

EMISSIONE	DATA	MODIFICHE
A	2017.11.10	PRIMA EMISSIONE
B	2018.06.15	EMISSIONE PER VERIFICA

## COMUNE DI CATANIA

### Completamento del Piano di Risanamento del Rione S. Berillo

Convenzione urbanistica del 16/11/2012 tra Comune di Catania e Istica s.p.a. - C.E.Co.S. s.r.l. -  
Risanamento San Berillo s.r.l.

OPERE DI URBANIZZAZIONE PRIMARIA - PARCHEGGI PUBBLICI INTERRATI CON SOVRASTANTE E  
ATTIGUA AREA A VERDE ATTREZZATO Vp1-Vp2

## PROGETTO ESECUTIVO

STRUTTURE

Relazione illustrativa e di calcolo

Tav: R15

Scala: --

### PROGETTAZIONE STRUTTURALE

Ing. Gabriele Correnti  
Piazza della Repubblica, 31  
95131 Catania  
tel. 095.533423  
ingcorrenti@libero.it



## Sommario

1. PREMESSE .....	3
2. NORMATIVA.....	3
3. PARCHEGGIO PUBBLICO .....	3
3.1. Descrizione della struttura.....	3
3.2. Modellazione strutturale .....	4
3.3. Principali dati di carico .....	4
3.4. Tipo di analisi svolta .....	6
4. OPERE IDRAULICHE.....	6
4.1. Descrizione delle strutture.....	6
4.2. Modellazione strutturale .....	7
4.3. Principali dati di carico .....	8
4.4. Tipo di analisi svolta .....	10
5. Metodologie per l'analisi strutturale:.....	11
6. Materiali.....	11
7. Note geotecniche.....	28
8. Origine e Caratteristiche del Codice di Calcolo .....	28
9. Affidabilità del codice utilizzato.....	28
10. Scelta del codice .....	29
11. Informazioni generali sull'elaborazione .....	29
12. Giudizio motivato di accettabilità dei risultati .....	30
13. SINTESI SCHEMI GRAFICI dei risultati .....	31
13.1. PARCHEGGIO .....	31
13.2. OPERE IDRAULICHE .....	54

**Comune di Catania**  
Completamento del piano di risanamento del rione San Berillo  
*PROGETTO ESECUTIVO – OPERE DI URBANIZZAZIONE PRIMARIA – Vp1 e Vp2*  
*Relazione illustrativa e di calcolo*

---

13.2.1.	VASCA IN C.A. ....	54
13.2.2.	POZZETTO P.I. 6.....	61

## **1. PREMESSE**

La presente relazione generale di calcolo strutturale si riferisce alle opere di urbanizzazione da realizzare nell'ambito del completamento del piano di risanamento del rione San Berillo di Catania.

Le opere strutturali previste sono le seguenti:

- Parcheggio multipiano interrato su Piazza della Repubblica;
- Opere idrauliche (vasche, pozzetti, accessori).

## **2. NORMATIVA**

- Legge n° 1086 del 5 Novembre 1971. Norme tecniche per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge n° 64 del 2 Febbraio 1974. Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. 14.01.2008. Norme tecniche per le costruzioni.
- Circolare del 2 Febbraio 2009, n. 617 . Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- Eurocodici.

## **3. PARCHEGGIO PUBBLICO**

### **3.1. DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA**

La struttura prevista in progetto si compone, di tre piani interrati e di una copertura (praticabile, con giardino pensile).

La struttura è costituita da platea, pilastri, travi, setti e piastre in c.a. eseguiti in opera.

Tutte le coperture sono piane.

La conformazione planimetrica della struttura è a "L".

Non sono previsti corpi di fabbrica contigui.

La fondazione è costituita da platea in c.a. dimensionata per indurre sul terreno una tensione massima pari a 1,97 kg/cmq.

I metodi di calcolo utilizzati sono quelli usuali della scienza e della tecnica delle costruzioni.

Le verifiche dei materiali sono state eseguite secondo il metodo degli Stati Limite.

### **3.2. MODELLAZIONE STRUTTURALE**

Per il calcolo è stato utilizzato il codice WinStrand di Enexsys s.r.l.. Il modello di calcolo è riconducibile ad un sistema misto telaio-parete. La struttura è stata modellata mediante elementi shell, per quanto riguarda la platea di fondazione e i setti perimetrali, mentre, per quanto riguarda i pilastri e le travi in elevazione, sono stati utilizzati elementi di tipo beam. Le solette delle rampe, nonché le coperture delle stesse e le coperture delle zone di areazione, non sono state modellate ma se ne è tenuto conto attraverso le “aree di carico”.

Nel calcolo è stata utilizzata un’analisi statica lineare in quanto la continuità parete/terreno non consente alla struttura di avere oscillazioni, al di là di quelle legate all’assestamento dei moti sismici del terreno adiacente. Quindi, ai fini sismici è stato considerato solo l’incremento di spinta delle terre sui setti perimetrali e della spinta idraulica sui setti dei locali riserva idrica.

La struttura è stata calcolata in campo elastico, adottando un fattore di struttura unitario **q=1**.

### **3.3. PRINCIPALI DATI DI CARICO**

Carichi permanenti non strutturali:

Platea	1,02 t/mq
Piastre livello -2 e -1	0,55 t/mq
Piastra livello 0 (Terreno H=3,00 ml)	5,45 t/mq
Piastra livello 0 (Terreno H=2,00 ml)	3,85 t/mq
Piastra livello 0 (Terreno H=1,00 ml)	2,25 t/mq
Grigliato di cop. Aerazione	0,34 t/mq

**Comune di Catania**  
 Completamento del piano di risanamento del rione San Berillo  
**PROGETTO ESECUTIVO – OPERE DI URBANIZZAZIONE PRIMARIA – Vp1 e Vp2**  
*Relazione illustrativa e di calcolo*

Piastre di copertura scale 0,45 t/mq

Piastre di copertura rampe 0,69 t/mq

**Carichi variabili:**

Platea e piastre livello -2 e -1 0,25 t/mq

Piastra livello 0 e zona scale 0,40 t/mq

Copertura non praticabile 0,10 t/mq

Mezzi d'opera 2,00 t/mq

(nei tebulati di calcolo si ritroverà il valore di 1,00 t/mq in considerazione della ripartizione sulla piastra di copertura del carico agente sul terrapieno h=1,00 m., che è da considerare la condizione più gravosa per la struttura)

**Spinta delle terre:**

Spinta in assenza di sisma da 0,00 a 9,00 t/mq

Spinta dovuta al sovraccarico 0,61 t/mq (per 2,00 t/mq)

0,15 t/mq (per 0,50 t/mq)

Incremento di spinta dovuto al sisma da 1,89 a 0,00 t/mq

**Peso e Spinta dell'acqua:**

Peso dell'acqua (H=2,90 m.) 2,90 t/mq

Spinta dell'acqua da 0,00 a 2,90 t/mq

Ai fini del calcolo dell'incremento di spinta delle terre in condizioni sismiche sono stati considerati i seguenti coefficienti di partecipazione delle masse.

COEFFICIENTI DI PARTECIPAZIONE PER CALCOLO MASSE IN SISMA			
Peso proprio			1.0
Carichi permanenti			1.0
Variabile amb. susc. di affoll. e Parcheggio			0.6
Variabili copertura non praticabile			0.0
Variabile sul terreno			0,6
Spinta delle Terre			0.0
Peso e Spinta dell'acqua			1.2
			(For. 2.5.5)
			(Tab. 2.5.1)

DIREZIONI PRINCIPALI DI INGRESSO DEL SISMA	
X +	0°
X -	180°
Y +	90°
Y -	270°
Verticale	No

### **3.4. TIPO DI ANALISI SVOLTA**

Il tipo di analisi svolta è quella statica lineare.

## **4. OPERE IDRAULICHE**

### **4.1. DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE**

Le opere idrauliche previste in progetto sono le seguenti:

- Pozzetto PI6 (dimensioni interne 1,50 x 1,50 x 2,57 m);
- Pozzetto PII2 (dimensioni interne 1,50 x 1,50 x 1,83 m);
- Pozzetto PCm1 (dimensioni interne 0,80 x 0,80 x 0,90 m);
- Pozzetto PCm2 (dimensioni interne 1,50 x 1,50 x 0,78 m);
- Vasca in c.a. (dimensioni interne 8,50 x 11,00 x 2,25 m).

