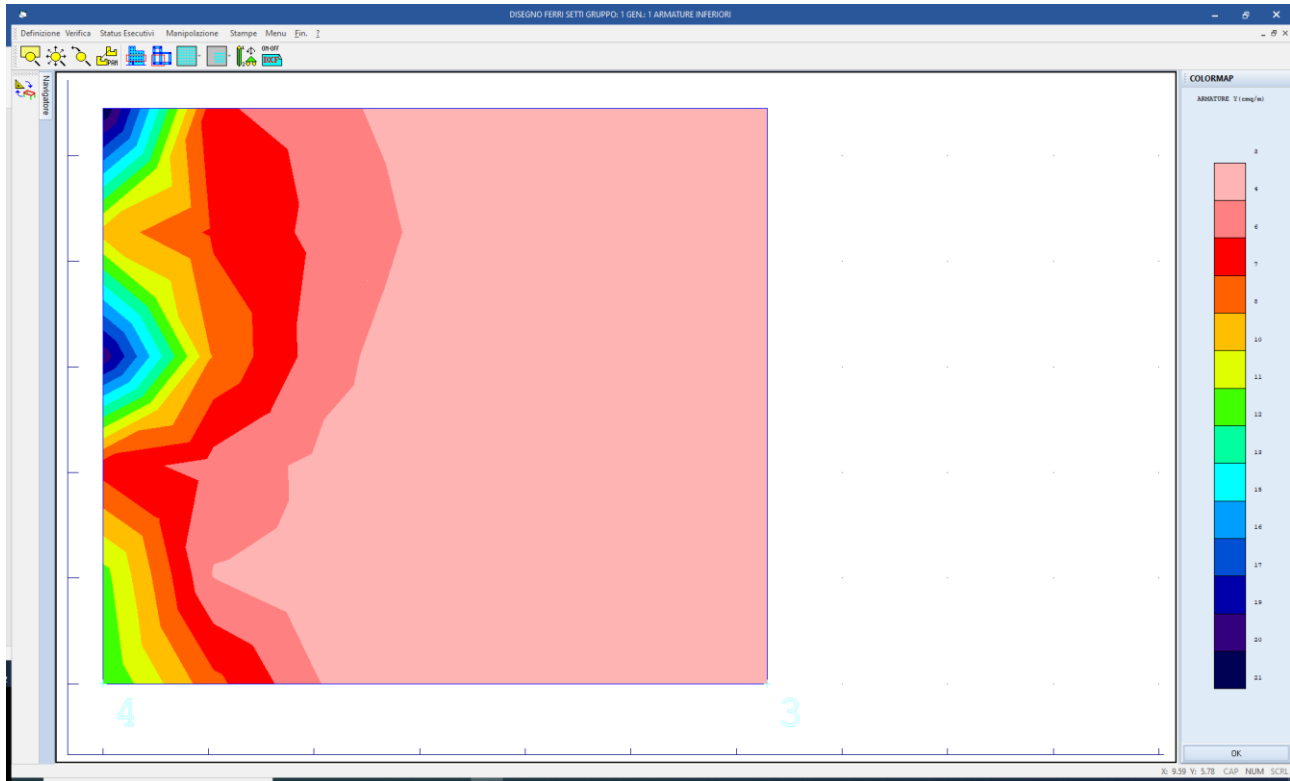
**Figura 31: numerazione setti in c.a. verticali**

Per ognuna delle pareti il programma di calcolo determina in automatico i quantitativi necessari al soddisfacimento delle verifiche a pressoflessione delle pareti.

In base al quantitativo di armatura necessario verticale e orizzontale (colormap figure seguenti) si assume di disporre una armatura a rete 1+1Ø20/20 verticale e 1+1Ø16/15 orizzontale.

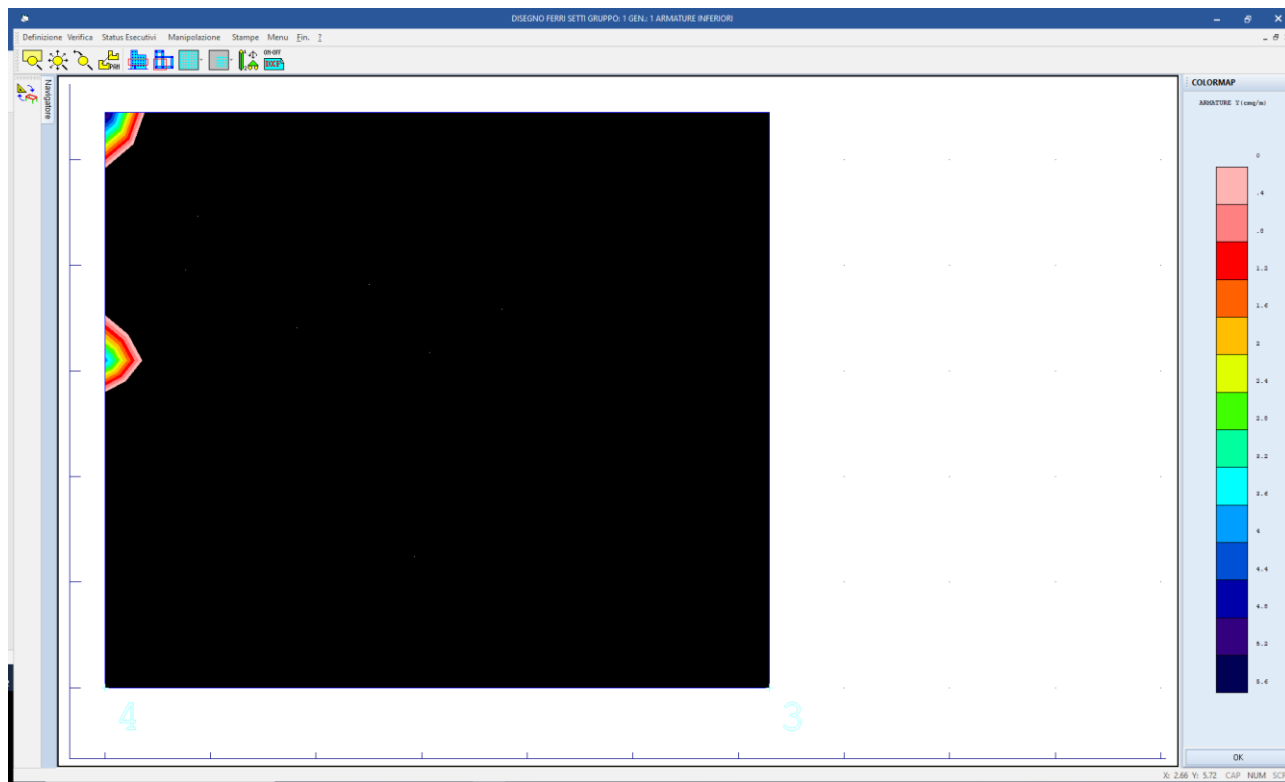
 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA</b> <b>TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</b></p>						
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>Centrale idrica tipologico - Relazione di Calcolo</b></p>	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA IV01</td> <td>LOTTO 00</td> <td>CODIFICA D 26 CL</td> <td>DOCUMENTO FA0002 001</td> <td>REV. A</td> <td>FOGLIO 73 di 105</td> </tr> </table>	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO FA0002 001	REV. A	FOGLIO 73 di 105
COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO FA0002 001	REV. A	FOGLIO 73 di 105		

Per brevità si esplicita nel seguito la sola verifa relativa alla parete n.1 della figura che precede.



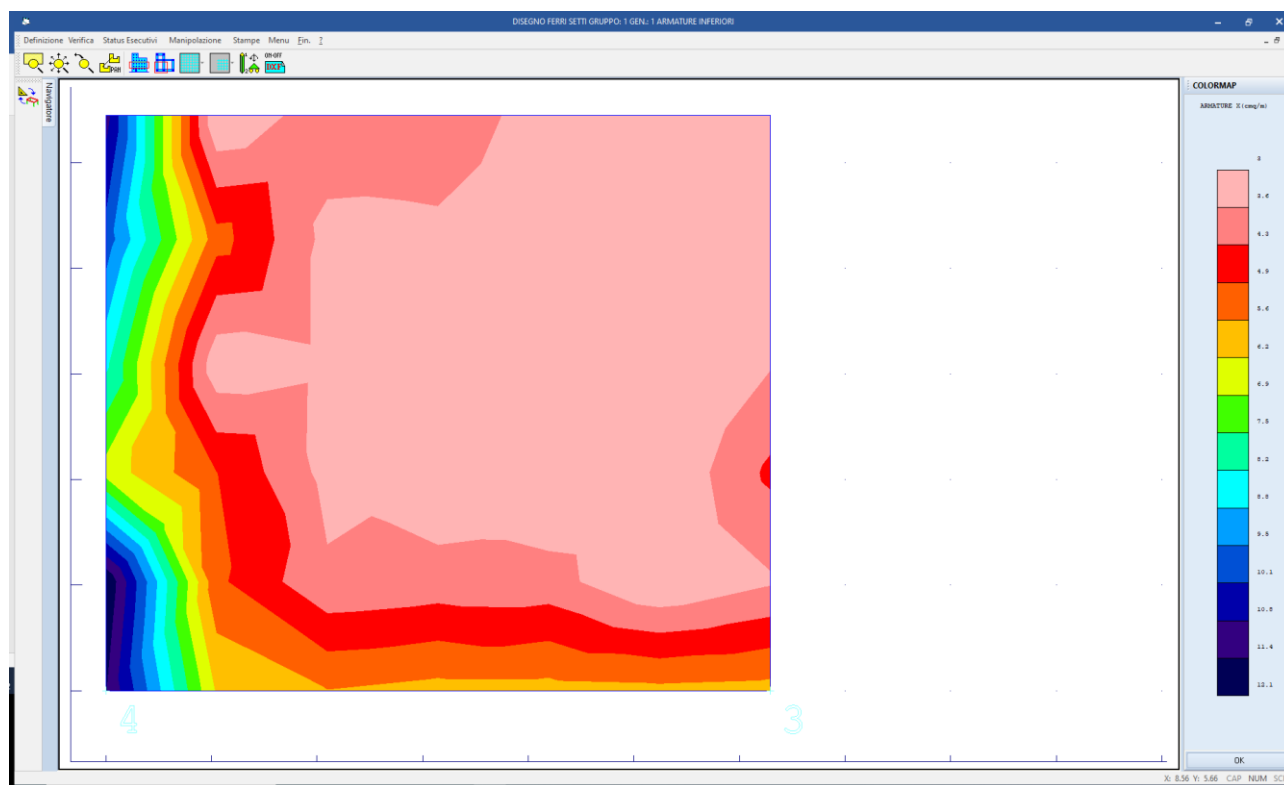
**Figura 32: quantitativo di armata verticale necessaria**

Disponendo armature verticali 1+1Ø20/20 si ha necessità di disporre raffittimenti come si mostra nella colormap seguente:



**Figura 33: deficit di armatura verticale rispetto all'armatura corrente 1+1Ø20/20**

Analogamente a livello orizzontale l'armatura necessaria è pari a:



**Figura 34: quantitativo di armata orizzontale necessaria**

Avendo disposto  $\varnothing 16/15$  pari ad  $A_s = 13.4 \text{ cm}^2/\text{m} > 12.1 \text{ cm}^2/\text{m}$  si ha la “ricopertura” e quindi non si ha necessita di armatura orizzontale addizionale di raffittimento .

Nelle tabelle che seguono sono riportate le verifiche SLV, SLD ed SLE della parete n.4 sulla base delle armature indicate.

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa della verifica degli elementi bidimensionali allo stato limite ultimo.

- Gruppo Quote** : Numero identificativo del gruppo di quote definito prima di eseguire la verifica  
**Generatrice** : Numero identificativo della generatrice definita prima di eseguire la verifica  
**Nodo 3d N.ro** : Numero del nodo relativo alla suddivisione del macroelemento in microelementi  
**Nx** : Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale.  
 (Il sistema di riferimento locale ha l'asse x nella direzione del setto e l'asse y verticale)  
**Ny** : Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale  
**Txy** : Sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione y e agente sulla faccia di normale x del sistema locale.(Ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali, sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione x e agente sulla faccia di normale y del sistema locale)  
**Mx** : Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. Per le verifiche è accoppiato allo sforzo normale Nx. Questo momento è incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente Mxy  
**My** : Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. Per le

- verifiche è accoppiato allo sforzo normale  $N_y$ . Questo momento è incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente  $M_{xy}$
- $M_{xy}$**  : Momento torcente con asse vettore  $x$  e agente sulla sezione di normale  $x$  (ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali, momento torcente con asse vettore  $y$  e agente sulla sezione di normale  $y$ )
- Molt.** : Moltiplicatore delle sollecitazioni che porta a rottura la sezione, rispettivamente nelle direzioni  $X$  e  $Y$
- Ax superiore** : Area totale armatura superiore diretta lungo  $x$ . (Area totale è l'area della pressoflessione più l'area per il taglio riportata dopo)
- Ay superiore** : Area totale armatura superiore diretta lungo  $y$
- Ax inferiore** : Area totale armatura inferiore diretta lungo  $x$
- Ay inferiore** : Area totale armatura inferiore diretta lungo  $y$
- Atag** : Area per il taglio su ciascuna faccia per le due direzioni
- $\sigma_t$**  : Tensione massima di contatto con il terreno
- Eta** : Abbassamento verticale del nodo in esame

S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 1																				
Gr.Q N.ro	Gen N.r	Nodo 3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	Molt. Direz. X	Comb Direz. X	Molt. Direz. Y	Comb Direz. Y	Ax s.	Ay s. cmg/m	Ax i. cmg/m	Ay i. cmg/m	Atag.	$\sigma_t$ kg/cmq	eta mm	
1	1	4	26038	7378	10531	-553	789	-370	3.37	28	8.84	26	13.3	15.7	13.3	15.7	1.3	0.98	-9.8	
1	1	5	27517	41304	51239	-554	325	302	3.21	29	2.79	5	13.3	15.7	13.3	15.7	6.5	0.59	-5.9	
1	1	13	-2603	-19866	11942	4795	14002	839	2.84	22	2.46	24	13.3	31.4	13.3	31.4	1.5		-6.0	
1	1	18	-27845	-52749	46061	-8300	-28023	3350	2.44	22	1.31	22	13.3	31.4	13.3	31.4	5.9		-6.0	
1	1	115	27034	29212	6983	-762	1641	621	3.09	38	2.86	8	13.3	15.7	13.3	15.7	0.9	0.61	-6.1	
1	1	191	20876	29293	49703	2274	407	-152	2.62	5	3.74	5	13.3	15.7	13.3	15.7	6.4		-5.9	
1	1	198	2060	7643	19582	-1732	1722	-1098	6.43	10	5.65	10	13.3	15.7	13.3	15.7	2.5		-6.0	
1	1	205	-1342	-12064	18210	-957	4303	19	15.84	24	5.03	22	13.3	15.7	13.3	15.7	2.3		-6.2	
1	1	264	-7356	-26902	32459	-5042	6339	-4988	3.03	22	4.14	24	13.3	15.7	13.3	15.7	4.1		-6.0	
1	1	265	-4766	-4169	10614	3825	3341	-3443	3.88	22	5.20	22	13.3	15.7	13.3	15.7	1.4		-6.3	
1	1	271	-1425	7550	7027	988	3104	1088	15.43	8	3.73	24	13.3	15.7	13.3	15.7	0.9		-6.3	
1	1	272	437	-1985	13464	1461	-1587	-1167	8.42	10	10.95	22	13.3	15.7	13.3	15.7	1.7		-6.8	

S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 1																				
Gr.Q N.ro	Gen N.r	Nodo 3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	Molt. Direz. X	Comb Direz. X	Molt. Direz. Y	Comb Direz. Y	Ax s.	Ay s. cmg/m	Ax i. cmg/m	Ay i. cmg/m	Atag.	$\sigma_t$ kg/cmq	eta mm	
1	1	4	25546	5808	10284	-536	868	-369	3.44	28	9.49	26	13.3	15.7	13.3	15.7	1.3	0.81	-8.1	
1	1	5	27031	-4874	18884	-608	-1634	352	3.21	29	13.62	29	13.3	15.7	13.3	15.7	6.5	0.51	-5.1	
1	1	13	-1996	-14427	5046	-1613	4286	44	9.20	10	9.87	24	13.3	31.4	13.3	31.4	1.5		-5.2	
1	1	18	-22580	-43576	30875	-4178	-13081	1934	6.20	22	3.23	22	13.3	31.4	13.3	31.4	5.9		-5.2	
1	1	115	27244	6037	6588	-661	1523	531	3.15	38	6.63	7	13.3	15.7	13.3	15.7	0.9	0.55	-5.5	
1	1	191	3372	5751	19279	996	-613	96	9.04	5	11.35	31	13.3	15.7	13.3	15.7	6.4		-5.1	
1	1	198	1645	1274	8799	2014	172	-104	5.76	4	45.68	26	13.3	15.7	13.3	15.7	2.5		-5.2	
1	1	205	-710	-7438	6216	-588	-1562	-287	25.13	4	17.65	10	13.3	15.7	13.3	15.7	2.3		-5.5	
1	1	264	-7263	-40567	19172	-1785	341	-1895	12.76	22	12.55	6	13.3	15.7	13.3	15.7	4.1		-5.2	
1	1	265	-4119	-2596	3272	1332	-1752	-1191	14.55	24	10.22	24	13.3	15.7	13.3	15.7	1.4		-5.5	
1	1	271	-6899	7597	6126	1171	1740	1038	22.54	6	5.62	3	13.3	15.7	13.3	15.7	0.9		-5.5	
1	1	272	231	-692	5755	-523	-498	490	23.17	10	35.55	12	13.3	15.7	13.3	15.7	1.7		-5.8	

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle verifiche agli stati limite di esercizio degli elementi bidimensionali.