### **POZZETTI**

Per quanto riguarda i pozzetti, ai fini del calcolo strutturale, è stato modellato e verificato il pozzetto PI6, che ha le dimensioni maggiori, sia in pianta che in altezza, fra quelli previsti in progetto. Con buon margine di sicurezza, i valori desunti dal calcolo saranno estesi anche agli altri pozzetti, aventi impegno strutturale più contenuto.

Il pozzetto è totalmente interrato; si compone di platea, setti e piastra di copertura, tutti di spessore pari a 25 cm ed eseguiti in opera.

La fondazione è costituita da una platea in c.a. dimensionata per indurre sul terreno una tensione massima pari a 1,93 kg/cmq.

I metodi di calcolo utilizzati sono quelli usuali della scienza e della tecnica delle costruzioni.  
Le verifiche dei materiali sono state eseguite secondo il metodo degli Stati Limite.

#### **VASCA IN C.A.**

La vasca in c.a. è prevista completamente interrata; ha dimensioni interne in pianta pari a 8,50 x 11,00 m. ed un'altezza netta pari a 2,25 m.

Si tratta di una struttura a pareti, costituita da setti laterali spessi 30 cm, piastra di copertura dello spessore di 30 cm e da una platea dello spessore di 30 cm dimensionata per indurre sul terreno una tensione massima pari a 0,99 kg/cmq.

I metodi di calcolo utilizzati sono quelli usuali della scienza e della tecnica delle costruzioni.  
Le verifiche dei materiali sono state eseguite secondo il metodo degli Stati Limite.

#### **4.2. MODELLAZIONE STRUTTURALE**

Per il calcolo delle strutture è stato utilizzato il codice WinStrand di Enexsys s.r.l..

Il modello di calcolo è riconducibile ad un sistema a parete. Le strutture sono state modellate mediante elementi shell, per quanto riguarda le platee di fondazione, le piastre di copertura e i setti perimetrali.

Per quanto attiene l'interazione terreno-struttura, è stato ipotizzato un comportamento del suolo alla "Winkler", con costante elastica commisurata alla tipologia del terreno.

Nel calcolo è stata utilizzata un'analisi statica lineare in quanto la continuità parete/terreno non consente ai pozzetti ed alle vasche (totalmente interrate) di avere oscillazioni, al di là di quelle legate all'assestamento dei moti sismici del terreno adiacente. Quindi, ai fini sismici è stato considerato solo l'incremento di spinta delle terre e la spinta idraulica sui setti perimetrali.

Le strutture sono state calcolate in campo elastico, adottando un fattore di struttura unitario **q=1**.



I modelli delle strutture vengono creati automaticamente dal codice di calcolo, individuando i vari elementi strutturali e fornendo loro caratteristiche geometriche e meccaniche.

#### **4.3. PRINCIPALI DATI DI CARICO**

Le strutture del **pozzetto** e della **vasca** risultano essere soggette, oltre che ai pesi propri e ai carichi verticali, anche alle spinte delle terre e alle spinte idrauliche.

La spinta delle terre questa viene valutata attraverso la teoria della meccanica del terreno. Per tener conto dell'incremento di spinta dovuto al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (vedi foglio di calcolo presente nel tabulato di calcolo).

L'acqua contenuta nel pozzetto e nella vasca genera una pressione uniforme sul fondo e una pressione idrostatica sulle pareti. La pressione sul fondo viene calcolata secondo le note leggi della meccanica dei fluidi, che stabiliscono che la pressione risulta essere proporzionale al peso specifico del liquido e all'altezza della vasca.

La pressione idrostatica, che viene esercitata dal liquido su tutta l'altezza delle pareti della vasca, viene definita con la nota relazione:

$$p = \rho \times g \times h$$

dove:

$g$  = accelerazione di gravità;

$\rho$  = densità del liquido;

$h$  = profondità della vasca.

Le azioni inerziali dell'acqua in sisma, sono assimilate ad una distribuzione continua di pressione sulla parete di intensità pari a:

$$P = C \times \gamma \times c \times y_0$$

Dove:

$C$  = intensità sismica pari a  $a_g/g \times F_0 = 0,246 \times 2,458 = 0,605$ ;

$\gamma$  = peso unità di volume dell'acqua nel nostro caso 1.000 kg/mc;

$c$  = coefficiente di pressione determinato secondo la seguente formula;

$y_{0-vasca}$  = quota del punto più depresso pari a 2,25 m.;

$y_{0-pozzetto}$  = quota del punto più depresso pari a 2,57 m.;

Il valore di c viene calcolato secondo la seguente formula:

$$c = c_m/2 \times [y/y_0 \times (2 - y/y_0) + ((y/y_0) \times (1 - y/y_0))^{0,5}]$$

dove

$$c_m = 0,65$$

quindi,

$$c_{\text{pozzetto}} = 0,32$$

$$c_{\text{vasca}} = 0,32$$

In definitiva, la pressione inerziale è pari a:

$$P_{\text{pozzetto}} = 0,605 \times 1.000 \times 0,32 \times 2,57 = 498 \text{ kg/mq}$$

$$P_{\text{vasca}} = 0,605 \times 1.000 \times 0,32 \times 2,25 = 436 \text{ kg/mq}$$

Quindi, in sisma, la spinta dell'acqua a metro risulta essere pari alla spinta idrostatica + la spinta inerziale:

$$P_{\text{sisma\_tot\_pozzetto}} = 2.570 + 498 = 3.068 \text{ kg/m}$$

$$P_{\text{sisma\_tot\_vasca}} = 2.250 + 436 = 2.686 \text{ kg/m}$$

A vantaggio di sicurezza, nel calcolo del pozzetto e della vasca, la spinta dell'acqua in sisma è stata valutata considerando un incremento del 20% della spinta idrostatica, pari a:

$$P_{\text{sisma\_tot\_pozzetto}} = 2.750 \times 1,20 = 3.300 \text{ kg/m}$$

$$P_{\text{sisma\_tot\_vasca}} = 2.250 \times 1,20 = 2.700 \text{ kg/m}$$

Per quanto riguarda le combinazioni di carico, sono state considerate le condizioni di pozzetto/vasca vuota e piena, sia in condizione statiche che sismiche.

Per pozzetto/vasca vuota, oltre ai carichi dovuti ai pesi propri, è stata considerata la spinta delle terre agente sulle pareti, mentre, nel caso di pozzetto/vasca piena, sono state considerate anche le pressioni sul fondo e la spinta dovuta all'acqua.

Ai fini del dimensionamento strutturale la condizione dimensionante per le pareti è sicuramente quella di pozzetto/vasca vuota.

Carichi permanenti non strutturali:

Piastre di copertura Pozzetto (Ricoprimento s=30 cm)	0,48 t/mq
--	-----------

Piastre di copertura Vasca (Ricoprimento s=100 cm)	1,60 t/mq
--	-----------

Carichi variabili:

Piastra di copertura Pozzetto e Vasca	0,50 t/mq
---------------------------------------	-----------

Spinta delle terre:

Spinta in assenza di sisma	da 0,00 a 1,66 t/mq
Spinta dovuta al sovraccarico	0,18 t/mq (per 0,50 t/mq)
Incremento di spinta dovuto al sisma	da 0,32 a 0,00 t/mq

Peso e Spinta dell'acqua:

Peso dell'acqua - Pozzetto (H=2,57 m.)	2,57 t/mq
Peso dell'acqua - Vasca (H=2,25 m.)	2,25 t/mq
Spinta dell'acqua - Pozzetto	da 0,00 a 2,57 t/mq
Spinta dell'acqua - Vasca	da 0,00 a 2,25 t/mq

Ai fini del calcolo dell'incremento di spinta delle terre in condizioni sismiche sono stati considerati i seguenti coefficienti di partecipazione delle masse.

COEFFICIENTI DI PARTECIPAZIONE PER CALCOLO MASSE IN SISMA			
Peso proprio			1.0
Carichi permanenti			1.0
Variabile sul terreno			0,6
Spinta delle Terre			0.0
Peso e Spinta dell'acqua			1.2
			(For. 2.5.5)
			(Tab. 2.5.I)

DIREZIONI PRINCIPALI DI INGRESSO DEL SISMA	
X +	0°
X -	180°
Y +	90°
Y -	270°
Verticale	No

#### 4.4. TIPO DI ANALISI SVOLTA

Il tipo di analisi svolta è quella statica lineare.

## **5. METODOLOGIE PER L'ANALISI STRUTTURALE:**

Il comportamento delle strutture interrato soggette ad azioni sismiche, deve essere affrontato in maniera diversa rispetto alle strutture in elevazione. Infatti mentre per quest'ultime il loro comportamento è regolato dalle caratteristiche inerziali della struttura, per le strutture interrate la risposta dinamica è funzione della risposta deformativa del terreno circostante e della loro interazione cinematica. In sostanza, per le strutture interrate l'inerzia propria risulta essere trascurabile rispetto a quella del terreno circostante.

L'incremento di carico indotto dal sisma sulla struttura interrata, nel nostro caso, è stato determinato mediante un approccio pseudo-statico in cui l'input sismico è stato simulato tramite una forza d'inerzia equivalente (incremento di spinta delle terre in condizioni sismiche) agente staticamente sulla struttura.

## **6. MATERIALI**

Di seguito si riportano le informazioni relative ai materiali impiegati, alle loro modalità di posa in opera e ai valori di calcolo.

Per la realizzazione dell'opere in oggetto saranno impiegati i seguenti materiali:

### **PARCHEGGIO:**

Calcestruzzo fondazione	C25/30
Calcestruzzo elevazione	C32/40
Acciaio per c.a.	B450C
Acciaio carpenteria metallica	S275JR zincato a caldo

### **OPERE IDRAULICHE:**

Calcestruzzo fondazione	C25/30
Calcestruzzo elevazione	C25/30
Acciaio per c.a.	B450C

# Comune di Catania

## Completamento del piano di risanamento del rione San Berillo

### PROGETTO ESECUTIVO – OPERE DI URBANIZZAZIONE PRIMARIA – Vp1 e Vp2

#### Relazione illustrativa e di calcolo

San Berillo - Parcheggio Pubblico											
Relazione sui materiali (Cap. 11 NTC08)											
1. Caratteristiche del calcestruzzo strutturale											
Di seguito si riportano le caratteristiche dei calcestruzzi in funzione di elemento strutturale, resistenza ed esposizione											
			Contenuto minimo di cemento			Copriferro nominale	Interferro	Diametro max aggregato	Rapporto acqua/cemento		
		Classe di resistenza	[kg/mc]	Classe di esposizione	Classe di Consistenza	Classe di Resistenza al fuoco	[mm]	[mm]	D <sub>max</sub> [mm]	Racc.	Cons.
Elemento strutturale	Norma di riferimento	DM 14.01.08 Punto 4.1	UNI EN 206-1:2006 Prosp. F1	UNI EN 206-1:2006 Prosp. F1 UNI EN 1992-1-1:2005 Prosp. 4.3N	Valori consigliati	DM 16/02/2007	UNI EN 1992-1-1:2005 Punto 4.4.1	UNI EN 1992-1-1:2005 Punto 8.2	UNI EN 1992-1-1:2005 Punto 8.2 UNI EN 206-1:2006 Punto 5.2.3.1	UNI EN 206-1:2006 Prosp. F1	Valori consigliati
	Platea	C25/30	280	XC2	S4	REI 120*	35	30	25	0,60	0,55
	Setti e Muri	C32/40	320	XC1	S4	REI 120	35	30	25	0,60	0,55
	Pilastri	C32/40	320	XC1	S4	REI 120	50	30	25	0,60	0,55
	Travi Intercapedine	C32/40	320	XC1	S4	REI 90	40	30	25	0,60	0,55
	Travi Rampe	C32/40	320	XC1	S4	REI 120	55	30	25	0,60	0,55
	Piastra intermedie	C32/40	320	XC1	S4	REI 90	30	30	25	0,60	0,55
	Piastra copertura	C32/40	320	XC1	S4	REI 120	40	30	25	0,60	0,55
	Classe di Consistenza										
	Valori consigliati	S2	Plastica	Cordoli, fognature							
	S3	Semifluida	Scale, rampe, coperture inclinate								
	S4	Fluida	Fondazioni, pareti, pilastri, travi, solai								
	S5	Superfluida	Strutture sottili, solette molto amate, pavimentazioni								
Copriferro (secondo UNI EN 1992-1-1:2005 Punto 4.4.1)											
			Platea	Setti e Muri	Pilastri	Travi Intercapedine	Travi Rampe	Piastra intermedie	Piastra copertura		
	φ	[mm]	20	16	20	20	16	16	20	Diametro massimo delle bare	
	C <sub>min,b</sub>	[mm]	20	16	20	20	16	16	20	Minimo per aderenza (Prosp. 4.2)	
	C <sub>min,dur</sub>	[mm]	25	15	15	15	15	15	15	Minimo per condizioni ambientali (Prosp. 4.4N)	
	ΔC <sub>durz</sub>	[mm]	0	0	0	0	0	0	0	Margine di sicurezza	
	C <sub>min</sub>	[mm]	25	16	20	20	16	16	20	Copriferro minimo	
	ΔC <sub>dev</sub>	[mm]	10	10	10	10	10	10	10	Margine di progetto	
	C <sub>nom</sub> = C <sub>min</sub> + ΔC <sub>dev</sub>	[mm]	35	26	30	30	26	26	30	Copriferro nominale	
Copriferro (secondo NTC08 C.4.1.6.1.3)											
			Platea	Setti e Muri	Pilastri	Travi Intercapedine	Travi Rampe	Piastra intermedie	Piastra copertura		
	Classe di resistenza		C25/30	C32/40	C32/40	C32/40	C32/40	C32/40	C32/40		
	Ambiente		Ordinario	Ordinario	Ordinario	Ordinario	Ordinario	Ordinario	Ordinario		
	C <sub>min</sub>	[mm]	20	20	25	20	20	20	20	Copriferro minimo	
	ΔC <sub>dev</sub>	[mm]	10	10	10	10	10	10	10	Margine di progetto	
	C <sub>nom</sub> = C <sub>min</sub> + ΔC <sub>dev</sub>	[mm]	30	30	35	30	30	30	30	Copriferro nominale	
	REI		120*	120	120	90	120	90	120	Classe di resistenza al fuoco	
			30	35	50	40	55	30	40	Copriferro per resistenza al fuoco	
	Copriferro di progetto	[mm]	35	35	50	40	55	30	40		
Interferro											
			Platea	Setti e Muri	Pilastri	Travi Intercapedine	Travi Rampe	Piastra intermedie	Piastra copertura		
	φ	[mm]	20	16	20	20	16	16	20	Diametro massimo delle bare	
	Interferro minimo	[mm]	20	20	20	20	20	20	20		
	Interferro	[mm]	30	30	30	30	30	30	30		
Diametro massimo dell'aggregato											
	Interferro - 5 mm	[mm]	25	25	25	25	25	25	25		
	C <sub>nom</sub> x 1,3	[mm]	46	46	65	52	72	39	52		
	D <sub>max</sub>	[mm]	25	25	25	25	25	25	25		
	20 < D <sub>max</sub> < 32	(UNI EN 206-1:2006 App. F)								Verificato	
Resistenza caratteristica del calcestruzzo											
	Classe di resistenza		C25/30	C32/40							
	f <sub>ck</sub>	[N/mmq]	25	32							
	R <sub>ck</sub> = f <sub>ck</sub> / 0,83	[N/mmq]	30	39							
	f <sub>ctm</sub> = f <sub>ck</sub> + 8	[N/mmq]	33	40							
	f <sub>ctm</sub> = 0,30 x f <sub>ck</sub> <sup>2/3</sup>	[N/mmq]	2,56	3,02							
	E <sub>cm</sub> = 22.000 x (f <sub>cm</sub> /10) <sup>0,3</sup>	[N/mmq]	31.476	33.346							
2. Caratteristiche dell'acciaio per cemento armato											
	B450C	(NTC08 Punto 11.3.2)									
	Resistenza caratteristica di snervamento		f <sub>y nom</sub>	450	[N/mmq]						
	Resistenza caratteristica di rottura		f <sub>t nom</sub>	540	[N/mmq]						
	Diametro minimo del mandrino (UNI EN 206-1:2006 Punto 8.3)										
	4φ	(per φ <= 16 mm)									
	7φ	(per φ > 16 mm)									
3. Caratteristiche dell'acciaio per carpenteria											
	ACCIAIO ZINCATO		S275	(Tab. 11.3.IX)							
	Modulo di elasticità	E	=	2.100.000	kg/cmq						
	Tensione snerv. car.	f <sub>yk</sub>	=	2.750	kg/cmq						
	Tensione rottura car.	f <sub>tk</sub>	=	4.300	kg/cmq						
	Peso specifico	ρ <sub>k</sub>	=	7.850	kg/mc						
	Coeff. di sicurezza	γ <sub>M0</sub>	=	1,05							
4. Certificazione dei materiali											
Per la certificazione dei materiali da utilizzare in opera, ci si dovrà attenere alle seguenti prescrizioni normative:											
1. Calcestruzzo strutturale	D.M. 14.01.08 (NTC08) - Capitolo 11 - Paragrafo 11.2										
2. Acciaio per cemento armato	D.M. 14.01.08 (NTC08) - Capitolo 11 - Paragrafo 11.3.2										
3. Acciaio per carpenteria	D.M. 14.01.08 (NTC08) - Capitolo 11 - Paragrafo 11.3.4.11.3										