- Gr.Q** : Numero identificativo del gruppo di quote definito prima di eseguire la verifica
- Gen** : Numero identificativo della generatrice definita prima di eseguire la verifica
- Nodo** : Numero del nodo relativo alla suddivisione del macro-elemento in microelementi
- Comb. Cari** : Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga individua la matrice delle combinazioni rare, la seconda la matrice delle combinazioni frequenti, la terza quella permanenti
- Fes lim** : Fessura limite espressa in mm
- Fess.** : Fessura di calcolo espressa in mm; se sull'elemento non si aprono fessure tutta la riga sarà nulla
- Dist mm** : Distanza fra le fessure



- Combin** : Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima fessura
- Mf X** : Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
- N X** : Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale
- Mf Y** : Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
- N Y** : Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale
- Cos teta** : Coseno dell'angolo teta tra l'armatura in direzione X e la direzione della tensione principale di trazione
- Sin teta** : Seno dell'angolo teta
- Combina** : Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga individua la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sul cls, la seconda la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sull'acciaio, la terza la matrice delle combinazioni permanenti per la verifica della tensione sul cls
- Carico** : Valore della tensione limite in Kg/cm<sup>2</sup>
- s lim** : Valore della tensione di calcolo in Kg/cm<sup>2</sup> sulla faccia di normale x
- s cal** : Valore della tensione di calcolo in Kg/cm<sup>2</sup> sulla faccia di normale y
- Conbin** : Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione
- Mf X** : Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
- N X** : Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale
- s cal** : Valore della tensione di calcolo in Kg/cm<sup>2</sup> sulla faccia di normale y
- Combina** : Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione
- Mf Y** : Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale
- N Y** : Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale

**S.L.E. - VERIFICA FESSURAZIONE VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 1**

FESSURAZIONI														TENSIONI			DIREZIONE X			DIREZIONE Y			
GrQ	Gen	Nodo	Comb.	Fes	Fess	dis	Co	MfX	NX	MfY	NY	cos	sin	Combina	σ lim.	σ cal.	Co	Mf	N	σ cal.	Co	Mf	N
N.r	N.r	N.ro	Cari	lim	mm	mm	mb	(t*m)	(t)	(t*m)	(t)	teta	teta	Carico	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	mb	(t*m)	(t)	Kg/cm <sup>2</sup>	mb	(t*m)	(t)
1	1	4	Rara Freq Perm	0.2	0.00	0	5	-0.3	-1.7	-0.4	-5.9	0.000	0.000	RaraCls	137.5	3.9	5	-0.3	-1.7	4.2	5	-0.4	-5.9
														RaraFer	3375	48	5	-0.3	-1.7	70	8	0.3	0.1
														PermCls	100.0	2.6	1	-0.2	-0.2	2.4	1	-0.2	-1.2
1	1	5	Rara Freq Perm	0.2	0.00	0	8	-0.6	-26.1	-1.4	-42.4	0.000	0.000	RaraCls	137.5	11.7	8	-0.6	-26.1	21.0	8	-1.4	-42.4
														RaraFer	3375	747	5	0.1	19.3	919	5	0.1	27.9
														PermCls	100.0	3.8	1	-0.3	-1.3	8.2	1	-0.8	-3.6
1	1	13	Rara Freq Perm	0.2	0.00	0	5	1.4	1.3	1.3	-0.1	0.000	0.000	RaraCls	137.5	16.2	4	1.5	0.6	12.6	8	0.8	-29.8
														RaraFer	3375	499	5	1.4	1.3	179	5	1.3	-0.1
														PermCls	100.0	4.6	1	0.4	-2.2	8.9	1	0.9	-14.9
1	1	18	Rara Freq Perm	0.2	0.00	0	3	-2.8	-29.6	-8.0	-50.8	0.000	0.000	RaraCls	137.5	28.4	3	-2.8	-29.6	63.7	3	-8.0	-50.8
														RaraFer	3375	477	8	-2.1	-4.9	492	6	-7.0	-32.6
														PermCls	100.0	24.9	1	-2.4	-19.9	53.0	1	-6.7	-39.1
1	1	115	Rara Freq Perm	0.2	0.00	0	5	-0.7	2.4	-1.3	-21.8	0.000	0.000	RaraCls	137.5	7.1	5	-0.7	2.4	14.4	5	-1.3	-21.8
														RaraFer	3375	304	5	-0.7	2.4	890	8	1.1	18.8
														PermCls	100.0	4.4	1	-0.4	-1.0	7.4	1	-0.7	-3.5
1	1	191	Rara Freq Perm	0.2	0.00	0	5	1.6	14.1	0.3	19.5	0.000	0.000	RaraCls	137.5	10.7	4	1.3	7.2	12.0	8	-0.3	-34.0
														RaraFer	3375	1039	5	1.6	14.1	699	5	0.3	19.5
														PermCls	100.0	3.2	1	-0.3	-0.5	2.2	1	0.1	-5.1
1	1	198	Rara Freq Perm	0.2	0.00	0	4	1.8	3.2	0.2	-0.2	0.000	0.000	RaraCls	137.5	19.7	4	1.8	3.2	10.1	8	0.3	-26.6
														RaraFer	3375	699	5	1.7	4.6	251	5	0.1	7.0
														PermCls	100.0	3.0	1	0.3	-0.5	3.7	1	0.1	-9.4
1	1	205	Rara Freq Perm	0.2	0.00	0	8	-0.6	-4.0	-0.7	-11.9	0.000	0.000	RaraCls	137.5	6.7	7	-0.6	-2.5	7.9	8	-0.7	-11.9
														RaraFer	3375	147	5	0.3	1.3	58	8	-0.7	-11.9
														PermCls	100.0	3.4	1	-0.3	-1.7	4.0	1	-0.2	-8.4
1	1	264	Rara Freq Perm	0.2	0.00	0	3	-0.6	-8.9	-0.9	-29.3	0.000	0.000	RaraCls	137.5	7.9	6	0.7	-5.9	14.8	6	-1.0	-29.5
														RaraFer	3375	54	8	0.6	-4.3	115	6	-1.0	-29.5
														PermCls	100.0	7.0	1	0.7	-7.0	13.1	1	-0.8	-27.5
1	1	265	Rara Freq Perm	0.2	0.00	0	3	-0.3	-5.1	-1.3	0.6	0.000	0.000	RaraCls	137.5	6.6	5	0.6	-5.2	13.7	1	-1.3	-2.8
														RaraFer	3375	43	5	0.6	-5.2	404	5	-1.2	3.0
														PermCls	100.0	2.8	1	-0.2	-4.3	11.1	1	-1.0	-2.5
1	1	271	Rara Freq Perm	0.2	0.00	0	3	0.9	-7.9	1.3	9.5	0.000	0.000	RaraCls	137.5	9.6	6	0.8	-3.3	12.7	6	1.2	-1.2
														RaraFer	3375	175	8	0.7	-1.4	731	5	1.2	12.7
														PermCls	100.0	8.7	1	0.8	-5.4	10.8	1	1.1	4.1
1	1	272	Rara Freq	0.2	0.00	0	8	-0.2	-0.7	-0.3	-1.8	0.000	0.000	RaraCls	137.5	2.3	8	-0.2	-0.7	2.7	6	-0.3	-1.6
														RaraFer	3375	35	8	-0.2	-0.7	25	6	-0.3	-1.6

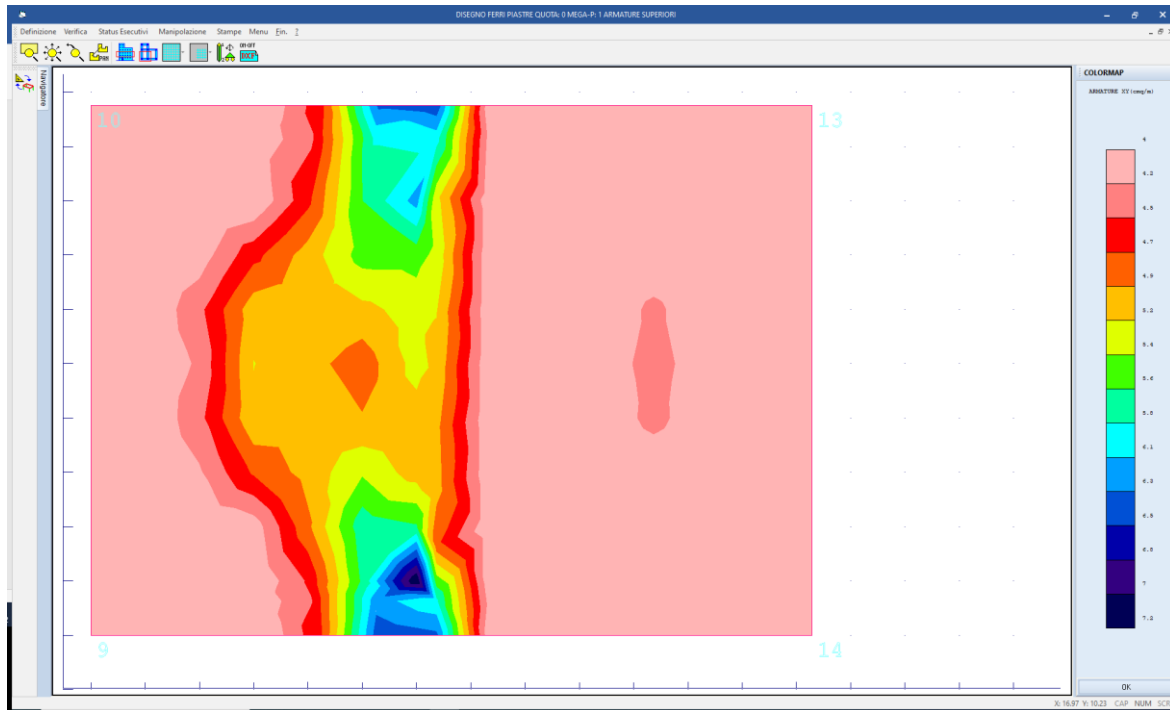
**S.L.E. - VERIFICA FESSURAZIONE VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 1**

FESSURAZIONI														TENSIONI			DIREZIONE X			DIREZIONE Y			
GrQ N.r	Gen N.r	Nodo N.ro	Comb. Cari	Fes lim	Fess mm	dis mm	Co mb	MfX (t*m)	NX (t)	MfY (t*m)	NY (t)	cos teta	sin teta	Combina Carico	$\sigma$ lim. Kg/cmq	$\sigma$ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)	$\sigma$ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)
Perm														PermCls	100.0	1.8	1	-0.2	-0.3	2.5	1	-0.2	-1.1

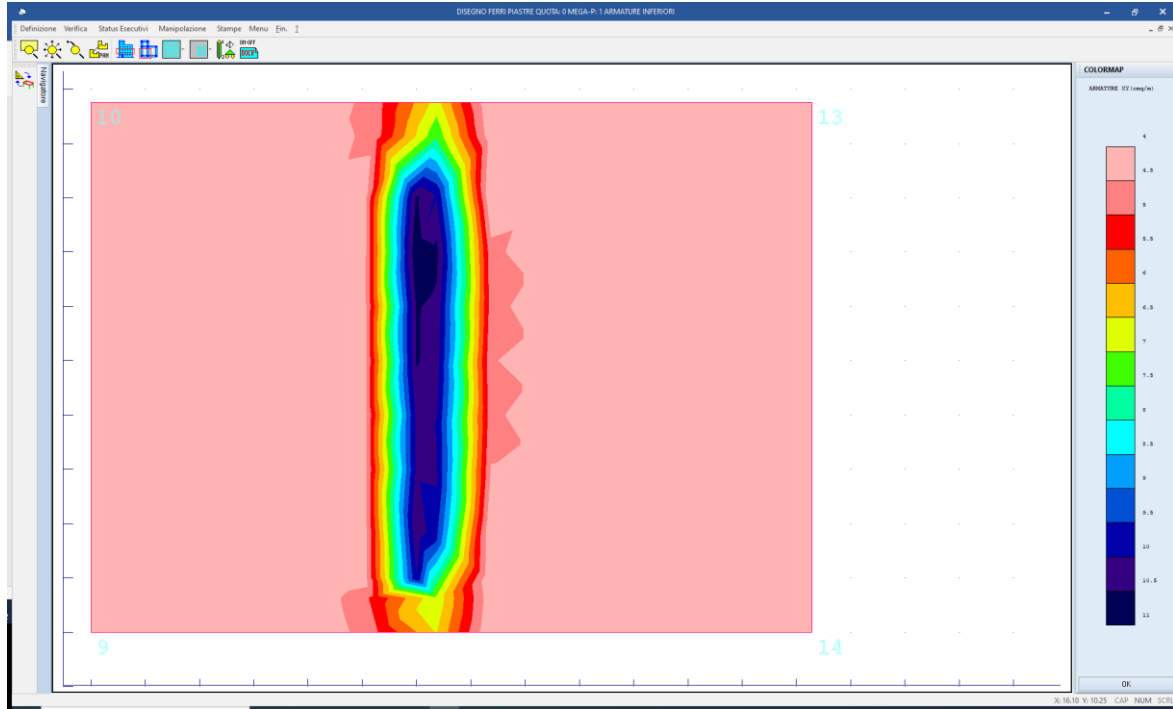
### 11.5 Verifica piastre in c.a.

Il programma di calcolo determina in automatico i quantitativi necessari al soddisfacimento delle verifiche a pressoflessione delle solette.

In base al quantitativo di armatura necessario inferiore e superiore (colormap figure seguenti) si assume di disporre una armatura a rete  $\varnothing 16/20 \times 20$  superiore e  $\varnothing 16/20 \times 20$  inferiore.

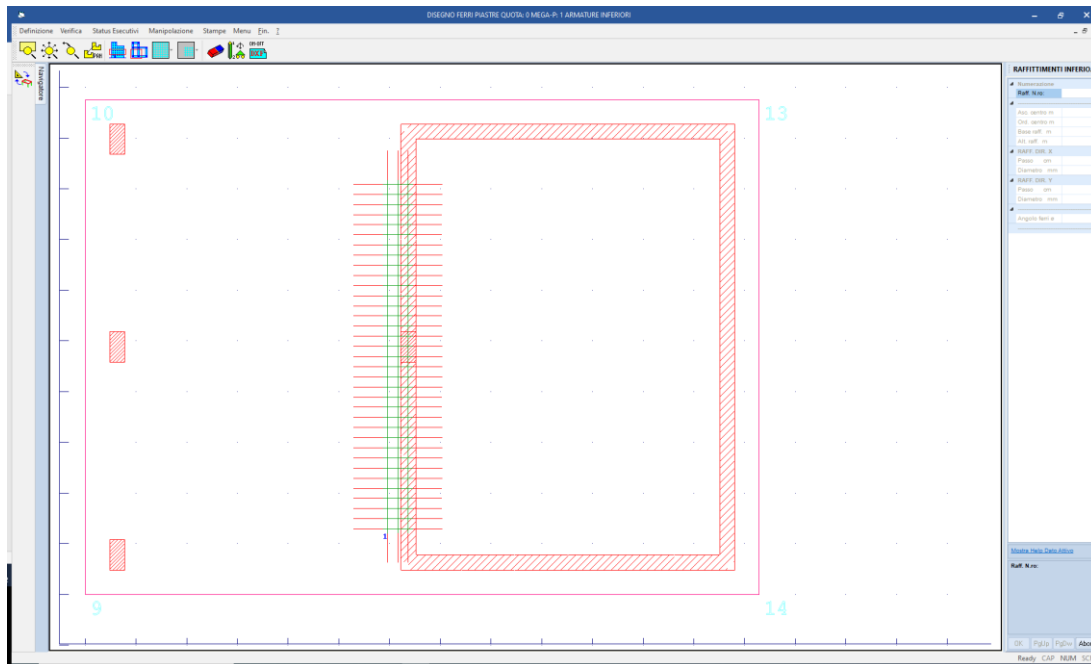


**Figura 35 – quantitativo di armatura necessaria superiore**



**Figura 36 – quantitativo di armatura necessaria inferiore**

Inferiormente l'armatura a rete diffusa non risulta sufficiente a ricoprire la domanda per cui sarà necessario predisporre un raffittimento  $\varnothing 16/20 \times 20$  inferiore.