**Comune di Catania**  
**Completamento del piano di risanamento del rione San Berillo**  
**PROGETTO ESECUTIVO – OPERE DI URBANIZZAZIONE PRIMARIA – Vp1 e Vp2**  
**Relazione illustrativa e di calcolo**

San Berillo - Opere Idrauliche										
Relazione sui materiali (Cap. 11 NTC08)										
1. Caratteristiche del calcestruzzo strutturale										
Di seguito si riportano le caratteristiche dei calcestruzzi in funzione di elemento strutturale, resistenza ed esposizione										
			Contenuto minimo di cemento			Copri ferro nominale	Interferro	Diametro max aggregato	Rapporto acqua/ cemento	
		Classe di resistenza	[kg/mc]	Classe di esposizione	Classe di Consistenza	[mm]	[mm]	D <sub>max</sub> [mm]	Racc.	Cons.
	Norma di riferimento	DM14.01.08 Punto 4.1	UNI EN 206-1:2006 Prosp. F1	UNI EN 206-1:2006 Prosp. F1 UNI EN 1992-1-1:2005 Prosp. 4.3N	Valori consigliati	UNI EN 1992-1-1:2005 Punto 4.4.1	UNI EN 1992-1-1:2005 Punto 8.2	UNI EN 1992-1-1:2005 Punto 8.2 UNI EN 206-1:2006 Punto 5.2.3.1	UNI EN 206-1:2006 Prosp. F1	Valori consigliati
Elemento strutturale	Placca	C25/30	280	XC2	S4	35	30	25	0,60	0,55
	Setti	C25/30	280	XC2	S4	35	30	25	0,60	0,55
	Piastra copertura	C25/30	280	XC2	S4	35	30	25	0,60	0,55
Classe di Consistenza										
	Valori consigliati	S2	Plastica	Cordoli, fognature						
		S3	Semifluida	Scale, rampe, coperture inclinate						
		S4	Fluida	Fondazioni, pareti, pilastri, travi, solai						
		S5	Superfluida	Strutture sottili, solette molto amate, pavimentazioni						
Copri ferro (secondo UNI EN 1992-1-1:2005 Punto 4.4.1)										
			Placca	Setti	Piastra copertura					
	φ	[mm]	14	14	14			Diametro massimo delle barre		
	C <sub>min,b</sub>	[mm]	14	14	14			Minimo per aderenza (Prosp. 4.2)		
	C <sub>min,dur</sub>	[mm]	25	25	25			Minimo per condizioni ambientali (Prosp. 4.4N)		
	ΔC <sub>dur</sub>	[mm]	0	0	0			Margine di sicurezza		
	C <sub>min</sub>	[mm]	25	25	25			Copri ferro minimo		
	ΔC <sub>dev</sub>	[mm]	10	10	10			Margine di progetto		
	C <sub>nom</sub> = C <sub>min</sub> + ΔC <sub>dev</sub>	[mm]	35	35	35			Copri ferro nominale		
Copri ferro (secondo NTC08 C.4.1.6.1.3)										
			Placca	Setti	Piastra copertura					
	Classe di resistenza		C25/30	C25/30	C25/30					
	Ambiente		Ordinario	Ordinario	Ordinario					
	C <sub>min</sub>	[mm]	20	20	20			Copri ferro minimo		
	ΔC <sub>dev</sub>	[mm]	10	10	10			Margine di progetto		
	C <sub>nom</sub> = C <sub>min</sub> + ΔC <sub>dev</sub>	[mm]	30	30	30			Copri ferro nominale		
	Copri ferro di progetto	[mm]	35	35	35					
Interferro										
			Placca	Setti	Piastra copertura					
	φ	[mm]	14	14	14			Diametro massimo delle barre		
	Interferro minimo	[mm]	20	20	20					
	Interferro	[mm]	30	30	30					
Diametro massimo dell'aggregato										
	Interferro - 5 mm	[mm]	25	25	25					
	C <sub>nom</sub> x 1,3	[mm]	46	46	46					
	D <sub>max</sub>	[mm]	25	25	25					
	20 < D <sub>max</sub> < 32	(UNI EN 206-1:2006 App. F)						Verificato		
Resistenza caratteristica del calcestruzzo										
	Classe di resistenza		C25/30							
	f <sub>ck</sub>	[N/mmq]	25					Resistenza a compressione cilindrica caract.		
	R <sub>ck</sub> = f <sub>ck</sub> / 0,83	[N/mmq]	30					Resistenza a compressione cubica caract.		
	f <sub>cm</sub> = f <sub>ck</sub> + 8	[N/mmq]	33					Resistenza a compressione cilindrica media		
	f <sub>ctm</sub> = 0,30 x f <sub>ck</sub> <sup>2/3</sup>	[N/mmq]	2,56					Resistenza a trazione media		
	E <sub>cm</sub> = 22.000 x (f <sub>cm</sub> /10) <sup>0,3</sup>	[N/mmq]	31.476					Modulo elastico		
2. Caratteristiche dell'acciaio per cemento armato										
	B450C	(NTC08 Punto 11.3.2)								
	Resistenza caratteristica di snervamento		f <sub>y nom</sub>	450	[N/mmq]					
	Resistenza caratteristica di rottura		f <sub>t nom</sub>	540	[N/mmq]					
	Diametro minimo del mandrino (UNI EN 206-1:2006 Punto 8.3)									
	4φ	(per φ ≤ 16 mm)								
	7φ	(per φ > 16 mm)								
3. Certificazione dei materiali										
	Per la certificazione dei materiali da utilizzare in opera, ci si dovrà attenere alle seguenti prescrizioni normative:									
	1. Calcestruzzo strutturale	D.M. 14.01.08 (NTC08) - Capitolo 11 - Paragrafo 11.2								
	2. Acciaio per cemento armato	D.M. 14.01.08 (NTC08) - Capitolo 11 - Paragrafo 11.3.2								

## REQUISITI DEI MATERIALI COMPONENTI IL CALCESTRUZZO

Il calcestruzzo di cemento è un impasto con acqua, di determinate parti di cemento, ghiaia e sabbia.

I materiali componenti il calcestruzzo non devono contenere sostanze nocive in quantità tali che possano compromettere la durabilità del calcestruzzo o causare corrosione dell'armatura e devono essere idonei all'impiego previsto nel calcestruzzo.

Se per un materiale componente è stabilita una idoneità generale, ciò non implica che essa valga in ogni situazione e per ogni composizione del calcestruzzo.

Nel calcestruzzo conforme alla EN 206-1 devono essere utilizzati solo i componenti di idoneità accertata per la specifica applicazione.

Qualora per un particolare materiale componente non vi sia una norma europea che si riferisca specificatamente al suo utilizzo nel calcestruzzo conforme alla EN 206-1, o qualora vi sia già una norma europea che non includa il particolare componente, o qualora il componente si scosti significativamente dalla norma europea, l'accertamento dell'idoneità può risultare da:

- un benessere tecnico europeo che si riferisce specificatamente all'utilizzo del materiale componente nel calcestruzzo conforme alla EN 206-1;
- norme o disposizioni nazionali pertinenti, valide nel luogo d'impiego del calcestruzzo, che si riferiscono specificatamente all'utilizzo del materiale componente nel calcestruzzo conforme alla EN 206-1.