**Figura 37 – raffittimento armatura inferiore**

Nella tabella che segue sono riportate le verifiche SLV a pressoflessione e le verifiche tensionali e a fessurazione con il seguente significato dei simboli.

<b>Quota N.ro:</b>	: Quota a cui si trova l'elemento
<b>Perim. N.ro</b>	: <i>Numero identificativo del macroelemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica</i>
<b>Nodo 3d N.ro</b>	: <i>Numero del nodo relativo alla suddivisione del macroelemento in microelementi</i>
<b>Nx</b>	: <i>Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale (il sistema di riferimento locale è quello delle armature)</i>
<b>Ny</b>	: <i>Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale</i>
<b>Txy</b>	: <i>Sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione y e agente sulla faccia di normale x del sistema locale (ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali, sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione x e agente sulla faccia di normale y del sistema locale)</i>
<b>Mx</b>	: <i>Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. Per le verifiche è accoppiato allo sforzo normale Nx. Questo momento è incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente Mxy</i>
<b>My</b>	: <i>Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. Per le verifiche è accoppiato allo sforzo normale Ny. Questo momento è incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente Mxy</i>
<b>Mxy</b>	: <i>Momento torcente con asse vettore x e agente sulla sezione di normale x (ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali momento torcente con asse vettore y e agente sulla sezione di normale y)</i>
<b>Molt.</b>	: <i>Moltiplicatore delle sollecitazioni che porta a rottura la sezione, rispettivamente nelle direzioni X e Y</i>
<b>x/d</b>	: <i>Posizione adimensionalizzata dell'asse neutro rispettivamente nelle direzioni X e Y</i>
<b>Ax superiore</b>	: <i>Area totale armatura superiore diretta lungo x. Area totale è l'area della pressoflessione più l'area per il taglio riportata dopo)</i>
<b>Ay superiore</b>	: <i>Area totale armatura superiore diretta lungo y</i>
<b>Ax inferiore</b>	: <i>Area totale armatura inferiore diretta lungo x</i>
<b>Ay inferiore</b>	: <i>Area totale armatura inferiore diretta lungo y</i>
<b>Atag</b>	: <i>Area per il taglio su ciascuna faccia per le due direzioni</i>
<b><math>\sigma_t</math></b>	: <i>Tensione massima di contatto con il terreno</i>
<b>Eta</b>	: <i>Abbassamento verticale del nodo in esame</i>
<b>Fpunz</b>	: <i>Forza di punzonamento determinata amplificando il massimo valore della forza punzonante (ottenuta dall'involuppo fra le varie combinazioni di carico agenti) per un coefficiente beta raccomandato nell'eurocodice 2 (figura 6.21). Per le piastre di fondazione la forza di punzonamento è stata ridotta dell'effetto favorevole della pressione del suolo</i>

- FpunzLi** : Resistenza al punzonamento ottenuta dall'applicazione della formula (6.47) dell'eurocodice 2, utilizzando il perimetro di base definito nelle figure 6.13 e 6.15
- Apunz** : Armatura di punzonamento calcolata dalla formula (6.52) dell'eurocodice 2
- VEd** : Azione di taglio-punzonamento secondo la formula (6.53) dell'eurocodice 2
- VRd,max** : Resistenza di taglio-punzonamento secondo la formula (6.53) dell'eurocodice 2

S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1																						
Quo N.r	P. Nr	Nod3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	Molt	x/d	Molt	x/d	Ax s	Ay s	Ax i	Ay i	Atag	σt	eta	Fpunz. kg	FpunzLi kg	Apunz cmq
													----- cmq/m -----				kg/cmq	mm				
0	1	2	0	0	0	9244	2581	1040	1.5	0.1	5.3	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.6	-5.9			
0	1	5	0	0	0	8602	2548	-1006	1.6	0.1	5.3	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.6	-5.9			
0	1	11	0	0	0	11505	1909	36	2.3	0.2	14.0	0.18	10.1	10.1	20.1	20.1	0.0	0.6	-5.8			
0	1	24	0	0	0	8390	-1180	636	1.6	0.1	11.5	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.6	-6.0			
0	1	25	0	0	0	8157	-1128	-671	1.7	0.1	12.1	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.6	-5.9			
0	1	29	0	0	0	12059	2658	1042	2.2	0.2	10.1	0.18	10.1	10.1	20.1	20.1	0.0	0.6	-5.8			
0	1	30	0	0	0	11676	2027	370	2.3	0.2	13.2	0.18	10.1	10.1	20.1	20.1	0.0	0.6	-5.8			
0	1	38	0	0	0	6373	3242	-1500	2.1	0.1	4.2	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.5	-5.5			
0	1	81	0	0	0	11854	3756	-1511	2.3	0.2	7.1	0.18	10.1	10.1	20.1	20.1	0.0	0.6	-5.7			
0	1	82	0	0	0	11376	2228	-892	2.4	0.2	12.0	0.18	10.1	10.1	20.1	20.1	0.0	0.6	-5.7			
0	1	83	0	0	0	11383	1760	-372	2.4	0.2	15.2	0.18	10.1	10.1	20.1	20.1	0.0	0.6	-5.6			
0	1	85	0	0	0	11193	4186	-2255	1.2	0.1	3.2	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.6	-5.8			
0	1	86	0	0	0	11902	2281	100	2.2	0.2	11.7	0.18	10.1	10.1	20.1	20.1	0.0	0.6	-5.6			
0	1	90	0	0	0	11903	1976	594	2.2	0.2	13.5	0.18	10.1	10.1	20.1	20.1	0.0	0.6	-5.6			
0	1	94	0	0	0	12471	2421	964	2.1	0.2	11.0	0.18	10.1	10.1	20.1	20.1	0.0	0.6	-5.7			
0	1	95	0	0	0	11980	3920	1466	2.2	0.2	6.8	0.18	10.1	10.1	20.1	20.1	0.0	0.6	-5.7			
0	1	105	0	0	0	6279	1785	-1112	2.2	0.1	7.6	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.6	-5.6			
0	1	108	0	0	0	6081	1609	1028	2.2	0.1	8.4	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.6	-5.6			
0	1	173	0	0	0	2551	1520	-1425	5.3	0.1	8.9	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.6	-6.4			
0	1	174	0	0	0	2174	1867	-1101	6.3	0.1	7.3	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.7	-6.9			
0	1	175	0	0	0	1453	1500	-849	9.4	0.1	9.1	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.7	-7.4			
0	1	176	0	0	0	1639	1388	-705	8.3	0.1	9.8	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.8	-8.0			
0	1	177	0	0	0	-1406	2690	-1449	9.7	0.1	5.1	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	1.0	-10.4			
0	1	178	0	0	0	-1472	1211	-820	9.2	0.1	11.2	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	1.0	-10.4			
0	1	179	0	0	0	1449	1312	-884	9.4	0.1	10.4	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	1.0	-10.5			
0	1	180	0	0	0	1990	1688	-869	6.8	0.1	8.1	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	1.0	-10.5			
0	1	181	0	0	0	-1236	2038	-1177	11.0	0.1	6.7	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	1.0	-10.4			
0	1	182	0	0	0	1618	1498	658	8.4	0.1	9.1	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.8	-7.9			
0	1	183	0	0	0	-1189	2098	1170	11.4	0.1	6.5	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	1.0	-10.4			
0	1	184	0	0	0	-1459	-1734	408	9.3	0.1	7.8	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	1.0	-10.4			
0	1	185	0	0	0	-1528	-1458	964	8.9	0.1	9.3	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	1.0	-10.4			
0	1	186	0	0	0	1944	1643	856	7.0	0.1	8.3	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	1.0	-10.5			
0	1	187	0	0	0	2548	1937	-1178	5.3	0.1	7.0	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.9	-8.5			
0	1	188	0	0	0	-1337	-1286	-813	10.2	0.1	10.6	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.9	-9.4			
0	1	189	0	0	0	-1637	-1122	273	8.3	0.1	12.1	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.9	-8.5			
0	1	190	0	0	0	-1528	1764	254	8.9	0.1	7.7	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.9	-9.4			

S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA PUNZONAMENTO PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1																						
Quo N.r	P. Nr	Nod3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	Molt	x/d	Molt	x/d	Ax s	Ay s	Ax i	Ay i	Atag	σt	eta	Fpunz. kg	FpunzLi kg	Apunz cmq
													----- cmq/m -----				kg/cmq	mm				
0	1	2	0	0	0	2907	877	300	4.7	0.1	15.5	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.5	-5.1			
0	1	5	0	0	0	2532	810	355	5.4	0.1	16.8	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.5	-5.1			
0	1	11	0	0	0	6450	1597	72	4.1	0.2	16.8	0.18	10.1	10.1	20.1	20.1	0.0	0.5	-5.1			
0	1	24	0	0	0	-1930	-902	-114	7.0	0.1	15.1	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.5	-5.1			
0	1	25	0	0	0	-2011	-918	115	6.8	0.1	14.8	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.5	-5.1			
0	1	29	0	0	0	5684	1632	-536	4.7	0.2	16.4	0.18	10.1	10.1	20.1	20.1	0.0	0.5	-5.1			
0	1	30	0	0	0	6165	1488	-304	4.3	0.2	18.0	0.18	10.1	10.1	20.1	20.1	0.0	0.5	-5.1			
0	1	38	0	0	0	-3444	-1164	-1032	3.9	0.1	11.7	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.5	-4.6			
0	1	81	0	0	0	4666	-1559	-584	5.7	0.2	8.7	0.11	10.1	10.1	20.1	20.1	0.0	0.5	-4.9			
0	1	82	0	0	0	5151	1007	-58	5.2	0.2	26.6	0.18	10.1	10.1	20.1	20.1	0.0	0.5	-4.9			
0	1	83	0	0	0	5662	1118	-103	4.7	0.2	23.9	0.18	10.1	10.1	20.1	20.1	0.0	0.5	-4.9			
0	1	85	0	0	0	-2231	-1399	-574	6.1	0.1	9.7	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.5	-4.9			
0	1	86	0	0	0	6136	1704	90	4.4	0.2	15.7	0.18	10.1	10.1	20.1	20.1	0.0	0.5	-4.9			
0	1	90	0	0	0	5856	1116	110	4.6	0.2	24.0	0.18	10.1	10.1	20.1	20.1	0.0	0.5	-4.9			
0	1	94	0	0	0	5536	1063	48	4.8	0.2	25.2	0.18	10.1	10.1	20.1	20.1	0.0	0.5	-4.9			
0	1	95	0	0	0	4489	-1533	431	6.0	0.2	8.8	0.11	10.1	10.1	20.1	20.1	0.0	0.5	-4.9			
0	1	105	0	0	0	-3361	-920	-781	4.0	0.1	14.8	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.5	-4.7			
0	1	108	0	0	0	-3207	-901	816	4.2	0.1	15.1	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.5	-4.7			
0	1	173	0	0	0	1967	1107	-1035	6.9	0.1	12.3	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.5	-5.5			
0	1	174	0	0	0	1976	1324	-918	6.9	0.1	10.3	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.6	-5.8			
0	1	175	0	0	0	1216	787	-281	11.2	0.1	17.3	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.6	-6.3			
0	1	176	0	0	0	1561	992	-595	8.7	0.1	13.7	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.7	-6.9			
0	1	177	0	0	0	1673	2637	-1359	8.1	0.1	5.2	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.8	-8.5			
0	1	178	0	0	0	-1355	1154	-859	10.0	0.1	11.8	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.8	-8.5			
0	1	179	0	0	0	846	828	104	16.1	0.1	16.4	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.9	-8.5			
0	1	180	0	0	0	1359	1547	-696	10.0	0.1	8.8	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.9	-8.5			
0	1	181	0	0	0	1587	1925	-1036	8.6	0.1	7.1	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.9	-8.5			

S.L.U. - AZIONI S.L.D. -VERIFICA PUNZONAMENTO PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1																						
Quo	P.	Nod3d	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Molt	x/d	Molt	x/d	Ax s	Ay s	Ax i	Ay i	Atag	σt	eta	Fpunz.	FpnzLi	Apunz
N.r	Nr	N.ro	Kg/m	Kg/m	Kg/m	kgm/m	kgm/m	kgm/m	Direz.	X	Direz.	Y	-----	-----	-----	-----	-----	kg/cmq	mm	kg	kg	cmq
0	1	182	0	0	0	1538	1045	546	8.8	0.1	13.0	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.7	-6.9			
0	1	183	0	0	0	1594	1979	1025	8.5	0.1	6.9	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.9	-8.5			
0	1	184	0	0	0	-1078	-1604	316	12.6	0.1	8.5	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.8	-8.5			
0	1	185	0	0	0	-1418	1235	942	9.6	0.1	11.0	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.8	-8.5			
0	1	186	0	0	0	1334	1496	685	10.2	0.1	9.1	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.9	-8.5			
0	1	187	0	0	0	2530	1439	-1080	5.4	0.1	9.4	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.7	-7.4			
0	1	188	0	0	0	991	-1197	-754	13.7	0.1	11.4	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.8	-7.9			
0	1	189	0	0	0	-1536	1336	215	8.9	0.1	10.2	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.7	-7.4			
0	1	190	0	0	0	-1428	1287	225	9.5	0.1	10.6	0.12	10.1	10.1	10.1	10.1	0.0	0.8	-7.9			

Per le verifiche agli stati limite di esercizio degli elementi bidimensionali le tabelle che seguono hanno nelle colonne le seguenti informazioni

<b>Quota</b>	: Quota a cui si trova l'elemento
<b>Perim.</b>	: Numero identificativo del macro-elemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica
<b>Nodo</b>	: Numero del nodo relativo alla suddivisione del macro-elemento in microelementi
<b>Comb Cari</b>	: Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga individua la matrice delle combinazioni rare, la seconda la matrice delle combinazioni frequenti, la terza quella permanenti
<b>Fes lim</b>	: Fessura limite espressa in mm
<b>Fess.</b>	: Fessura di calcolo espressa in mm; se sull'elemento non si aprono fessure tutta la riga sarà nulla
<b>Dist mm</b>	: Distanza fra le fessure
<b>Combin</b>	: Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima fessura
<b>Mf X</b>	: Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
<b>N X</b>	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale
<b>Mf Y</b>	: Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
<b>N Y</b>	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale
<b>Cos teta</b>	: Coseno dell'angolo teta tra l'armatura in direzione X e la direzione della tensione principale di trazione
<b>Sin teta</b>	: Seno dell'angolo teta
<b>Combina Carico</b>	: Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga individua la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sul cls, la seconda la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sull'acciaio, la terza la matrice delle combinazioni permanenti per la verifica della tensione sul cls
<b>s lim</b>	: Valore della tensione limite in Kg/cm <sup>2</sup>
<b>s cal</b>	: Valore della tensione di calcolo in Kg/cm <sup>2</sup> sulla faccia di normale x
<b>Conbin</b>	: Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione
<b>Mf X</b>	: Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
<b>N X</b>	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale
<b>s cal</b>	: Valore della tensione di calcolo in Kg/cm <sup>2</sup> sulla faccia di normale y
<b>Combin</b>	: Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione
<b>Mf Y</b>	: Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale
<b>N Y</b>	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale

S.L.E. - VERIFICA FESSURAZIONE/VERIFICA PUNZONAMENTO PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1																							
Quo N.r	Per N.r	Nodo N.ro	Comb. Cari	Fes lim	Fess mm	dis mm	Co mb	FESSURAZIONI						TENSIONI		DIREZIONE X				DIREZIONE Y			
								MfX (t*m)	NX (t)	MfY (t*m)	NY (t)	cos teta	sin teta	Combina Carico	σ lim. Kg/cmq	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)
0	1	2	Rara Freq Perm	0.2	0.00	0	8	6.1	0.0	1.7	0.0	0.000	0.000	RaraCls	137.5	46.8	8	6.1	0.0	13.3	8	1.7	0.0
														RaraFer	3375	1784	8	6.1	0.0	492	8	1.7	0.0
														PermCls	100.0	2.2	1	0.3	0.0	0.8	1	0.1	0.0
0	1	5	Rara Freq Perm	0.2	0.00	0	8	5.7	0.0	1.7	0.0	0.000	0.000	RaraCls	137.5	43.5	8	5.7	0.0	13.0	8	1.7	0.0
														RaraFer	3375	1652	8	5.7	0.0	480	8	1.7	0.0
														PermCls	100.0	2.2	1	0.3	0.0	1.5	1	0.2	0.0
0	1	11	Rara Freq Perm	0.2	0.00	0	8	8.1	0.0	1.3	0.0	0.000	0.000	RaraCls	137.5	45.7	8	8.1	0.0	7.8	8	1.3	0.0
														RaraFer	3375	1206	8	8.1	0.0	200	8	1.3	0.0
														PermCls	100.0	20.9	1	3.6	0.0	3.6	1	0.6	0.0
0	1	24	Rara Freq Perm	0.2	0.00	0	5	-5.5	0.0	-0.8	0.0	0.000	0.000	RaraCls	137.5	42.4	5	-5.5	0.0	6.5	5	-0.8	0.0
														RaraFer	3375	1610	5	-5.5	0.0	240	5	-0.8	0.0
														PermCls	100.0	3.4	1	-0.4	0.0	1.8	1	-0.2	0.0
0	1	25	Rara Freq Perm	0.2	0.00	0	5	-5.4	0.0	-0.8	0.0	0.000	0.000	RaraCls	137.5	41.6	5	-5.4	0.0	6.3	5	-0.8	0.0
														RaraFer	3375	1580	5	-5.4	0.0	232	5	-0.8	0.0
														PermCls	100.0	3.6	1	-0.5	0.0	2.1	1	-0.3	0.0
0	1	29	Rara Freq Perm	0.2	0.00	0	8	8.3	0.0	1.8	0.0	0.000	0.000	RaraCls	137.5	46.8	8	8.3	0.0	10.2	8	1.8	0.0
														RaraFer	3375	1236	8	8.3	0.0	375	5	-1.3	0.0
														PermCls	100.0	16.5	1	2.9	0.0	2.8	1	0.5	0.0
0	1	30	Rara Freq Perm	0.2	0.00	0	8	8.1	0.0	1.4	0.0	0.000	0.000	RaraCls	137.5	46.0	8	8.1	0.0	8.0	8	1.4	0.0
														RaraFer	3375	1215	8	8.1	0.0	205	8	1.4	0.0
														PermCls	100.0	20.1	1	3.5	0.0	3.2	1	0.5	0.0
0	1	38	Rara Freq Perm	0.2	0.00	0	5	-5.2	0.0	-0.7	0.0	0.000	0.000	RaraCls	137.5	40.3	5	-5.2	0.0	17.3	8	2.2	0.0
														RaraFer	3375	1525	5	-5.2	0.0	642	8	2.2	0.0
														PermCls	100.0	12.0	1	-1.5	0.0	2.7	1	0.3	0.0
0	1	81	Rara Freq Perm	0.2	0.00	0	8	8.0	0.0	2.5	0.0	0.000	0.000	RaraCls	137.5	45.3	8	8.0	0.0	14.5	8	2.5	0.0
														RaraFer	3375	1341	5	-4.6	0.0	436	5	-1.5	0.0
														PermCls	100.0	7.2	1	1.2	0.0	1.8	1	0.3	0.0
0	1	82	Rara Freq Perm	0.2	0.00	0	8	7.8	0.0	1.5	0.0	0.000	0.000	RaraCls	137.5	44.2	8	7.8	0.0	8.7	8	1.5	0.0
														RaraFer	3375	1164	8	7.8	0.0	225	8	1.5	0.0
														PermCls	100.0	11.4	1	2.0	0.0	1.6	1	0.3	0.0
0	1	83	Rara Freq Perm	0.2	0.00	0	8	7.9	0.0	1.2	0.0	0.000	0.000	RaraCls	137.5	44.6	8	7.9	0.0	7.0	8	1.2	0.0
														RaraFer	3375	1177	8	7.9	0.0	181	8	1.2	0.0
														PermCls	100.0	14.6	1	2.5	0.0	2.0	1	0.4	0.0
0	1	85	Rara Freq Perm	0.2	0.00	0	8	7.4	0.0	2.8	0.0	0.000	0.000	RaraCls	137.5	56.4	8	7.4	0.0	21.8	8	2.8	0.0
														RaraFer	3375	2167	8	7.4	0.0	813	8	2.8	0.0
														PermCls	100.0	4.0	1	-0.5	0.0	3.7	1	-0.5	0.0
0	1	86	Rara Freq Perm	0.2	0.00	0	8	8.3	0.0	1.6	0.0	0.000	0.000	RaraCls	137.5	46.7	8	8.3	0.0	9.2	8	1.6	0.0
														RaraFer	3375	1233	8	8.3	0.0	237	8	1.6	0.0
														PermCls	100.0	16.0	1	2.8	0.0	3.7	1	0.6	0.0
0	1	90	Rara Freq Perm	0.2	0.00	0	8	8.2	0.0	1.4	0.0	0.000	0.000	RaraCls	137.5	46.6	8	8.2	0.0	7.9	8	1.4	0.0
														RaraFer	3375	1229	8	8.2	0.0	202	8	1.4	0.0
														PermCls	100.0	14.9	1	2.6	0.0	2.2	1	0.4	0.0
0	1	94	Rara Freq Perm	0.2	0.00	0	8	8.5	0.0	1.6	0.0	0.000	0.000	RaraCls	137.5	48.2	8	8.5	0.0	9.5	8	1.6	0.0
														RaraFer	3375	1273	8	8.5	0.0	244	8	1.6	0.0
														PermCls	100.0	11.7	1	2.0	0.0	1.8	1	0.3	0.0
0	1	95	Rara Freq Perm	0.2	0.00	0	8	8.1	0.0	2.6	0.0	0.000	0.000	RaraCls	137.5	45.6	8	8.1	0.0	15.1	8	2.6	0.0
														RaraFer	3375	1480	5	-5.1	0.0	477	5	-1.6	0.0
														PermCls	100.0	5.9	1	1.0	0.0	1.7	1	0.3	0.0
0	1	105	Rara Freq Perm	0.2	0.00	0	5	-5.5	0.0	-0.4	0.0	0.000	0.000	RaraCls	137.5	42.4	5	-5.5	0.0	9.5	8	1.2	0.0
														RaraFer	3375	1611	5	-5.5	0.0	353	8	1.2	0.0
														PermCls	100.0	11.2	1	-1.4	0.0	1.5	1	-0.2	0.0
0	1	108	Rara Freq Perm	0.2	0.00	0	5	-5.4	0.0	-0.3	0.0	0.000	0.000	RaraCls	137.5	41.7	5	-5.4	0.0	8.6	8	1.1	0.0
														RaraFer	3375	1580	5	-5.4	0.0	319	8	1.1	0.0
														PermCls	100.0	11.2	1	-1.4	0.0	1.9	1	-0.2	0.0
0	1	173	Rara Freq Perm	0.2	0.00	0	5	-2.1	0.0	-0.7	0.0	0.000	0.000	RaraCls	137.5	16.2	5	-2.1	0.0	6.1	3	0.8	0.0
														RaraFer	3375	602	5	-2.1	0.0	225	3	0.8	0.0
														PermCls	100.0	4.0	1	0.5	0.0	3.8	1	0.5	0.0
0	1	174	Rara Freq Perm	0.2	0.00	0	5	1.0	0.0	1.1	0.0	0.000	0.000	RaraCls	137.5	7.6	5	1.0	0.0	8.8	5	1.1	0.0
														RaraFer	3375	282	5	1.0	0.0	326	5	1.1	0.0
														PermCls	100.0	5.1	1	0.6	0.0	5.2	1	0.7	0.0
0	1	175	Rara Freq Perm	0.2	0.00	0	5	0.6	0.0	0.7	0.0	0.000	0.000	RaraCls	137.5	4.7	5	0.6	0.0	5.5	5	0.7	0.0
														RaraFer	3375	173	5	0.6	0.0	204	5	0.7	0.0
														PermCls	100.0	3.0	1	0.4	0.0	3.5	1	0.4	0.0
0	1	176	Rara Freq Perm	0.2	0.00	0	5	0.8	0.0	1.0	0.0	0.000	0.000	RaraCls	137.5	6.5	5	0.8	0.0	8.0	5	1.0	0.0
														RaraFer	3375	239	5	0.8	0.0	295	5	1.0	0.0
														PermCls	100.0	4.4	1	0.6	0.0	5.2	1	0.7	0.0
0	1	177	Rara Freq Perm	0.2	0.00	0	5	1.6	0.0	1.2	0.0	0.000	0.000	RaraCls	137.5	12.8	5	1.6	0.0	9.7	5	1.2	0.0
														RaraFer	3375	476	5	1.6	0.0	358	5	1.2	0.0
														PermCls	100.0	7.9	1	1.0	0.0	6.4	1	0.8	0.0
0	1	178	Rara Freq Perm	0.2	0.00	0	5	1.0	0.0	0.8	0.0	0.000	0.000	RaraCls	137.5	8.3	5	1.0	0.0	7.9	5	-1.0	0.0
														RaraFer	3375	305	5	1.0	0.0	292	5	-1.0	0.0
														PermCls	100.0	5.0	1	-0.6	0.0	6.3	1	-0.8	0.0
0	1	179	Rara Freq Perm	0.2	0.00	0	5	0.9	0.0	0.4	0.0	0.000	0.000	RaraCls	137.5	7.0	5	0.9	0.0	3.1	5	0.4	0.0
														RaraFer	3375	259	5	0.9	0.0	114	5	0.4	0.0
														PermCls	100.0	4.1	1	0.					

S.L.E. - VERIFICA FESSURAZIONE VERIFICA PUNZONAMENTO PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1																							
		FESSURAZIONI											TENSIONI		DIREZIONE X				DIREZIONE Y				
Quo N.r	Per N.r	Nodo N.ro	Comb. Cari	Fes lim	Fess mm	dis mm	Co mb	MfX (t*m)	NX (t)	MfY (t*m)	NY (t)	cos teta	sin teta	Combina Carico	σ lim. Kg/cmq	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)
0	1	183	Perm Rara Freq	0.2	0.00	0	5	1.7	0.0	1.3	0.0	0.000	0.000	PermCls RaraCls RaraFer	100.0 137.5 3375	4.5 13.2 488	1 5 5	0.6 1.7 1.7	0.0 0.0 0.0	5.6 10.3 383	1 5 5	0.7 1.3 1.3	0.0 0.0 0.0
0	1	184	Perm Rara Freq	0.2	0.00	0	5	1.7	0.0	1.2	0.0	0.000	0.000	PermCls RaraCls RaraFer	100.0 137.5 3375	8.1 13.0 481	1 5 5	1.0 1.7 1.7	0.0 0.0 0.0	7.0 9.5 351	1 5 5	0.9 1.2 1.2	0.0 0.0 0.0
0	1	185	Perm Rara Freq	0.2	0.00	0	5	1.2	0.0	1.0	0.0	0.000	0.000	PermCls RaraCls RaraFer	100.0 137.5 3375	8.0 9.6 355	1 5 5	1.0 1.2 1.2	0.0 0.0 0.0	6.4 8.2 303	1 5 5	-0.8 1.0 1.0	0.0 0.0 0.0
0	1	186	Perm Rara Freq	0.2	0.00	0	5	1.4	0.0	1.0	0.0	0.000	0.000	PermCls RaraCls RaraFer	100.0 137.5 3375	5.1 11.0 409	1 5 5	-0.6 1.4 1.4	0.0 0.0 0.0	6.1 8.1 299	1 5 5	-0.8 1.0 1.0	0.0 0.0 0.0
0	1	187	Perm Rara Freq	0.2	0.00	0	5	1.1	0.0	1.4	0.0	0.000	0.000	PermCls RaraCls RaraFer	100.0 137.5 3375	6.7 8.6 319	1 5 5	0.9 1.1 1.1	0.0 0.0 0.0	5.5 11.1 410	1 5 5	0.7 1.4 1.4	0.0 0.0 0.0
0	1	188	Perm Rara Freq	0.2	0.00	0	5	-1.0	0.0	-0.8	0.0	0.000	0.000	PermCls RaraCls RaraFer	100.0 137.5 3375	5.7 7.6 282	1 5 5	0.7 -1.0 -1.0	0.0 0.0 0.0	7.1 7.5 276	1 5 5	0.9 0.9 0.9	0.0 0.0 0.0
0	1	189	Perm Rara Freq	0.2	0.00	0	5	1.0	0.0	1.3	0.0	0.000	0.000	PermCls RaraCls RaraFer	100.0 137.5 3375	6.0 8.1 300	1 5 5	-0.8 1.0 1.0	0.0 0.0 0.0	4.8 10.2 376	1 5 5	-0.6 1.3 1.3	0.0 0.0 0.0
0	1	190	Perm Rara Freq	0.2	0.00	0	5	1.1	0.0	1.3	0.0	0.000	0.000	PermCls RaraCls RaraFer	100.0 137.5 3375	5.2 8.5 314	1 5 5	0.7 1.1 1.1	0.0 0.0 0.0	6.2 10.0 370	1 5 5	0.8 1.3 1.3	0.0 0.0 0.0
			Perm											PermCls	100.0	5.0	1	-0.6	0.0	6.0	1	0.8	0.0

## 12 VERIFICA SOLAI

E' prevista una tipologia di solaio: a predalles  $h = 5+25+5 = 35$  cm

Per il calcolo si assumono schemi semplificati di travi appoggiate o continue su più appoggi imponendo in mezzeria un momento minimo pari a  $ql^2/10$  ed all'appoggio un momento pari a  $ql^2/12$ .

La verifica a momento e taglio delle sezioni è stata effettuata con il metodo degli stati limite, assumendo come sezione resistente quella costituita dall'area compressa di conglomerato e dalle aree metalliche.

Per le verifiche sono stati rispettati i minimi di legge per quanto riguarda la larghezza massima di soletta collaborante, lo spessore minimo del solaio e della caldana e il rispetto delle armature minime.

Per tutti i tipi di solaio viene verificata l'armatura sia nella fase di getto del calcestruzzo di completamento che nelle condizioni di esercizio.

Nella fase di getto lo schema di calcolo è quello di un traliccio reticolare appoggiato sulle travi di bordo della campata e sugli eventuali puntelli intermedi (da disporre comunque ad interasse non superiore ai 150 cm), mentre nelle condizioni di esercizio si fa riferimento ad uno schema a trave continua con una sezione in calcestruzzo armato.

- Verifiche in fase di getto per i solai prefabbricati.

I carichi presi in considerazione sono:

- pt = peso proprio del travetto (lastra)
- pc = peso proprio del getto di calcestruzzo
- sa = sovraccarico accidentale in fase di getto
- qt =  $1.3 * (pt + pc) + 1.5 * sa$

La luce di calcolo è:

$$l = \frac{l_c}{(n+1)}$$



l = luce di calcolo  
l<sub>c</sub> = luce della campata  
n = puntelli intermedi

Vengono effettuate le verifiche a momento flettente in campata ed a taglio sugli appoggi.