### *Cemento*

Il cemento è un legante idraulico, ossia un materiale inorganico finemente macinato che, quando mescolato con acqua, forma una pasta che fa presa e indurisce a seguito di reazioni e processi d'idratazione e che, una volta indurita, mantiene la sua resistenza e la sua stabilità anche sott'acqua.

Il cemento conforme alla EN 197-1, definito cemento CEM, opportunamente dosato e miscelato con aggregato e acqua, deve essere in grado di produrre una malta o un calcestruzzo capace di conservare la lavorabilità per un periodo di tempo sufficiente e di raggiungere, dopo determinati periodi, livelli di resistenza meccanica prestabiliti nonché di possedere una stabilità di volume a lungo termine.

L'indurimento idraulico del cemento CEM è dovuto principalmente all'idratazione dei silicati di calcio, ma anche di altri composti chimici, per esempio gli alluminati, possono

partecipare al processo di indurimento. La somma dei contenuti di ossido di calcio (CaO) reattivo e ossido di silicio (SiO<sub>2</sub>) reattivo nel cemento CEM deve essere almeno il 50% in massa quando i contenuti percentuali sono determinati in accordo alla EN 196-2.

I cementi CEM sono costituiti da materiali differenti e di composizione statisticamente omogenea derivanti dalla qualità assicurata durante processi di produzione e manipolazione dei materiali.

Il collegamento tra questi processi di produzione e di manipolazione dei materiali e la conformità del cemento alla EN 197-1 è definito nella EN 197-2.

I cementi CEM sono raggruppati in cinque tipi principali di cemento:

- CEM I            cemento Portland
- CEM II        cemento Portland composito
- CEM III        cemento d’altoforno
- CEM IV        cemento pozzolanico
- CEM V        cemento composito

La scelta del tipo di cemento è stata fatta tenendo in considerazione:

- l’esecuzione dell’opera;
- l’uso finale del calcestruzzo;
- le condizioni di maturazione (per esempio trattamento termico);
- le dimensioni della struttura (lo sviluppo di calore);
- le condizioni ambientali alle quali la struttura sarà esposta;
- la potenziale reattività degli aggregati agli alcali provenienti dai componenti.

#### *Aggregati (Sabbia e Ghiaia)*

Sono considerati idonei:

- gli aggregati normali e pesanti conformi alla EN 12620;
- gli aggregati leggeri conformi alla EN 13055-1.

Il tipo di aggregato, la granulometria e le proprietà, per esempio appiattimento, resistenza al gelo-disgelo, resistenza all’abrasione, ecc., sono stati scelti considerando:

- l’esecuzione dell’opera;
- l’impiego finale del calcestruzzo;
- le condizioni ambientali alle quali il calcestruzzo sarà esposto;
- ogni requisito per l’aggregato esposto o per le finiture lavorate del calcestruzzo.



La dimensione massima nominale dell'aggregato ( $D_{max}$ ) deve essere scelta tenendo conto del copriferro e della larghezza della sezione minima.

La sabbia utilizzata nell'impasto deve essere viva con grani assortiti in grossezza da 0 a 7 mm, non proveniente da rocce in decomposizione, pulita, priva di materie organiche, melmose, terrose e di salsedine.

La ghiaia utilizzata nell'impasto deve contenere elementi assortiti di dimensioni fino a 15 mm; gli elementi devono essere resistenti e non gelivi, privi di sostanze estranee.

#### *Acqua d'impasto*

Sono considerate idonee l'acqua d'impasto e l'acqua di riciclo della produzione di calcestruzzo, conformi alla EN 1008.

L'acqua per gli impasti deve essere limpida, non contenere sali in percentuali dannose e non deve essere aggressiva (acqua potabile).

#### *Additivi*

Gli eventuali additivi utilizzati nell'impasto devono essere conformi alla EN 934-2.

La quantità totale di additivi, ove utilizzati, non deve superare il dosaggio massimo raccomandato dal produttore e non deve superare 50 g (nello stato di fornitura dell'additivo) per kg di cemento, a meno che non sia stabilita l'influenza di un più alto dosaggio sulle prestazioni e sulla durabilità del calcestruzzo.

L'uso di additivi in quantità minori di 2 g/kg di cemento è consentito solo se vengono dispersi in una parte dell'acqua d'impasto.

Qualora la quantità totale di additivi liquidi superi 3 l/m<sup>3</sup> di calcestruzzo, il suo contenuto d'acqua deve essere considerato nel calcolo del rapporto acqua/cemento.

Se vengono impiegati più additivi, la loro compatibilità deve essere controllata nelle prove iniziali.

#### *Classi di esposizione della struttura*

Le azioni dell'ambiente sulla struttura sono classificate come classi di esposizioni.

Nella tabella sottostante sono elencate le varie classi di esposizioni previste dalla EN 206-1.

Le classi di esposizione da scegliere dipendono dalle disposizioni valide nel luogo d'impiego

## Comune di Catania

### Completamento del piano di risanamento del rione San Berillo PROGETTO ESECUTIVO – OPERE DI URBANIZZAZIONE PRIMARIA – Vp1 e Vp2 Relazione illustrativa e di calcolo

del calcestruzzo. Questa classificazione dell'esposizione non esclude considerazioni in merito a condizioni speciali che possano esistere nel luogo di impiego del calcestruzzo o di misure protettive quali l'uso di acciaio inossidabile o altri metalli resistenti alla corrosione e l'uso di rivestimenti protettivi per il calcestruzzo o per l'armatura. Il calcestruzzo può essere soggetto a più di una delle azioni descritte nella tabella sottostante e può essere necessario esprimere le condizioni dell'ambiente alle quali esso è esposto come combinazione di classi di esposizione. Le diverse superfici di calcestruzzo di un dato componente strutturale possono essere soggette a diverse azioni ambientali. Nella tabella sottostante è riportato l'elenco delle classi di esposizione previste dalla EN 206-1.

#### Classi di esposizione

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione
<b>1 Assenza di rischio di corrosione o attacco</b>		
X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, abrasione o attacco chimico. Per calcestruzzo con armatura o inserti metallici: molto asciutto.	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria molto bassa
<b>2 Corrosione indotta da carbonatazione</b>		
Nel caso in cui il calcestruzzo contenente armature o inserti metallici sia esposto all'aria e all'umidità, l'esposizione sarà classificata nel modo seguente: Nota Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.		
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Calcestruzzo all'interno di edifici con bassa umidità relativa Calcestruzzo costantemente immerso in acqua
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo Molte fondazioni
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità relativa dell'aria moderata oppure elevata Calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia
XC4	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2
<b>3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare</b>		
Qualora il calcestruzzo contenente armature o altri inserti metallici sia soggetto al contatto con acqua contenente cloruri, inclusi i sali antigelo, con origine diversa dall'acqua di mare, l'esposizione sarà classificata come segue: Nota In riferimento alle condizioni di umidità vedere anche sezione 2 del presente prospetto.		
XD1	Umidità moderata	Superfici di calcestruzzo esposte a nebbia salina
XD2	Bagnato, raramente asciutto	Piscine Calcestruzzo esposto ad acque industriali contenenti cloruri
XD3	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Parti di ponti esposte a spruzzi contenenti cloruri Pavimentazioni Pavimentazioni di parcheggi
<b>4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare</b>		
Qualora il calcestruzzo contenente armature o altri inserti metallici sia soggetto al contatto con cloruri presenti nell'acqua di mare oppure con aria che trasporta sali derivanti dall'acqua di mare, l'esposizione sarà classificata come segue:		
XS1	Esposto a nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare	Strutture prossime oppure sulla costa
XS2	Permanentemente sommerso	Parti di strutture marine
XS3	Zone esposte alle onde oppure alla marea	Parti di strutture marine

**Comune di Catania**  
**Completamento del piano di risanamento del rione San Berillo**  
**PROGETTO ESECUTIVO – OPERE DI URBANIZZAZIONE PRIMARIA – Vp1 e Vp2**  
**Relazione illustrativa e di calcolo**