- *Verifiche in campata*

$$M = \frac{ql^2}{8}$$

$$F_c = F_t = \frac{M}{h}$$

q = la parte del carico qt di competenza del singolo travetto  
l = luce di calcolo come prima definita  
h = distanza tra i baricentri delle armature superiori e inferiori  
F<sub>c</sub>, F<sub>t</sub> = Forza agente nelle armature superiori e inferiori per equilibrare il momento flettente

Verifica del tondino (corrente) superiore compresso a carico di punta con il metodo Ω:

$$\frac{\Omega F_c}{A_c} \leq \sigma_s$$

Ω = coefficiente omega relativo al tondino superiore, pensato appoggiato tra due staffe consecutive  
A<sub>c</sub> = area del tondino superiore (corrente compresso)  
σ<sub>s</sub> = tensione di calcolo dell'armatura (tensione di snervamento diviso il coefficiente di sicurezza parziale)

Verifica dei tondini (correnti) inferiori tesi:

$$\frac{F_t}{2A_t} \leq \sigma_s$$

A<sub>t</sub> = area del singolo tondino inferiore (ne sono presenti due)

- *Verifica sugli appoggi*

$$T = \frac{ql}{2}$$

Il taglio viene assorbito dalle staffe inclinate del traliccio per cui verrà verificata a carico di punta la staffa soggetta a compressione:

$$C_s = \frac{T}{2 \cos \alpha \cos \beta}$$

$$l_0 = \frac{h}{\cos \alpha \cos \beta}$$

$$\frac{\Omega C_s}{A_s} \leq \sigma_s$$

$C_s$  = Sforzo agente sulla staffa inclinata compressa (le staffe hanno due bracci)

$2 \cdot \alpha$  = angolo compreso tra le proiezioni delle staffe sul piano trasversale al traliccio

$2 \cdot \beta$  = angolo compreso tra le proiezioni delle staffe sul piano longitudinale al traliccio

$l_0$  = lunghezza libera di inflessione della staffa compressa

$\Omega$  = coefficiente omega

$A_s$  = area staffa

- Verifiche in fase di esercizio per i solai prefabbricati.

In esercizio verranno effettuate le consuete verifiche per le sezioni a T in calcestruzzo armato, tenendo in conto l'eventuale presenza di armatura aggiuntiva. Nelle verifiche vengono tenute in conto le diverse altezze dei baricentri delle armature inferiori. Poiché la sezione viene completata in opera è necessario verificare lo scorrimento nella fibra di contatto tra il calcestruzzo gettato in opera e la coppella.

$$S = \tau \cdot b \cdot a$$

$$C_s = \frac{S}{2 \cos \alpha \cos \beta}$$

$$\frac{C_s}{A_s} \leq \sigma_s$$

$S$  = scorrimento

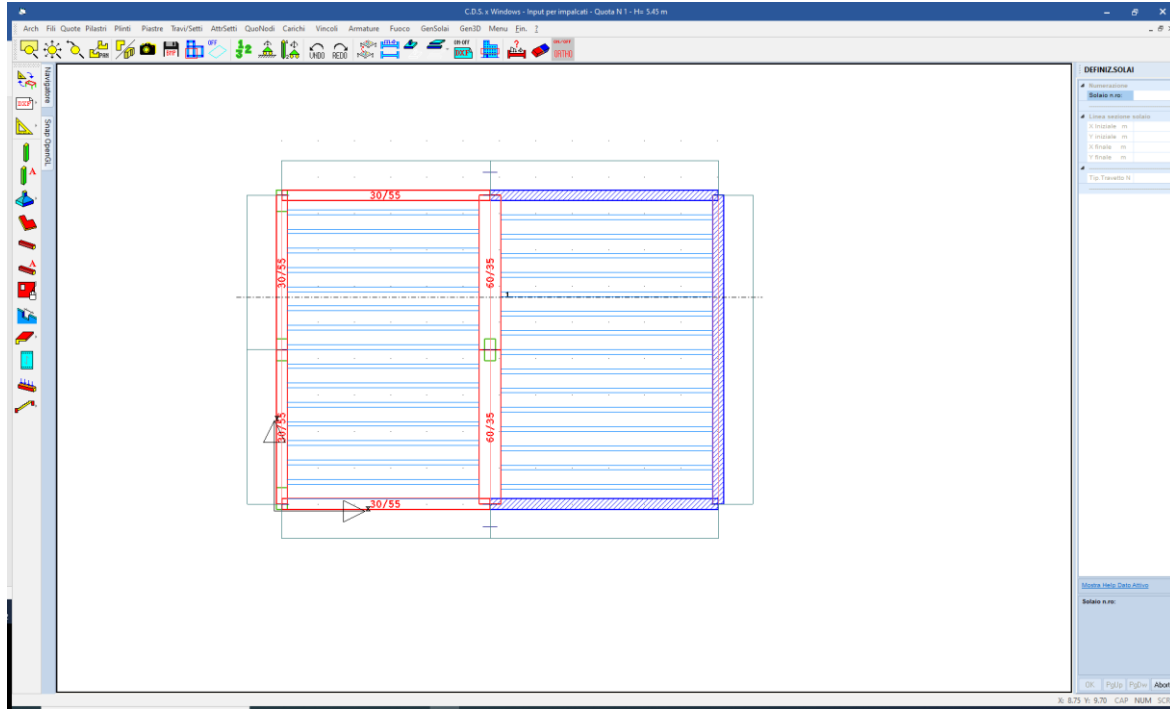
$\tau$  = tensione tangenziale nella fibra di contatto tra la coppella ed il calcestruzzo

$b$  = larghezza travetto

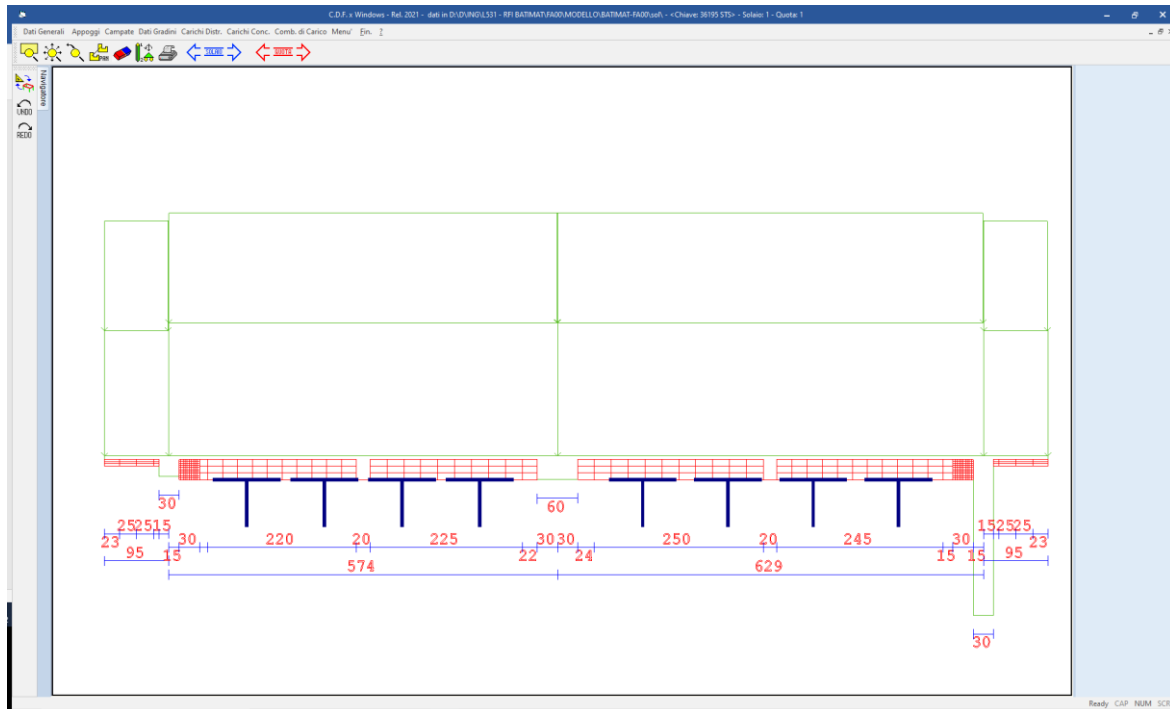
$a$  = interasse longitudinale tra le staffe

In fase di esercizio non si effettua la verifica a carico di punta in quanto, essendo il getto maturato, la staffa non può più instabilizzarsi.

Nella figura seguente sono indicati i solai le cui verifiche sono riportate nel dettaglio nell'allegato alla presente relazione.



**Figura 38: identificazione del solai n.1 al piano copertura**



**Figura 39: schema strutturale del solai**

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA</b> <b>TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</b>						
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>Centrale idrica tipologico - Relazione di Calcolo</b>	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA IV01</td> <td>LOTTO 00</td> <td>CODIFICA D 26 CL</td> <td>DOCUMENTO FA0002 001</td> <td>REV. A</td> <td>FOGLIO 88 di 105</td> </tr> </table>	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO FA0002 001	REV. A	FOGLIO 88 di 105
COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO FA0002 001	REV. A	FOGLIO 88 di 105		

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa dei carichi distribuiti:

- Campata N.ro** : Numero della campata
- Peso** : Peso proprio del solaio più sovraccarico permanente
- Acc. iniz.** : Valore iniziale del carico accidentale a distribuzione lineare
- Acc. finale** : Valore finale del carico accidentale a distribuzione lineare
- Asc. iniz.** : Ascissa del punto di inizio della zona soggetta al carico accidentale
- Asc. fin** : Ascissa del punto finale della zona soggetta al carico accidentale

- **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA CARICHI CONCENTRATI**

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa dei carichi concentrati:

- Campata N.ro** : Numero della campata
- Asc. F1** : Ascissa del punto di applicazione della prima forza concentrata
- Forza 1** : Intensità della prima forza concentrata
- Asc. F2** : Ascissa del punto di applicazione della seconda forza concentrata
- Forza 2** : Intensità della seconda forza concentrata
- Asc. M1** : Ascissa del punto di applicazione della prima coppia concentrata
- Mom. 1** : Intensità della prima coppia concentrata
- Asc. M2** : Ascissa del punto di applicazione della seconda coppia concentrata
- Mom. 2** : Intensità della seconda coppia concentrata

- **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA COMBINAZIONI DI CARICO**

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle combinazioni di carico:

- Comb. N.ro** : Numero della combinazione di carico per cui valgono le sollecitazioni e gli abbassamenti della riga corrispondente
- Coeff n** : Flag di presenza dei carichi variabili per la campata n-esima (0 esclude il carico variabile sulla campata relativamente a quella

*combinazione di carico; 1 ne tiene conto). Se per una data combinazione il carico e' attivo, il valore del coefficiente di combinazione dei carichi vale: per gli SLU 1.5; per gli SLE 1 per le combinazioni rare,  $\psi_{s1}$  per le frequenti e  $\psi_{s2}$  per le permanenti. Il coefficiente di combinazione dei carichi permanenti vale: per gli SLU 1.3 e per gli SLE 1*

- **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE**

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle sollecitazioni e degli abbassamenti:

- Comb.N.ro** : Numero della combinazione di carico per cui valgono le sollecitazioni e gli abbassamenti della riga corrispondente
- Camp.N.ro** : Numero della campata a cui si riferiscono le sollecitazioni e gli abbassamenti della riga corrispondente
- M. in.** : Momento flettente all'appoggio iniziale
- N. in.** : Sforzo normale all'appoggio iniziale
- T. in.** : Taglio all'appoggio iniziale
- M. fin.** : Momento flettente all'appoggio finale
- N. fin.** : Sforzo normale all'appoggio finale
- T. fin.** : Taglio all'appoggio finale
- W. mezz.** : Abbassamento corrispondente alla sezione di mezzeria

- **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA REAZIONI DI APPOGGIO**

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle reazioni di appoggio:

- Comb.N.ro** : Numero della combinazione di carico per cui valgono le sollecitazioni e gli abbassamenti della riga corrispondente
- App. N.ro** : Numero della campata a cui si riferiscono le sollecitazioni e gli abbassamenti della riga corrispondente
- R<sub>x</sub>** : Reazione in direzione x (orizzontale)
- R<sub>y</sub>** : Reazione in direzione y (verticale)

**Mz** : *Momento reagente*

• **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA VERIFICHE S.L.U.**

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle verifiche agli stati limite ultimi:

<b>Camp.N.ro</b>	: <i>Numero della campata a cui si riferiscono le verifiche della riga corrispondente</i>
<b>Asc. in.</b>	: <i>Ascissa del nodo iniziale della campata</i>
<b>Asc. fin.</b>	: <i>Ascissa del nodo finale della campata</i>
<b>Mom. neg.</b>	: <i>Momento flettente negativo massimo</i>
<b>ef%neg.</b>	: <i>Deformazione per cento dell'acciaio corrispondente al momento negativo (valore limite di norma 1,00)</i>
<b>ec%neg.</b>	: <i>Deformazione per cento del calcestruzzo corrispondente al momento negativo (valore limite di norma 0,35)</i>
<b>Mom. pos.</b>	: <i>Momento flettente positivo massimo</i>
<b>ef%pos.</b>	: <i>Deformazione per cento dell'acciaio corrispondente al momento positivo (valore limite di norma 1,00)</i>
<b>ec%pos.</b>	: <i>Deformazione per cento del calcestruzzo corrispondente al momento positivo (valore limite di norma 0,35)</i>
<b>Af sup.</b>	: <i>Armatura longitudinale superiore</i>
<b>Af inf.</b>	: <i>Armatura longitudinale inferiore</i>
<b>Tag. neg.</b>	: <i>Taglio negativo massimo</i>
<b>Tag. pos.</b>	: <i>Taglio positivo massimo</i>
<b>Rapporto Vsd/Vrdu</b>	: <i>Rapporto fra il taglio di calcolo ed il taglio resistente del cls (valore limite di norma 1,00)</i>

Nel caso di stampa dopo la riverifica SLE le colonne delle deformazioni vengono sostituite dalle seguenti colonne

**Mom. Ult.** : *Momento ultimo della sezione*

**Mom./ Mom. Ult.** : *Rapporto fra il momento agente ed il momento ultimo; la sezione è verificata se il valore è minore di 1*

• **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA VERIFICHE AUTOPORTANZA**

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nel tabulato di stampa dei dati di verifica dei travetti prefabbricati in condizioni di autoportanza ed esercizio:

<b>Camp.N.ro</b>	: Numero della campata a cui si riferiscono le verifiche della riga corrispondente
<b>Mom. Max</b>	: Momento massimo positivo in campata considerando quale luce di calcolo quella tra due puntelli successivi
<b>of sup.</b>	: Tensione massima nel corrente superiore compresso del traliccio verificato a carico di punta
<b>of inf.</b>	: Tensione massima nel corrente inferiore teso del traliccio
<b>Taglio</b>	: Taglio massimo in corrispondenza del puntello
<b>of trl.</b>	: Tensione massima nella staffa compressa del traliccio verificato a carico di punta
<b>Scorr.</b>	: Scorrimento nella fibra di contatto tra il calcestruzzo gettato in opera e la coppella
<b>of tral.</b>	: Tensione dovuta allo scorrimento nella staffa compressa
<b>of lim.</b>	: Tensione di calcolo dell'armatura (tensione di snervamento diviso il coefficiente di sicurezza parziale)

• **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA VERIFICHE CAMPATE SEZIONI IN PRECOMPRESSO**

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle verifiche:

<b>Camp.N.ro</b>	: Numero della campata a cui si riferiscono le verifiche della riga corrispondente
<b>Descrizione</b>	: Descrizione del tipo di travetto precompresso utilizzato
<b>Contrass Tipo Armatura</b>	: Tipologia di armatura presente all'interno del travetto (v. tabelle archivi)
<b>Momento Calcolo</b>	: Momenti flettenti agenti, per la fascia di 1.00 m sulle sezioni del solaio
<b>Mom. Serv.</b>	: Momenti resistenti di servizio, per la fascia di 1.00 m sulle sezioni del solaio
<b>Mom. Rott.</b>	: Momento resistente a rottura, per la fascia di 1.00 m sulle sezioni del solaio
<b>Coeff. Sic. Rott.</b>	: Rapporto tra il momento di rottura e quello di calcolo (deve essere maggiore di 1)

• **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA VERIFICHE S.L.E.**

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nel tabulato di stampa dei dati di verifica degli stati limite di esercizio:

<b>Campata</b>	: Numero della campata
<b>Comb Caric</b>	: Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga individua la matrice delle combinazioni rare, la seconda la matrice delle combinazioni frequenti, la terza quella permanenti. Questo indicatore vale sia per la verifica a fessurazione che per il calcolo delle frecce
<b>Fessu lim cal</b>	: Fessura limite e fessura di calcolo espressa in mm; se la campata non risulta fessurata l'ampiezza di calcolo sarà nulla
<b>Dist mm</b>	: Distanza fra le fessure
<b>Concio</b>	: Numero del concio in cui si è avuta la massima fessura
<b>Combin</b>	: Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima fessura
<b>Momento</b>	: Momento flettente che ha causato la massima fessura
<b>Frecce</b>	: Freccia limite e freccia massima di calcolo
<b>Combin</b>	: Numero della combinazione che ha prodotto la freccia massima
<b>Cominaz Carico</b>	: Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga individua la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sul cls, la seconda la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sull'acciaio, la terza la matrice delle combinazioni permanenti per la verifica della tensione sul cls
<b>s lim</b>	: Valore della tensione limite
<b>s cal</b>	: Valore della tensione di calcolo
<b>Concio</b>	: Numero del concio in cui si è avuta la massima tensione
<b>Cmb</b>	: Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione
<b>Momento</b>	: Momento flettente che ha causato la massima tensione



**PROGETTO DEFINITIVO**  
**Centrale idrica tipologico - Relazione di Calcolo**

COMMESSA IV01    LOTTO 00    CODIFICA D 26 CL    DOCUMENTO FA0002 001    REV. A    FOGLIO 93 di 105

**ARCHIVIO SEZIONI**

Sezione N.ro	Base trav. (cm)	Alt. trav. (cm)	Base pign. (cm)	Alt. pign. (cm)	Lungh.pign. (cm)
1	8.0	15.0	25.0	10.0	25.0

**ARCHIVIO SEZIONI LASTRE PREFABBRICATE**
**ARCHIVIO SEZIONI LASTRE PREFABBRICATE**

Sez. N.ro	B trv cm	H trv cm	B pgn cm	H pgn cm	L pgn cm	Gamma kg/mc	B tral. cm	H tral. cm	D teste cm	Incl. Grd	Fi st mm	FiSup mm	Filnf mm	NumFi inf.	Filnt mm	Coprif. (cm)	Bpiastr (cm)
201	13	35	40	30	25	800	8.5	7.5	0.0	55	5	7	5	0	10	1.0	120.0

**DATI GEN. QUOTA 1 SOLAIO 1**
**DATI GENERALI**

Scarto Copriferro (cm)	1.0
Copriferro (cm)	3.5
Coefficiente di Ridistribuzione Plastica(1=Soluz.Elastica)	1.00

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

Classe Calcestruzzo	C32/40	Classe Acciaio	B450C
Modulo Elastico CLS	333457 kg/cmq	Modulo Elastico Acc	2100000 kg/cmq
Coeff. di Poisson	0.2	Tipo Armatura	SENSIBILI
Resist.Car. CLS 'fck'	320.0 kg/cmq	Tipo Ambiente	ORDINAR. XC2/XC3
Resist. Calcolo 'fcd'	181.0 kg/cmq	Resist.Car.Acc 'fyk'	4500.0 kg/cmq
Tens. Max. CLS 'rcd'	181.0 kg/cmq	Tens. Rott.Acc 'ftk'	4500.0 kg/cmq
Def.Lim.El. CLS 'eco'	0.20 %	Resist. Calcolo'fyd'	3913.0 kg/cmq
Def.Lim.Ult CLS 'ecu'	0.35 %	Def.Lim.Ult.Acc'eyu'	1.00 %
Fessura Max.Comb.Rare	0.3 mm	Sigma CLS Comb.Rare	176.0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Perm	mm	Sigma CLS Comb.Perm	128.0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Freq	mm	Sigma Acc Comb.Rare	3375.0 kg/cmq
Peso Spec.CLS Armato	2500 kg/mc		
Rapporto Luce/Spont.max per combinazioni rare	NON ESEGUITA		
Rapporto Luce/Spont.max per combinazioni frequenti	NON ESEGUITA		
Rapporto Luce/Spont.max per combinazioni quasi permanenti	NON ESEGUITA		
Coefficiente di viscosita'	2.00		
Coefficiente condizione carichi Psi1	0.200		
Coefficiente condizione carichi Psi2	0.000		

**APPOGGI QUOTA 1 SOLAIO 1**
**DATI DI APPOGGIO**

Appoggio N.ro	Ascissa (cm)	Ordinata (cm)	Larghezza (cm)	Altezza (cm)	Tipo Vincolo
1	30.0	0.0	0.0	0.0	CERNIERA
2	125.0	0.0	30.0	30.0	INCASTRO
3	698.9	0.0	60.0	34.9	INCASTRO
4	1327.9	0.0	30.0	234.9	INCASTRO
5	1422.9	0.0	0.0	0.0	CERNIERA

**CAMPATE QUOTA 1 SOLAIO 1**
**DATI DI CAMPATA**

Campata N.ro	Lungh. (cm)	Tipo Sez.	Fascia sx (cm)	Fascia dx (cm)	Asc.Romp. (cm)	Base Romp. (cm)	Puntellata
--------------	-------------	-----------	----------------	----------------	----------------	-----------------	------------

**PROGETTO DEFINITIVO**  
**Centrale idrica tipologico - Relazione di Calcolo**

COMMESSA IV01    LOTTO 00    CODIFICA D 26 CL    DOCUMENTO FA0002 001    REV. A    FOGLIO 94 di 105

**CAMPATE QUOTA 1 SOLAIO 1**
**DATI DI CAMPATA**

Campata N.ro	Lungh. (cm)	Tipo Sez.	Fascia sx (cm)	Fascia dx (cm)	Asc.Romp. (cm)	Base Romp. (cm)	Puntellata
1	95.0	1	0.0	15.0	47.0	0.0	NO
2	573.9	201	15.0	30.0	287.0	20.0	SI
3	629.0	201	30.0	15.0	314.0	20.0	SI
4	95.0	1	15.0	0.0	47.0	0.0	NO

**CAR. DISTR. QUOTA 1 SOLAIO 1**
**CARICHI DISTRIBUITI**

Campata N.ro	Peso (kg/mq)	Acc. iniz. (kg/mq)	Acc. finale (kg/mq)	Asc. iniz. (cm)	Asc. fin. (cm)	DESCRIZIONE
1	555.0	486.00	486.00	0.00	94.00	
2	590.0	486.00	486.00	0.00	573.00	
3	590.0	486.00	486.00	0.00	628.00	
4	555.0	486.00	486.00	0.00	94.00	

**COMB. CAR. QUOTA 1 SOLAIO 1**
**TABELLA DEI COEFFICIENTI DEI CARICHI**

Comb. N.ro	Coef 1	Coef 2	Coef 3	Coef 4	Coef 5	Coef 6	Coef 7	Coef 8	Coef 9	Coef 10	Coef 11	Coef 12	Coef 13	Coef 14	Coef 15	Coef 16	Coef 17	Coef 18	Coef 19	Coef 20
1	1.0	1.0	1.0	1.0																
2	0.0	1.0	0.0	1.0																
3	1.0	0.0	1.0	0.0																
4	1.0	1.0	0.0	1.0																
5	0.0	1.0	1.0	0.0																
6	1.0	0.0	1.0	1.0																

**CARATT. QUOTA 1 SOLAIO 1**
**CARATTERISTICHE ED ABBASSAMENTI**

Comb. N.ro	Camp. N.ro	M.in. (kgm)	N.in. (kg)	T.in. (kg)	M.fin. (kgm)	N.fin. (kg)	T.fin. (kg)	W.mezz. (mm)
0	1	0	0	0	111	0	-234	-0.13
	2	-111	0	-1047	2174	0	-1766	0.45
	3	-2174	0	-1869	111	0	-1213	0.88
	4	-111	0	-234	0	0	0	-0.23
1	1	0	0	0	682	0	-1429	-0.29
	2	-682	0	-3326	6559	0	-5368	1.32
	3	-6559	0	-5703	676	0	-3825	2.65
	4	-676	0	-1429	0	0	0	-0.59
2	1	0	0	0	111	0	-234	-0.74
	2	-111	0	-3665	4042	0	-5029	2.62
	3	-4042	0	-2076	676	0	-1006	-0.34
	4	-676	0	-1429	0	0	0	0.19
3	1	0	0	0	682	0	-1429	0.32
	2	-682	0	-708	4691	0	-2105	-0.84
	3	-4691	0	-5496	111	0	-4032	3.87
	4	-111	0	-234	0	0	0	-1.00
4	1	0	0	0	682	0	-1429	-0.53
	2	-682	0	-3789	3905	0	-4905	2.44
	3	-3905	0	-2055	676	0	-1028	-0.27
	4	-676	0	-1429	0	0	0	0.17

**PROGETTO DEFINITIVO**  
**Centrale idrica tipologico - Relazione di Calcolo**

COMMESSA IV01      LOTTO 00      CODIFICA D 26 CL      DOCUMENTO FA0002 001      REV. A      FOGLIO 95 di 105

**CARATT. QUOTA 1 SOLAIO 1**

**CARATTERISTICHE ED ABBASSAMENTI**

Comb. N.ro	Camp. N.ro	M.in. (kgm)	N.in. (kg)	T.in. (kg)	M.fin. (kgm)	N.fin. (kg)	T.fin. (kg)	W.mezz. (mm)
5	1	0	0	0	111	0	-234	-0.48
	2	-111	0	-3177	6843	0	-5517	1.44
	3	-6843	0	-5838	111	0	-3690	2.79
	4	-111	0	-234	0	0	0	-0.78
6	1	0	0	0	682	0	-1429	0.31
	2	-682	0	-733	4543	0	-2079	-0.78
	3	-4543	0	-5383	676	0	-4146	3.66
	4	-676	0	-1429	0	0	0	-0.79

**REAZIONI A QUOTA 1 SOLAIO 1**

**REAZIONI E SPOSTAMENTI DI APPOGGIO**

Comb. N.ro	App. N.ro	Rx (kg)	Ry (kg)	Mz (kgm)	Spostx (mm)	Sposty (mm)	Rotaz sx (rad)	Rotaz dx (rad)
0	1	0	0	0	0.00	-0.24	0.0002328	
	2	0	-1280	0	0.00	0.00	0.0003189	
	3	0	-3635	0	0.00	0.00	0.0000826	
	4	0	-1447	0	0.00	0.00	-0.0005226	
	5	0	0	0	0.00	-0.44	-0.0004366	
1	1	0	0	0	0.00	-0.47	0.0003580	
	2	0	-4756	0	0.00	0.00	0.0008872	
	3	0	-11071	0	0.00	0.00	0.0002563	
	4	0	-5255	0	0.00	0.00	-0.0015111	
	5	0	0	0	0.00	-1.06	-0.0009898	
2	1	0	0	0	0.00	-1.46	0.0015133	
	2	0	-3899	0	0.00	0.00	0.0015994	
	3	0	-7105	0	0.00	0.00	-0.0008345	
	4	0	-2435	0	0.00	0.00	0.0001165	
	5	0	0	0	0.00	0.48	0.0006378	
3	1	0	0	0	0.00	0.75	-0.0009225	
	2	0	-2137	0	0.00	0.00	-0.0003933	
	3	0	-7601	0	0.00	0.00	0.0011734	
	4	0	-4266	0	0.00	0.00	-0.0021502	
	5	0	0	0	0.00	-1.98	-0.0020641	
4	1	0	0	0	0.00	-0.96	0.0008743	
	2	0	-5218	0	0.00	0.00	0.0014035	
	3	0	-6960	0	0.00	0.00	-0.0007763	
	4	0	-2457	0	0.00	0.00	0.0000874	
	5	0	0	0	0.00	0.46	0.0006087	
5	1	0	0	0	0.00	-0.94	0.0009683	
	2	0	-3411	0	0.00	0.00	0.0010543	
	3	0	-11355	0	0.00	0.00	0.0002556	
	4	0	-3924	0	0.00	0.00	-0.0016913	
	5	0	0	0	0.00	-1.55	-0.0016052	

**PROGETTO DEFINITIVO  
 Centrale idrica tipologico - Relazione di Calcolo**

COMMESSA IV01    LOTTO 00    CODIFICA D 26 CL    DOCUMENTO FA0002 001    REV. A    FOGLIO 96 di 105

**REAZIONI A QUOTA 1 SOLAIO 1**
**REAZIONI E SPOSTAMENTI DI APPOGGIO**

Comb. N.ro	App. N.ro	Rx (kg)	Ry (kg)	Mz (kgm)	Spostx (mm)	Sposty (mm)	Rotaz sx (rad)	Rotaz dx (rad)
6	1	0	0	0	0.00	0.72	-0.0008938	
	2	0	-2163	0	0.00	0.00	-0.0003646	
	3	0	-7462	0	0.00	0.00	0.0011159	
	4	0	-5575	0	0.00	0.00	-0.0019409	
	5	0	0	0	0.00	-1.47	-0.0014196	

**VERIF. QUOTA 1 SOLAIO 1**
**VERIFICHE SEZIONI**

Camp. N.ro	Asc.in. (m)	Asc.fin. (m)	Mom. neg (kgm)	Mom.Ult. (kgm)	Mom/MomUlt.	Mom. pos (kgm)	Mom.Ult. (kgm)	Mom/MomUlt.	Af sup. (cmg)	Af inf. (cmg)	Tag. neg (kg)	Tag. pos (kg)	Rapporto VSd/VRdu
1	0.00	0.00	-3	0	0.00	0	0	0.00	2.01	2.01	0	0	0.00
	0.00	0.11	-12	-717	0.02	0	925	0.00	2.01	2.01	-57	0	0.06
	0.11	0.23	-28	-717	0.04	0	925	0.00	2.01	2.01	-114	0	0.13
	0.23	0.34	-50	-717	0.07	0	925	0.00	2.01	2.01	-171	0	0.19
	0.34	0.46	-78	-717	0.11	0	925	0.00	2.01	2.01	-228	0	0.26
	0.46	0.57	-114	-717	0.16	0	925	0.00	2.01	2.01	-285	0	0.32
	0.57	0.69	-155	-717	0.22	0	925	0.00	2.01	2.01	-342	0	0.39
	0.69	0.80	-204	-717	0.28	0	925	0.00	2.01	2.01	-399	0	0.45
	0.80	0.88	-225	-919	0.24	0	919	0.00	2.01	2.01	-437	0	0.19
	0.88	0.95	-225	-919	0.24	0	919	0.00	2.01	2.01	-472	0	0.20
2	0.00	0.15	-2204	-4927	0.45	708	4446	0.16	4.02	4.02	0	2008	0.25
	0.15	0.45	-1867	-4802	0.39	1150	4929	0.23	4.02	4.41	0	1887	0.36
	0.45	1.16	-1248	-2377	0.53	2136	4932	0.43	2.01	4.41	0	1646	0.57
	1.16	1.88	-157	-2377	0.07	2909	4932	0.59	2.01	4.41	-112	1074	0.37
	1.88	2.59	-356	-2377	0.15	3274	4932	0.66	2.01	4.41	-396	501	0.17
	2.59	3.30	-686	-1879	0.36	3305	4932	0.67	1.54	4.41	-968	0	0.34
	3.30	4.01	-1148	-1879	0.61	3231	4932	0.66	1.54	4.41	-1541	0	0.54
	4.01	4.73	-1742	-3994	0.44	2780	4930	0.56	3.55	4.41	-2114	0	0.79
	4.73	5.44	-3578	-6068	0.59	1921	4928	0.39	5.56	4.41	-2686	0	0.87
	5.44	5.74	-3627	-6648	0.55	655	4449	0.15	5.56	4.02	-2924	0	0.37
3	0.00	0.30	-3627	-6648	0.55	721	4449	0.16	5.56	4.02	0	3094	0.39
	0.30	1.09	-3576	-6068	0.59	2278	4928	0.46	5.56	4.41	0	2853	0.92
	1.09	1.88	-1389	-1879	0.74	3331	4932	0.68	1.54	4.41	0	2217	1.10
	1.88	2.67	-714	-1879	0.38	3882	4932	0.79	1.54	4.41	0	1581	0.55
	2.67	3.47	-254	-1879	0.13	3971	4932	0.81	1.54	4.41	0	945	0.33
	3.47	4.26	0	-2377	0.00	3929	4932	0.80	2.01	4.41	-568	310	0.20
	4.26	5.05	-131	-2377	0.06	3474	4932	0.70	2.01	4.41	-1204	0	0.42
	5.05	5.84	-1592	-4483	0.36	2516	4929	0.51	4.02	4.41	-1839	0	0.64
	5.84	6.14	-2277	-4802	0.47	1295	4929	0.26	4.02	4.41	-2081	0	0.40
	6.14	6.29	-2647	-4927	0.54	794	4446	0.18	4.02	4.02	-2197	0	0.28
4	0.00	0.08	-223	-919	0.24	0	919	0.00	2.01	2.01	0	472	0.20
	0.08	0.15	-223	-919	0.24	0	919	0.00	2.01	2.01	0	434	0.19
	0.15	0.26	-202	-717	0.28	0	925	0.00	2.01	2.01	0	397	0.45
	0.26	0.38	-154	-717	0.21	0	925	0.00	2.01	2.01	0	340	0.38
	0.38	0.49	-112	-717	0.16	0	925	0.00	2.01	2.01	0	283	0.32
	0.49	0.61	-77	-717	0.11	0	925	0.00	2.01	2.01	0	226	0.26
	0.61	0.72	-49	-717	0.07	0	925	0.00	2.01	2.01	0	169	0.19
	0.72	0.84	-27	-717	0.04	0	925	0.00	2.01	2.01	0	112	0.13
	0.84	0.95	-11	-717	0.02	0	925	0.00	2.01	2.01	0	55	0.06
	0.95	0.95	-2	0	0.00	0	0	0.00	2.01	2.01	0	0	0.00