**Classi di esposizione (Continua)**

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione
<b>5 Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza sali disgelanti</b>		
Qualora il calcestruzzo bagnato sia esposto ad un attacco significativo dovuto a cicli di gelo/disgelo, l'esposizione sarà classificata come segue:		
XF1	Moderata saturazione d'acqua, senza impiego di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF2	Moderata saturazione d'acqua, con uso di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo di strutture stradali esposte al gelo e nebbia di agenti antigelo
XF3	Elevata saturazione d'acqua, senza agente antigelo	Superfici orizzontali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF4	Elevata saturazione d'acqua, con agente antigelo oppure acqua di mare	Strade e impalcati da ponte esposti agli agenti antigelo Superfici di calcestruzzo esposte direttamente a nebbia contenente agenti antigelo e al gelo
<b>6 Attacco chimico</b>		
Qualora il calcestruzzo sia esposto all'attacco chimico che si verifica nel terreno naturale e nell'acqua del terreno avente caratteristiche definite nel prospetto 2, l'esposizione verrà classificata come è indicato di seguito. La classificazione dell'acqua di mare dipende dalla località geografica; perciò si dovrà applicare la classificazione valida nel luogo di impiego del calcestruzzo.		
Nota Può essere necessario uno studio speciale per stabilire le condizioni di esposizione da applicare quando si è: - al di fuori dei limiti del prospetto 2; - in presenza di altri aggressivi chimici; - in presenza di terreni o acque inquinati da sostanze chimiche; - in presenza della combinazione di elevata velocità dell'acqua e delle sostanze chimiche del prospetto 2.		
XA1	Ambiente chimico debolmente aggressivo secondo il prospetto 2	
XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2	
XA3	Ambiente chimico fortemente aggressivo secondo il prospetto 2	

**Requisiti relativi alle classi di esposizione e valori limite di composizione del calcestruzzo**

I requisiti che deve possedere il calcestruzzo per resistere alle azioni ambientali vengono formulati in termini di valori limite per la composizione e le proprietà stabilite. Tali requisiti devono tenere conto della vita di esercizio prevista per le strutture in calcestruzzo.

I requisiti relativi al metodo di specificazioni della resistenza alle azioni ambientali vengono formulati in termini di proprietà del calcestruzzo prestabilite e di valori limite per la composizione.

I requisiti per ciascuna classe di esposizione devono essere specificati in termini di:

- tipi e classi permessi di materiali componenti;
- massimo rapporto acqua/cemento;
- dosaggio minimo di cemento;
- minima classe di resistenza a compressione del calcestruzzo (facoltativo);
- contenuto minimo di aria nel calcestruzzo (se pertinente).

I valori limiti raccomandati dalla Norma EN 206-1, sono riassunti nella seguente tabella.

## Comune di Catania

Completamento del piano di risanamento del rione San Berillo

PROGETTO ESECUTIVO – OPERE DI URBANIZZAZIONE PRIMARIA – Vp1 e Vp2

Relazione illustrativa e di calcolo

prospetto F.1 Valori limite raccomandati per la composizione e le proprietà del calcestruzzo

	Classi di esposizione																	
	Nessun rischio di corrosione o attacco	Corrosione da carbonatazione				Corrosione da cloruri						Attacco gelo/disgelo				Ambienti chimici aggressivi		
						Acqua marina			Altri cloruri (diversi dall'acqua di mare)									
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2
Rapporto massimo a/c	-	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,45	0,55	0,55	0,45	0,55	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45
Classe di resistenza minima	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45
Contenuto minimo di cemento (kg/m³)	-	260	280	280	300	300	320	340	300	300	320	300	300	320	340	300	320	360
Contenuto minimo di aria (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0 <sup>a)</sup>	4,0 <sup>a)</sup>	4,0 <sup>a)</sup>	-	-	-
Altri requisiti												Aggregati in accordo alla EN 12620 con sufficiente resistenza al gelo/disgelo				Cemento resistente ai solfati <sup>b)</sup>		
a)	Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, le sue prestazioni dovrebbero essere verificate conformemente ad un metodo di prova appropriato rispetto ad un calcestruzzo per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo per la relativa classe di esposizione.																	
b)	Qualora la presenza di SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> comporti le classi di esposizione XA2 e XA3, è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati. Se il cemento è classificato a moderata o ad alta resistenza ai solfati, il cemento dovrebbe essere utilizzato in classe di esposizione XA2 (e in classe di esposizione XA1 se applicabile) e il cemento ad alta resistenza, ai solfati dovrebbe essere utilizzato in classe di esposizione XA3.																	

### Classi di consistenza e requisiti del calcestruzzo fresco

La classificazione della consistenza del calcestruzzo viene fatta attraverso le classi di abbassamento al cono (slump) secondo quanto riportato nella tabella sottostante.

#### Classi di abbassamento al cono (slump)

Classe	Abbassamento al cono
S1	da 10 a 40
S2	da 50 a 90
S3	da 100 a 150
S4	da 160 a 210
S5 <sup>1)</sup>	≥220

Qualora si debba determinare la consistenza del calcestruzzo, tale requisito specificato si applica al momento dell'uso del calcestruzzo ovvero, nel caso di calcestruzzo preconfezionato, al momento della consegna.

Se il calcestruzzo viene consegnato con autobetoniera o con un mezzo agitatore, la consistenza può essere misurata su un campione unico prelevato all'inizio dello scarico.

Detto campione unico dovrà essere prelevato dopo avere scaricato circa 0,3 m<sup>3</sup> di calcestruzzo in accordo alla EN 12350-1.

## **PRESCRIZIONI ESECUTIVE**

In fase esecutiva, relativamente al calcestruzzo ed all'acciaio in tondini per c.a. si prescrive l'uso dei seguenti materiali:

### **Calcestruzzo armato per platea parcheggio, pozzetti e vasca:**

Cemento:	CEM I (cemento Portland)
classe di esposizione:	XC2
classe di resistenza:	C25/30
rapporto acqua/cemento max:	0,55
contenuto min. cemento:	280 kg/m <sup>3</sup>
diametro inerte max:	25 mm
classe di consistenza:	S4

### **Calcestruzzo armato per elevazione parcheggio (pilastri, travi e piastre):**

Cemento:	CEM I (cemento Portland);
classe di esposizione:	XC1
classe di resistenza:	C32/40
rapporto acqua/cemento max:	0,50
contenuto min. cemento:	320 kg/m <sup>3</sup>
diametro inerte max:	25 mm
classe di consistenza:	S4

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione dei conglomerati, secondo le particolari indicazioni che potranno essere imposte dalla Direzione dei lavori o stabilite nell'elenco prezzi, dovranno corrispondere alle seguenti proporzioni:

	Consistenza	Tipo Cemento	Quantit Cemento [q.li]	Sabbia [m <sup>3</sup> ]	Ghiaia [m <sup>3</sup> ]	Acqua [lt]
C25/30	S4	42.5	2.8	0.4	0.8	155
C32/40	S4	42.5	3.2	0.4	0.8	175

Per il confezionamento del calcestruzzo dovranno essere impiegati aggregati appartenenti

a non meno di due classi granulometriche diverse. La percentuale di impiego di ogni singola classe granulometrica verrà stabilita dal produttore con l'obiettivo di conseguire i requisiti di lavorabilità e di resistenza alla segregazione ottimali. La curva granulometrica ottenuta dalla combinazione degli aggregati disponibili, inoltre, sarà quella capace di soddisfare le esigenze di posa in opera richieste dall'impresa (ad esempio, pompabilità), e quelle di resistenza meccanica a compressione e di durabilità richieste per il conglomerato.

La dimensione massima dell'aggregato dovrà essere non maggiore di  $1/4$  della sezione minima dell'elemento da realizzare, dell'interferro ridotto di 5 mm, dello spessore del copriferro aumentato del 30%.

L'impasto di materiali, se realizzati in cantiere, dovrà essere fatto a mezzo di macchine impastatrici. I materiali componenti le malte cementizie saranno prima mescolate a secco, fino ad ottenere un miscuglio di tinta uniforme, il quale verrà poi asperso ripetutamente con la minore quantità d'acqua possibile, ma sufficiente, rimescolando continuamente.