**VERIF. QUOTA 1 SOLAIO 1**

VERIFICHE AUTOPORTANZA						ESERCIZIO			STATUS VERIFICA	
Camp. N.ro	Mom. Max kgm	of sup kg/cmq	of inf kg/cmq	Taglio kg	of trl kg/cmq	Scorr. kg	of tral kg/cmq	of lim kg/cmq		
2	69	2975	2333	239	1557	815	2913	3913	VERIFICATO	
3	83	3574	2802	262	1706	866	3094	3913	VERIFICATO	

VERIF. QUOTA 1 SOLAIO 1														
Campata	FESSURAZIONE						FRECCHE		TENSIONI					
	Combi Caric	Fessu. mm lim cal	dist mm	Con cio	Com bin	Momento (Kg*m)	Frecce mm limite calc	Com bin	Combinaz Carico	$\sigma$ lim. Kg/cm <sup>2</sup>	$\sigma$ cal. Kg/cm <sup>2</sup>	Co nc	Cmb	Momento (Kg*m)
1	Rara	0.3	0.00	0	10	3	-155		Rara cls	176.0	53.0	8	3	-110
	Freq								Rara fer	3375	717	10	3	-155
	Perm								Perm cls	128.0	28.7	8	0	-59
2	Rara	0.3	0.00	0	10	5	-2529		Rara cls	176.0	83.7	9	5	-1938
	Freq								Rara fer	3375	1543	10	5	-2529
	Perm								Perm cls	128.0	45.8	9	0	-1037
3	Rara	0.3	0.11	227	6	3	1833		Rara cls	176.0	82.2	2	5	-1902
	Freq								Rara fer	3375	1707	6	3	1833
	Perm								Perm cls	128.0	45.0	2	0	-1017
4	Rara	0.3	0.00	0	1	2	-154		Rara cls	176.0	52.5	3	2	-109
	Freq								Rara fer	3375	710	1	2	-154
	Perm								Perm cls	128.0	28.7	3	0	-59

### 13 VERIFICHE DELLE FONDAZIONI

#### 13.1 Generalità

Per ogni stato limite ultimo è stata rispettata la condizione generale:

$$E_d \leq R_d$$

dove  $E_d$  è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione e dove  $R_d$  è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

Effetto delle azioni e resistenza sono espresse in funzione delle azioni di progetto  $\gamma_F F_k$ , dei parametri di progetto  $X_k/\gamma_M$  e della geometria di progetto  $a_d$ .

Nelle verifiche di sicurezza eseguite, sono stati presi in considerazione tutti i meccanismi di stato limite ultimo, sia a breve sia a lungo termine.

Poiché la fondazione in progetto è costituita da un graticcio di travi in c.a. assieme ad una platea di fondazione, gli stati limite ultimi si riferiscono 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.

Le verifiche sono state effettuate nei confronti dei seguenti stati limite:

*SLU di tipo geotecnico (GEO)*

- collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno
- collasso per scorrimento sul piano di posa

*SLU di tipo strutturale (STR)*

- Raggiungimento della resistenza ultima negli elementi strutturali

Le verifiche geotecniche devono essere eseguite seguendo uno dei 2 approcci elencati nel seguito, utilizzando i coefficienti parziali riportati nella tabella sotto:

Approccio 1:

- Combinazione 1 (A1+M1+R1)
- Combinazione 2 (A2+M2+R2)

Approccio 2:

- Combinazione 1 (A1+M1+R3)

La verifica di stabilità globale deve essere effettuata, analogamente a quanto previsto nel § 6.8, secondo la Combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'Approccio 1, tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e i parametri geotecnici e nella Tab. 6.8.I per le resistenze globali.

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

	Effetto	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_Q$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> 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  $\gamma_{G1}$

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_v$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

Tab. 6.8.I - Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

COEFFICIENTE	R2
$\gamma_R$	1,1

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate applicando la combinazione (A1+M1+R3) di coefficienti parziali prevista dall'Approccio 2, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I.

Nelle verifiche nei confronti di SLU di tipo strutturale (STR), il coefficiente  $\gamma_R$  non deve essere portato in conto.

Tab. 6.4.I – Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

### 13.2 Verifiche geotecniche

La pressione di contatto con il terreno rappresentata nelle figure seguenti per le principali combinazioni di calcolo SLV.

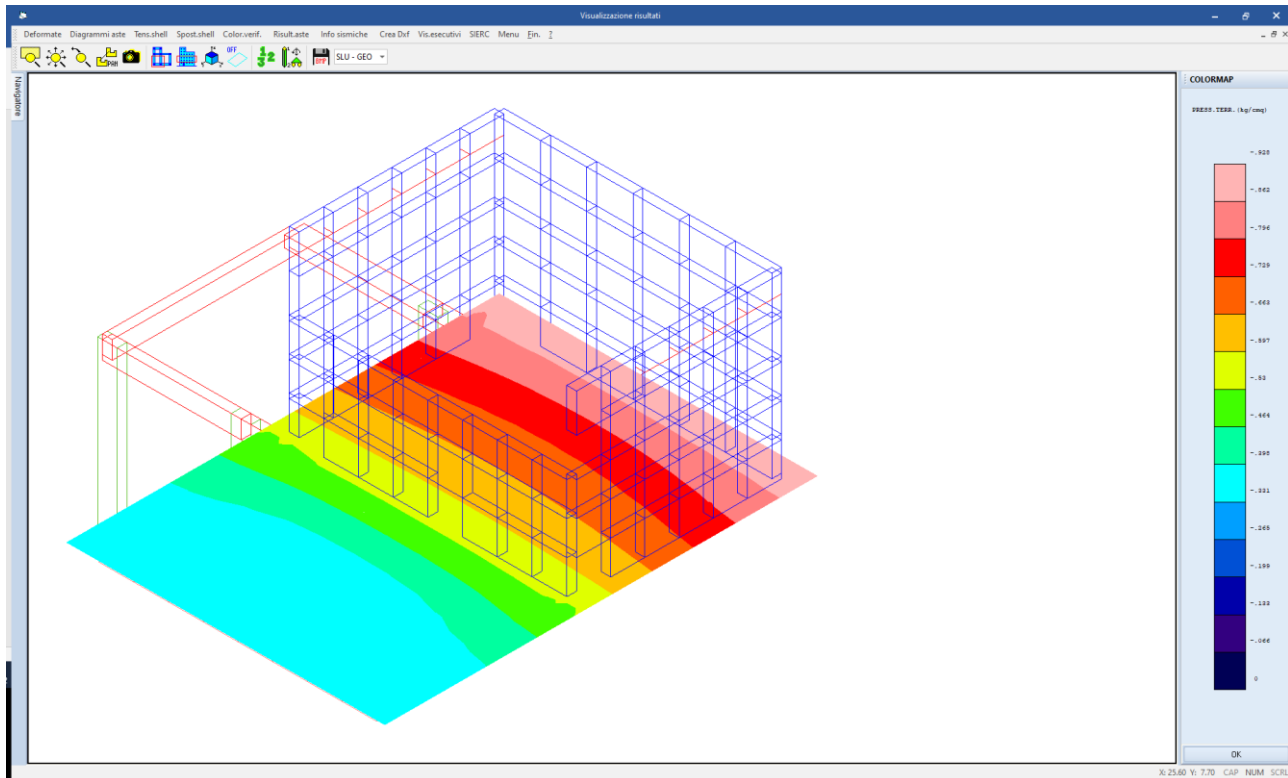


Figura 40: pressioni di contatto col terreno in combinazione SLV1 (max = 0.93 daN/cm<sup>2</sup>) – platea di fondazione

La capacità portante limite delle travi di fondazione viene valutata secondo Brinch-Hansen con la relazione:

$$q_{\text{lim}} = q N_q \gamma_q i_q d_q b_q g_q s_q + c N_c \gamma_c i_c d_c b_c g_c s_c + \frac{1}{2} \gamma B' N_\gamma \gamma_\gamma i_\gamma d_\gamma b_\gamma g_\gamma s_\gamma$$

dove

Caratteristiche geometriche della fondazione:

$q$  = carico sul piano di fondazione

$B$  = lato minore della fondazione

$L$  = lato maggiore della fondazione

$D$  = profondità della fondazione

$\alpha$  = inclinazione base della fondazione

$G$  = peso specifico del terreno

$B'$  = larghezza di fondazione ridotta =  $B - 2 eB$

$L'$  = lunghezza di fondazione ridotta =  $L - 2 eL$

Caratteristiche di carico sulla fondazione:

$H$  = risultante delle forze orizzontali  
 $N$  = risultante delle forze verticali  
 $e_B$  = eccentricità del carico verticale lungo  $B$   
 $e_L$  = eccentricità del carico verticale lungo  $L$   
 $F_{hB}$  = forza orizzontale lungo  $B$   
 $F_{hL}$  = forza orizzontale lungo  $L$

Caratteristiche del terreno di fondazione:

$\beta$  = inclinazione terreno a valle  
 $c = c_u$  = coesione non drenata (condizioni  $U$ )  
 $c = c'$  = coesione drenata (condizioni  $D$ )  
 $\Gamma$  = peso specifico apparente (condizioni  $U$ )  
 $\Gamma = \Gamma'$  = peso specifico sommerso (condizioni  $D$ )  
 $\phi = 0$  = angolo di attrito interno (condizioni  $U$ )  
 $\phi = \phi'$  = angolo di attrito interno (condizioni  $D$ )

Fattori di capacità portante:

$$Nq = \tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right) \exp(\pi \tan \phi) \quad (\text{Prandtl-Cauchy-Meyerhof})$$

$$Ng = 2(Nq + 1) \tan \phi \quad (\text{Vesic})$$

$$Nc = \frac{Nq - 1}{\tan \phi} \quad \text{in condizioni } D \text{ (Reissner-Meyerhof)}$$

$$Nc = 5,14 \quad \text{in condizioni } U$$

Indici di rigidezza (condizioni  $D$ ):

$$I_r = \frac{G}{c' + q' \tan \phi} = \text{indice di rigidezza}$$

$$q' = \text{pressione litostatica efficace alla profondità } D + \frac{B}{2}$$

$$G = \frac{E}{2(1 + \mu)} = \text{modulo elastico tangenziale}$$

$E$  = modulo elastico normale

$\mu$  = coefficiente di Poisson

$$I_{cr} = \frac{1}{2} \exp \left[ \frac{3,3 - 0,45 \frac{B}{L}}{\tan(45 - \frac{\phi'}{2})} \right] = \text{indice di rigidezza critico}$$

Coefficienti di punzonamento (Vesic):



$$Yq = Yg = \exp \left[ \left( 0,6 \frac{B}{L} - 4,4 \right) \tan \phi' + \frac{3,07 \sin \phi' \log(2Ir)}{1 + \sin \phi'} \right] \text{ in condizioni drenate, per } Ir \leq$$

Icr

$$Yc = Yq - \frac{1 - Yq}{Nq \times \tan \phi'}$$

Coefficienti di inclinazione del carico (Vesic):

$$ig = \left( \frac{1 - H}{N + B \times L \times c' \times \cot \text{ang} \phi'} \right)^{m+1}$$

$$iq = \left( \frac{1 - H}{N + B \times L \times c' \times \cot \phi'} \right)^m$$

$$ic = iq - \frac{1 - iq}{Nc \times \tan \phi'} \quad \text{in condizioni D}$$

$$ic = 1 - \frac{m \times H}{B \times L \times cu \times Nc} \quad \text{in condizioni U}$$

essendo:

$$m = mB \cos^2 \Theta + mL \sin^2 \Theta$$

$$mB = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}} \quad mL = \frac{2 + \frac{L'}{B'}}{1 + \frac{L'}{B'}} \quad \Theta = \tan^{-1} \frac{Fh \times B}{Fh \times L}$$

Coefficienti di affondamento del piano di posa (Brinch-Hansen):

$$dq = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \arctg \frac{D}{B'} \quad \text{per } D > B'$$

$$dq = 1 + 2 \frac{D}{B'} \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \quad \text{per } D \leq B'$$

$$dc = dq - \frac{1 - dq}{Nc \times \tan \phi} \quad \text{in condizioni D}$$

$$dc = 1 + 0,4 \arctan \frac{D}{B'} \quad \text{per } D > B' \text{ in condizioni U}$$

$$dc = 1 + 0,4 \frac{D}{B'} \quad \text{per } D \leq B' \text{ in condizioni U}$$

Coefficienti di inclinazione del piano di posa:

$$bg = \exp(-2,7\alpha \tan \phi)$$

$$bc = bq = \exp(-2\alpha \tan \phi) \quad \text{in condizioni D}$$

$$bc = 1 - \frac{\alpha}{147} \quad \text{in condizioni U}$$

$$bq = 1 \quad \text{in condizioni U)}$$

Coefficienti di inclinazione del terreno di fondazione:

$$gc = gq = \sqrt{1 - 0,5 \tan \beta} \quad \text{in condizioni D}$$

$$gc = 1 - \frac{\beta}{147} \quad \text{in condizioni U}$$

$$gq = 1 \quad \text{in condizioni U}$$

Coefficienti di forma (De Beer):

$$sg = 1 - 0,4 \frac{B'}{L'}$$

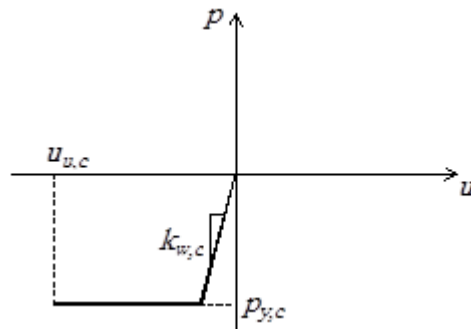
$$sq = 1 + \frac{B'}{L'} \tan \phi$$

$$sc = 1 + \frac{B' Nq}{L' Nc}$$

L'azione del sisma si traduce in accelerazioni nel sottosuolo (effetto cinematico) e nella fondazione, per l'azione delle forze d'inerzia generate nella struttura in elevazione (effetto inerziale). Tali effetti dovrebbero essere portati in conto mediante l'introduzione di coefficienti sismici rispettivamente denominati  $K_h$  e  $I_{gk}$ , il primo definito dal rapporto tra le componenti orizzontale e verticale dei carichi trasmessi in fondazione ed il secondo funzione dell'accelerazione massima attesa al sito il tutto secondo le formulazioni proposte da *Paolucci e Peker*.

Per la fondazione a platea gli elementi strutturali che compongono la sottostruttura di fondazione superficiale sono schematizzati come poggianti su una serie discreta di molle a comportamento non lineare nei riguardi della componente verticale di spostamento ed elastico per le altre componenti di spostamento.

I legami costitutivi forza-spostamento (p-u) delle molle non lineari utilizzate per modellare il suolo sono del tipo elasto-plastico. In particolare nel caso di fondazioni superficiali quale quella in oggetto, il legame costitutivo è non resistente a trazione (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**)



**Figura 41: Legami costitutivi molle non lineari per fondazioni superficiali**

La rigidezza  $k_{w,c}$  del tratto elastico del legame è valutata a partire dalla costante di Winkler del terreno tenendo conto della superficie di impronta di competenza della singola molla.

Il valore di limite elastico  $p_{y,c}$  della forza è dedotto dal valore  $Q_{lim}$  del carico limite calcolato come detto sopra.

Infine lo spostamento ultimo  $u_{u,c}$  è fissato sulla base di valori teorico-sperimentali riportati nella letteratura tecnica.

Per le verifiche di tipo geotecnico (GEO), si assume che sia stato raggiunto lo stato limite ultimo del terreno se lo spostamento sotto una delle molle non lineari attinge al valore ultimo  $u_{u,c}$ . Inoltre si ha lo stato limite ultimo nel terreno se tutte le molle che modellano il suolo hanno raggiunto la fase plastica del legame costitutivo. In questa condizione infatti non è più possibile equilibrare ulteriori incrementi di carico.