La distribuzione granulometrica degli inerti, il cemento e la consistenza degli impasti, saranno determinate in funzione della destinazione d'uso ed al procedimento di posa in opera calcestruzzo.

Tutti i calcestruzzi messi in opera dovranno essere costipati mediante vibratore meccanico.

Il produttore del calcestruzzo dovrà adottare tutti gli accorgimenti in termini di ingredienti e di composizione dell'impasto per garantire che il calcestruzzo possenga al momento della consegna del calcestruzzo in cantiere la lavorabilità prescritta.

Qualsiasi altra informazione sarà fornita direttamente dalla Direzione dei lavori.

#### **Acciaio per armature c.a.**

Barre: tipo B450C

Rete e tralicci elettrosaldati B450A

Non saranno poste in opera barre eccessivamente ossidate, corrose, recanti difetti che ne riducano la resistenza o ricoperte da sostanze che possano ridurne l'aderenza al conglomerato.

L'acciaio da calcestruzzo armato, in ogni sua forma commerciale, deve rispondere alle caratteristiche richieste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M.14/01/2008, che specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi di prova, le condizioni di prova e il sistema per l'attestazione di conformità per gli acciai destinati alle costruzioni in cemento armato che ricadono sotto la Direttiva Prodotti CPD (89/106/CE).

L'acciaio deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, come prescritto dalle suddette norme, il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione.

Nei riguardi della saldabilità, la composizione chimica deve essere in accordo con quanto specificato nel D.M. 14/01/2008.

Le proprietà meccaniche devono essere in accordo con quanto specificato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008):

Proprietà	Valore caratteristico
$f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\geq 450$
$f_t$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\geq 540$
$f_t/f_y$	$\geq 1,15$ $\geq 1,35$
$A_{gl}$ (%)	$\geq 7,5$
$f_y/f_{y,nom}$	$\geq 1,25$

Prova di piega e raddrizzamento In accordo con quanto specificato nel D.M. 14/01/2008, è richiesto il rispetto dei limiti seguenti, in funzione del diametro dell'armatura:

	Diametro massimo del mandrino
$\varnothing < 12$	40
$12 \leq \varnothing \leq 16$	50
$16 \leq \varnothing \leq 25$	80
$25 \leq \varnothing \leq 40$	100

Il valore del diametro nominale deve essere concordato all'atto dell'ordine. Le tolleranze devono essere in accordo con il D.M. 14/01/2008:

Diametro nominale (m m) Da 6 a ~ 8 Da > 8 a ~ 50

Tolleranza in % sulla sezione  $\pm 6 \pm 4,5$

I prodotti devono avere una superficie nervata in accordo con il D.M. 14/01/2008. L'indice di aderenza  $I_r$  deve essere misurata in accordo a quanto riportato nel paragrafo 11.2.2.10.4 del

---

D.M. 14/01/2008. I prodotti devono aver superato le prove di Beam Test effettuate presso un Laboratorio Ufficiale (Legge 1086). In funzione del diametro della barra, si ha:

	lr
$5 \leq \varnothing \leq 6$	~ 0.048
$6 \leq \varnothing \leq 8$	~ 0.055
$8 \leq \varnothing \leq 12$	~ 0.060
$\varnothing \geq 12$	~ 0.065

Tutti i materiali e i prodotti per uso strutturale devono essere qualificati dal produttore secondo le modalità indicate nel capitolo 11 delle “Norme Tecniche per le Costruzioni” - D.M. 14 gennaio 2008.

Il Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, acquisirà e verificherà la documentazione di qualificazione.

### **Copriferro e interferro**

L’armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo. Al fine della protezione delle armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve essere dimensionato in funzione dell’aggressività dell’ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione, tenendo anche conto delle tolleranze di posa delle armature.

Per consentire un omogeneo getto del calcestruzzo, il copriferro e l’interferro delle armature devono essere rapportati alla dimensione massima degli inerti impiegati. Il copriferro e l’interferro delle armature devono essere dimensionati anche con riferimento al necessario sviluppo delle tensioni di aderenza con il calcestruzzo.

Le condizioni ambientali, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature metalliche, possono essere suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato nella Tab. 4.1.III delle NTC08 con riferimento alle classi di esposizione sopra definite.

**Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali**

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

Con riferimento al §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

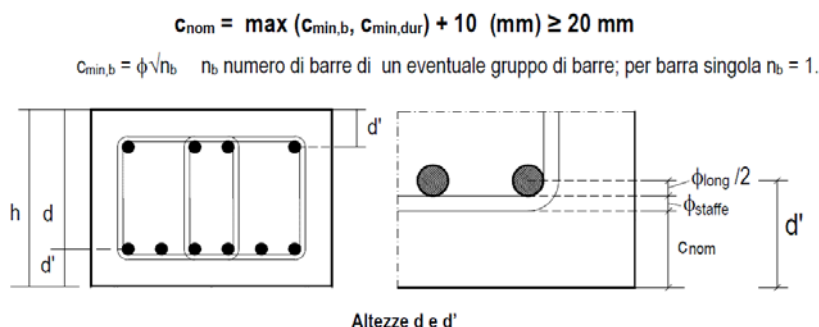


quanto indicato nella tabella sottostante nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tabella 4.1.III delle NTC. I valori sono espressi in mm e sono distinti in funzione dell'armatura, barre da c.a., e del tipo di elemento, a piastra (solette, pareti, ...) o monodimensionale (travi, pilastri, ...).

A tali valori di tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

		<b>V<sub>N</sub> = 50 anni</b>				
		<b>Barre da c.a. (C<sub>min</sub> [mm])</b>				
			<b>el. a piastre</b>		<b>el. monodimensionale</b>	
<b>C<sub>min</sub></b>	<b>C<sub>0</sub></b>	<b>ambiente</b>	<b>C ≥ C<sub>0</sub></b>	<b>C<sub>min</sub> ≤ C ≤ C<sub>0</sub></b>	<b>C ≥ C<sub>0</sub></b>	<b>C<sub>min</sub> ≤ C ≤ C<sub>0</sub></b>
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35
C35/45	C45/55	molto aggressivo	35	40	40	45

Per costruzioni con vita nominale di 100 anni, i valori del copriferro della tabella vanno aumentati di 10 mm. Per classi di resistenza del cls inferiori a C<sub>min</sub> i valori del copriferro della tabella sono da aumentare di 5 mm.



Nel nostro caso i copriferri da adottare sono riassunti nella seguente tabella.

		<b>Copriferro</b>
		<b>[mm]</b>
<b>Elemento strutturale</b>	<b>Platea, Pozzetti e Vasca</b>	<b>35</b>
	<b>Setti e Muri</b>	<b>35</b>
	<b>Pilastri</b>	<b>50</b>
	<b>Travi Intercapedine</b>	<b>40</b>
	<b>Travi Rampe</b>	<b>55</b>
	<b>Piastre intermedie</b>	<b>30</b>
	<b>Piastra di copertura</b>	<b>40</b>

## CARATTERISTICHE MECCANICHE ELEMENTI METALLICI

### 1) Profilati metallici

Per la realizzazione delle strutture metalliche e di strutture composte si utilizzano acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubolari senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubolari saldati), recanti la Marchiatura CE, cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+ (Direttiva 89/106/CEE “Prodotti da Costruzione” recepita in Italia dal DPR 21/04/1993, n. 246 modificata dal DPR 10/12/1997, n. 499).

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova devono rispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377:1999, UNI 552:1986, EN 10002-1:2004, UNI EN 10045-1:1992.