Il programma conduce quindi un'analisi non lineare a controllo di forza incrementando le azioni agenti fino ad ottenere il collasso della fondazione.

Al fine di verificare la compatibilità delle deformazioni del terreno, che in campo plastico possono diventare molto elevate, con la effettiva capacità di redistribuzione della fondazione, durante l'analisi viene limitata la rotazione tra i vari punti della stessa. Il raggiungimento di una prefissata rotazione ultima individua il criterio per la determinazione del moltiplicatore di collasso.

Tale modalità di analisi risulta descritta anche nel codice FEMA 356, codice di indubbio valore internazionale, a cui può farsi riferimento come previsto dal Cap. 12 della **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Nella fattispecie i valori minimi del moltiplicatore dei carichi è pari a 1.050 allo SLV. Le verifiche di portanza risultano soddisfatte.

PORTANZA GLOBALE - MOLTIPLICATORI DI COLLASSO - SLU										
Comb N.ro	DRENATE				NON DRENATE				RISULTATI	
	Risult (t)	Resist (t)	Moltip. Collasso	%Pl. Moll	Risult (t)	Resist (t)	Moltip. Collasso	%Pl. Moll	Moltip. Minimo	STATUS (m)
A1 / 1	889	933	1.050	0					1.050	OK
A1 / 2	963	1011	1.050	0						OK
A1 / 3	889	933	1.050	0						OK
A1 / 4	963	1011	1.050	0						OK
A1 / 5	871	914	1.050	0						OK
A1 / 6	889	933	1.050	0						OK
A1 / 7	963	1011	1.050	0						OK
A1 / 8	871	914	1.050	0						OK
A1 / 9	569	2453	4.313	45						OK
A1 / 10	569	2453	4.313	45						OK
A1 / 11	569	2453	4.313	45						OK
A1 / 12	569	2453	4.313	45						OK
A1 / 13	569	2453	4.313	45						OK
A1 / 14	569	2453	4.313	45						OK
A1 / 15	569	2453	4.313	44						OK
A1 / 16	569	2453	4.313	44						OK
A1 / 17	569	2453	4.313	46						OK
A1 / 18	569	2453	4.313	46						OK
A1 / 19	569	2453	4.313	46						OK
A1 / 20	569	2453	4.313	46						OK
A1 / 21	569	2453	4.313	46						OK
A1 / 22	569	2453	4.313	46						OK
A1 / 23	569	2453	4.313	46						OK
A1 / 24	569	2453	4.313	46						OK
A1 / 25	569	2453	4.313	0						OK

PORTANZA GLOBALE - MOLTIPLICATORI DI COLLASSO - SLU										
Comb N.ro	DRENATE				NON DRENATE				RISULTATI	
	Risult (t)	Resist (t)	Moltip. Collasso	%Pl. Moll	Risult (t)	Resist (t)	Moltip. Collasso	%Pl. Moll	Moltip. Minimo	STATUS (m)
A1 / 26	569	2453	4.313	0						OK
A1 / 27	569	2453	4.313	0						OK
A1 / 28	569	2453	4.313	0						OK
A1 / 29	569	2453	4.313	0						OK
A1 / 30	569	2453	4.313	0						OK
A1 / 31	569	2453	4.313	0						OK
A1 / 32	569	2453	4.313	0						OK
A1 / 33	569	2453	4.313	0						OK
A1 / 34	569	2453	4.313	0						OK
A1 / 35	569	2453	4.313	0						OK
A1 / 36	569	2453	4.313	0						OK
A1 / 37	569	2453	4.313	0						OK
A1 / 38	569	2453	4.313	0						OK
A1 / 39	569	2453	4.313	0						OK
A1 / 40	569	2453	4.313	0						OK

## 14 VERIFICA DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI

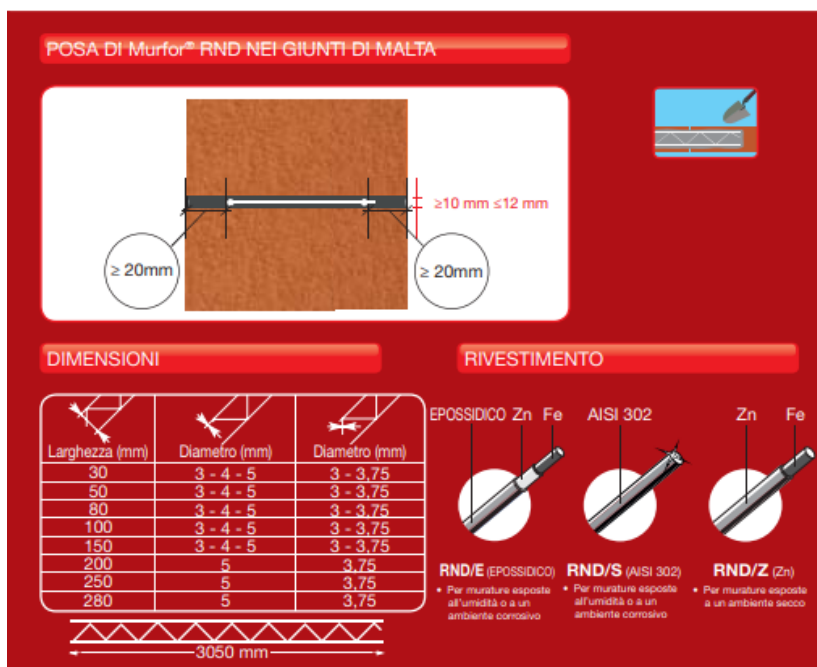
### 14.1 Generalità

Per le pareti di tamponamento esterno dei telai sono realizzati con blocchi di laterizio Porton tipo termoisolati le cui caratteristiche sono riportate al par. 6.2.1.

Per questi elementi non strutturali saranno adottati i magisteri atti ad evitare la possibile espulsione sotto l'azione della Fa (di cui al par. 7.2.3 delle NTC2018) corrispondente allo SL e alla CU considerati nella presente relazione di calcolo.

In particolare i blocchi porton utilizzati verranno posti in opera interi fino a sotto la trave dove verrà collocato un pezzo speciale di adeguata altezza inserito a viva forza in modo da vincolare la parete alla struttura portante al fine di impedirne il ribaltamento per effetto del sisma.

Nei ricordi di malta ad interasse verticale di circa 50 cm verrà posizionato un traliccio metallico tipo Murfor o similare di larghezza 250 mm costituito da due fili correnti Ø5mm ed elementi "di parete" Ø3.75 mm.



Si riporta qui di seguito il calcolo di vulnerabilità della specchiatura di parete lunga sul lato esterno del manufatto.

### 14.1.1 Tamponatura esterna $s=40\text{cm}$

Verifica Sismica Tamponamento - NTC 2018 e Circolare n.7/2019

#### Geometria Tamponamento

L	5.44 m	Distanza max fra due pilastri consecutivi
h	4.60 m	Altezza parete
H	5.85 m	Altezza della costruzione misurata a partire dal piano della fondazione
$Z_{g\_parete}$	3.00 m	Quota del baricentro dell'elemento non strutturale misurata a partire dal piano di fondazione

#### Caratteristica Tamponamento

$\rho_m$	800.00 kg/m <sup>3</sup>	Densità media muratura
$S_m$	40.00 cm	Spessore blocco
$J_m$	533,333.33 cm <sup>4</sup> /m	Momento d'inerzia muratura a metro lineare
	0.005333333 m <sup>4</sup> /m	
$E_m$	46,000,000.00 N/cm <sup>2</sup>	Modulo di elasticità muratura - da sito poroton per blocchi forati P800
	4.60E+11 N/m <sup>2</sup>	

**PROGETTO DEFINITIVO  
Centrale idrica tipologico - Relazione di Calcolo**

COMMESSA IV01      LOTTO 00      CODIFICA D 26 CL      DOCUMENTO FA0002 001      REV. A      FOGLIO 106 di 105

$\rho_{intonaco}$	2,000.00	kg/m <sup>3</sup>	Densità media intonaco
$S_{intonaco}$	2.00	cm	Spessore intonaco
$\rho_{collante}$	0.00	kg/m <sup>3</sup>	Densità media coibente
$S_{collante}$	0.00	cm	Spessore coibente
$\rho_{rivestimento\_ext}$	0.00	kg/m <sup>3</sup>	Densità media blocco esterno di laterizio
$S_{rivestimento\_ext}$	0.00	cm	Spessore blocco laterizio esterno
$W_{aq}$	360.00	kg/m <sup>2</sup>	Peso parete a metro quadro
$W_a$	1,958.40	kg/m	Peso parete a metro lineare
$T_a$	0.01	s	Periodo fondamentale di vibrazione dell'elemento non strutturale valutato con la seguente formula

$$T_a = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{M}{K}} = \frac{2 \cdot h^2}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{W_a}{E_m \cdot J_m}}$$

**Valutazione Azione Sismica**

$V_N$	75.00	anni	
Classe d'uso	IV		
$C_U$	2.00		
$V_R$	150.00	anni	Periodo di riferimento per l'azione sismica
$a_{g\_SLV}$	0.195	g	
$S_S$	1.411		Categoria di sottosuolo
$S_T$	1.000		Categoria topografica
$S$	1.41		$S = S_T \cdot S_S$
$\alpha$	0.195		
$T_1$	0.175	s	Primo periodo di vibrazione della struttura
$a$	0.80		Parametro in accordo con il primo periodo di vibrazione della costruzione $T_1$ , vedi Tab C7.2.II
$b$	1.40		Parametro in accordo con il primo periodo di vibrazione della costruzione $T_1$ , vedi Tab C7.2.II
$a_p$	5.00		Parametro in accordo con il primo periodo di vibrazione della costruzione $T_1$ , vedi Tab C7.2.II
$T_a/T_1$	0.07		
$S_a$	0.479		§ C7.2.3 Circolare n.7/2019 formula C7.2.11
$q_a$	2.00		da Tab. C7.2.I Circolare n.7/2019
$F_a$	86.28	kg/m <sup>2</sup>	

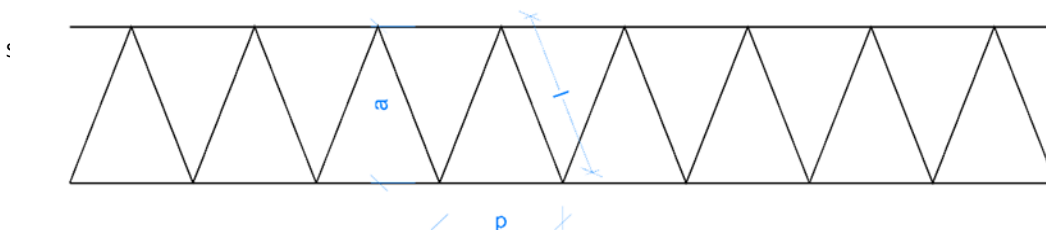
### Dimensionamento Armatura Traliccio

$i_{orizz}$	0.50 m	Interasse tra elementi di armatura orizzontali (ipotizzando di disporre un traliccio ogni tre corsi di muratura con $h_{poroton}=19$ cm)
$F_{a\_orizz}$	43.14 kg/m	Forza sismica orizzontale agente nel centro di massa dell'elemento non strutturale nella direzione più sfavorevole
$M_{Ed}$	1.28 kNm	Hp schema statico doppi semincastro
$f_{yk}$	450.00 N/mm <sup>2</sup>	B450C
$\gamma_s$	1.15	
$f_{yd}$	391.30 N/mm <sup>2</sup>	
$a_{orizz}$	250.00 mm	Larghezza traliccio orizzontale
$\phi_{orizz}$	5.00 mm	
$A_s$	19.63 mm <sup>2</sup>	
$M_{Rd\_orizz}$	1.82 kNm	
$F_{S_{orizz}}$	1.43	

### Verifica Ancoraggio Tralicci alla Struttura

$V_{Ed}$	1.17 kN	
$f_{yk}$	450.00 N/mm <sup>2</sup>	B450C
$\gamma_s$	1.15	
$f_{yd}$	391.30 N/mm <sup>2</sup>	
$\phi_{taglio}$	3.75 mm	
$A_v$	11.04 mm <sup>2</sup>	
$V_{Rd}$	2.50 kN	
$F_{S_{taglio}}$	2.13	

### Calcolo incidenza armatura tralicci a metro quadro di parete - PARETI ESTERNE



$\phi$	5.00 mm	Diametro armatura traliccio	
a	250.00 mm	Larghezza traliccio orizzontale	
p	500.00 mm	Passo armatura diagonale traliccio	$l = \sqrt{a^2 + (p/2)^2}$
l	353.55 mm	Lunghezza diagonale traliccio, calcolata come	
L <sub>TOT_1m</sub>	3,414.21 mm	Lunghezza diagonale barre di acciaio componenti un metro lineare di traliccio	
A <sub>s_TOT_1m</sub>	67.04 mm <sup>2</sup>	Area di acciaio componente un metro lineare di un singolo traliccio	
W <sub>s_TOT_1m</sub>	0.53 kg/m	Peso di acciaio componente un metro lineare di un singolo traliccio	
W <sub>s_TOT</sub>	1.05 kg/m <sup>2</sup>	Peso di acciaio presente in un metro quadrato di parete (ipotizzando di disporre un traliccio ogni due corsi di muratura con hleca=20cm)	

**Calcolo incidenza armatura trallici a metro quadro di parete - PARETI INTERNE - TIPO M3**

Vista la minore massa sismica caratterizzante le pareti interne del fabbricato,  
si assume anche per queste pareti di disporre la stessa tipologia di traliccio

W <sub>s_TOT</sub>	0.92 kg/m <sup>2</sup>	Peso di acciaio presente in un metro quadrato di parete (ipotizzando di disporre un traliccio ogni tre corsi di muratura con hporoton=19 cm)
--------------------	------------------------	---

La verifica risulta soddisfatta.

**15 GIUDIZIO MOTIVATO ACCETTABILITA' DEI RISULTATI**

**A titolo di esempio viene determinata in modo "manuale" l'entità del tagliante sismico al piede dell'edificio.**

Tenendo conto dei periodi propri della struttura, è possibile determinare il prodotto tra l'accelerazione spettrale S<sub>e</sub> e la massa modale eccitata W di ogni singolo periodo per ogni direzione di ingresso del sisma ottenendo un "tagliante" per le due direzioni principali X e Y.

Nella tabella che segue il calcolo è eseguito per lo **spettro elastico scalato** per il fattore di struttura q utilizzato nel calcolo globale della struttura.



FREQUENZE E MASSE ECCITATE								
Modo	Pulsazione	Periodo	Spettro di progetto X	Spettro di progetto Y	SISMA X		SISMA Y	
					Massa Mod	W x Se	Massa Mod	W x Se
N.ro	(rad/sec)	(sec)	SLV	SLV	Ecc. (t)		Ecc. (t)	
1	35.950	0.175	0.677	0.677	0.000	0.000	132.040	89.391
2	44.046	0.143	0.635	0.635	141.860	90.081	0.000	0.000
3	111.226	0.056	0.417	0.417	0.000	0.000	9.820	4.095
<b>TOTALE</b>						<b>90.081</b>		<b>89.485</b>

Nelle celle "TOTALE" per ogni direzione di ingresso del sisma è riportato il risultato della combinazione SRSS delle componenti W x S<sub>e</sub> determinate per ogni modo ovvero:

$$TOT = \sqrt{(\sum_i E^2)}$$

Il tagliante sismico determinato in automatico dal programma è pari a:

VARIAZIONI MASSE E RIGIDENZE DI PIANO															
Piano N.ro	Quota (m)	Peso (t)	Variaz. (%)	DIREZIONE X						DIREZIONE Y					
				Tagliante Comb.(t)	Tagliante modale(t)	Spost. (mm)	Klat. (t/m)	Variaz (%)	Teta	Tagliante Comb.(t)	Tagliante modale(t)	Spost. (mm)	Klat. (t/m)	Variaz (%)	Teta
1	5.45	141.86	0.0	90.14	90.14	3.21	28054	0.0	0.001	89.49	89.37	3.00	29778	0.0	0.001

Quindi dei rapporti tra tagliante calcolato "manualmente" e tagliante automatico da software pari a:

- Direzione X = 90.08/90.14 = 99.9%
- Direzione Y = 89.49/89.49 = 100%

Il confronto può definirsi quindi più che positivo.