Come previsto dal D.M. 14/01/08 “In sede di progetto si possono assumere convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

Acciaio			
modulo elastico	E	210.000	N/mm <sup>2</sup>
modulo di elasticità trasversale	G	$E/[2(1+\nu)]$	N/mm <sup>2</sup>
coefficiente di Poisson	$\nu$	0.3	
coefficiente di espansione termica lineare (per temperatura fino a 100°C)	$\alpha$	$12 \times 10^{-6}$	Per °C <sup>-1</sup>
densità	$\rho$	7850	kg/m <sup>3</sup>

Sempre in sede di progettazione, per gli acciai di cui alle norme europee UNI EN 10025, UNI EN 10210 e UNI EN 10219-1, si possono assumere nei calcoli i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento  $f_{yk}$  e di rottura per trazione  $f_{tk}$  riportati nella tabella seguente

Tab. 11.3.IX – Laminati a caldo con profili a sezione aperta

Tipo nominale di acciaio	Spessore $t$ mm <sup>1)</sup>			
	$t \leq 40$ mm		$40$ mm $< t \leq 80$ mm	
	$f_{yk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{tk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{yk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{tk}$ (N/mm <sup>2</sup> )
EN 10025-2:				
<b>S 235</b>	235	360	215	360
<b>S 275</b>	275	430	255	410
<b>S 355</b>	355	510	335	470
<b>S 450</b>	440	550	420	550
<sup>1)</sup> $t$ spessore nominale dell'elemento				

## Verifiche

La resistenza di calcolo delle membrature  $R_d$  si pone nella forma:

$$R_d = R_k / \gamma_M$$

- $\gamma_{m0} = 1,05$  (coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza del materiale delle Sezioni di Classe 1-2-3-4),
- $\gamma_{m2} = 1,25$  (coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza del materiale a frattura delle sezioni tese “indebolite dai fori”),

Per le caratteristiche degli acciai si rimanda alla norma UNI EN10025-1÷6. Nella UNI EN10025-2, nella tabella 11.3.IX, dove vengono riportate le caratteristiche meccaniche delle diverse tipologie di acciaio.

## 2) Bulloni e Chiodi

I bulloni – conformi per le caratteristiche dimensionali alle UNI EN ISO 4016 ed alle UNI 5592 devono appartenere alle sotto indicate classi delle UNI EN 898, associate nel mondo indicato nella Tabella 11.2.X

Tab. 11.3.XII.a					
	Normali			Ad alta resistenza	
Vite	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Dado	4	5	6	8	10

Per i chiodi si devono impiegare gli acciai previsti dalla UNI EN 10263-1 a 5.

Tab. 11.3.XII.b					
Classe	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
$f_{yk}(N/mm^2)$	240	300	480	649	900
$F_u(N/mm^2)$	400	500	600	800	1000

## 3) Unioni saldate

Nel realizzare le unioni saldate verranno rispettati tutti i requisiti riguardanti i procedimenti di saldatura, i materiali d’apporto e i controlli idonei e necessari per ottenere le prestazioni meccaniche adeguate ai livelli di sicurezza richiesti dalle NTC 2008.

## **Prove sui materiali**

La prescrizione del calcestruzzo all'atto del progetto deve essere caratterizzata almeno mediante la classe di resistenza, la classe di consistenza ed il diametro massimo dell'aggregato.

La definizione del calcestruzzo viene effettuata mediante a classe di resistenza, contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cubica  $R_{ck}$  e cilindrica  $f_{ck}$  a compressione uniassiale, misurate su provini normalizzati e cioè rispettivamente su cilindri di diametro 150 mm e di altezza 300 mm e su cubi di spigolo 150 mm. Al fine delle verifiche sperimentali i provini prismatici di base 150 x150 mm e di altezza 300 mm sono equiparati ai cilindri di cui sopra.

Per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-1 :2002 e UNI EN 12390-2:2002. Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-3:2003 e UNI EN 12390-4:2002. Circa il procedimento da seguire per la determinazione della massa volumica vale quanto indicato nella norma UNI EN 12390-7:2002.

Salvo diverse specifiche e/o accordi con il produttore del conglomerato la lavorabilità al momento del getto verrà controllata all'atto del prelievo dei campioni per i controlli d'accettazione della resistenza caratteristica convenzionale a compressione secondo le indicazioni riportate sulle Norme Tecniche sulle Costruzioni. La misura della lavorabilità verrà condotta in accordo alla UNI-EN 206-1 dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0.3 mc di calcestruzzo. In accordo con le specifiche di capitolato la misura della lavorabilità potrà essere effettuata mediante differenti metodologie. In particolare la lavorabilità del calcestruzzo può essere definita mediante:

- Il valore dell'abbassamento al cono di Abrams (UNI-EN 12350-2) che definisce la classe di consistenza o uno slump di riferimento oggetto di specifica; -la misura del diametro di spandimento alla tavola a scosse (UNI-EN 12350-5).

## **7. NOTE GEOTECNICHE**

Come è possibile evincere dalla relazione geologica di Progetto Definitivo, i terreni interessati dalle fondazioni sono costituiti da alternanze di lave scoriacee e lave compatte.

E' stato scelto di considerare un unico modello geotecnico, assumendo per i principali parametri geotecnici posti alla base dei calcoli di portanza i valori più cautelativi, ed esattamente:

- Lave:  $\phi = 35^\circ$   
 $\gamma = 2,00 \text{ t/mc}$

Categoria del terreno: Tipo B

## **8. ORIGINE E CARATTERISTICHE DEL CODICE DI CALCOLO**

Titolo: WinStrand  
Autore: EnExSys srl – Via Tizzano 46/2 – Casalecchio di Reno (BO)  
Distributore: EnExSys srl  
Versione: 2017-048  
Licenza d'uso: 9140CRRNTG  
Configurazione: Senza limitazione dei gradi di libertà totali (il limite è solo la memoria di massa del computer).

## **9. AFFIDABILITÀ DEL CODICE UTILIZZATO**

Il software utilizzato è stato sviluppato da un gruppo di lavoro avente a capo il Prof. Ing. Massimo Mayowiecki. Con lo stesso software sono state progettate opere di grande cemento strutturale. Di seguito se ne elencano le principali:

ROMA Stadio Olimpico; ATENE The New Football Stadium Olympiakos F.C.; MILANO Copertura Piazzale Italia Fiera di Milano; ROMA Palazzo Dei Congressi; BOLOGNA Fiera Pad. 19/20; RAVENNA Palazzo Delle Arti e Dello Sport; TORINO Stadio Delle Alpi; STOCCOLMA (Svezia) Oxhalssundet; MODENA Copertura Ippodromo irlandina; MONTREAL Progetto per copertura alternativa Stadio Roger Taillibert; PISA Torre; BOLOGNA Copertura Convertibile Piscina Comunale Longo; BOLOGNA

Passerella Pedonale A14; OHITA Stadium; CASALECCHIO DI RENO (BO) Passerella Pedonale sul Reno; GENOVA Ponte sul Polcevera; BOLOGNA Nuova Sede Uffici ENEL; VENEZIA Stadio Marco Polo; ROMA Stazione Alta Velocità Tiburtina; SALONICCO Complesso Olimpico Thermos; RIMINI Centro Agroalimentare Struttura di Copertura; MODENA Stadio Braglia; EGNA (BZ) Sede Direzionale Wurth; SALERNO Piscina Comunale di Torrione; BRAGA Stadio; RAVENNA Ponte Mobile Sul Canale Candiano; ATENE Hangar Olimpic Airways; TRIPOLI Corinthia Tripoli Hotel; ATENE Palazzo Dello Sport Della Pace e Dell'Amicizia; CLASSE Museo Archeologico; BOLOGNA Padiglione 18 Fiera di Bologna; PESARO Palazzetto dello Sport.

## **10. SCELTA DEL CODICE**

Il codice utilizzato, per come descritto nei punti precedenti, si fonda su un modello matematico coerente con i criteri adottati per modellare la tipologia strutturale, i vincoli, le azioni ed i materiali nell'ambito dell'analisi svolta.

## **11. INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE**

E' stato utilizzato un elaboratore con microprocessore Intel Pentium IV da 2,7 GHz; 512 Mb di memoria RAM; Hard Disk da 75 Gb. Il sistema operativo è Windows XP.

Il sistema di diagnostica del software strutturale utilizzato non ha segnalato anomalie né fra i dati inseriti, né durante il corso dell'elaborazione dei vari corpi di fabbrica. La diagnostica si riferisce principalmente all'incompletezza dei dati relativi ai materiali utilizzati, alla connessione dei nodi, al vincolamento interno ed esterno degli stessi, ad eventuali labilità, ad eventuali duplicazioni di elementi, alla congruenza dei carichi sui vari elementi.

## 12. GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI

I risultati ottenuti risultano attendibili sulla scorta sia delle verifiche numeriche effettuate che delle deformazioni riscontrate nelle varie combinazioni di carico prese in esame.

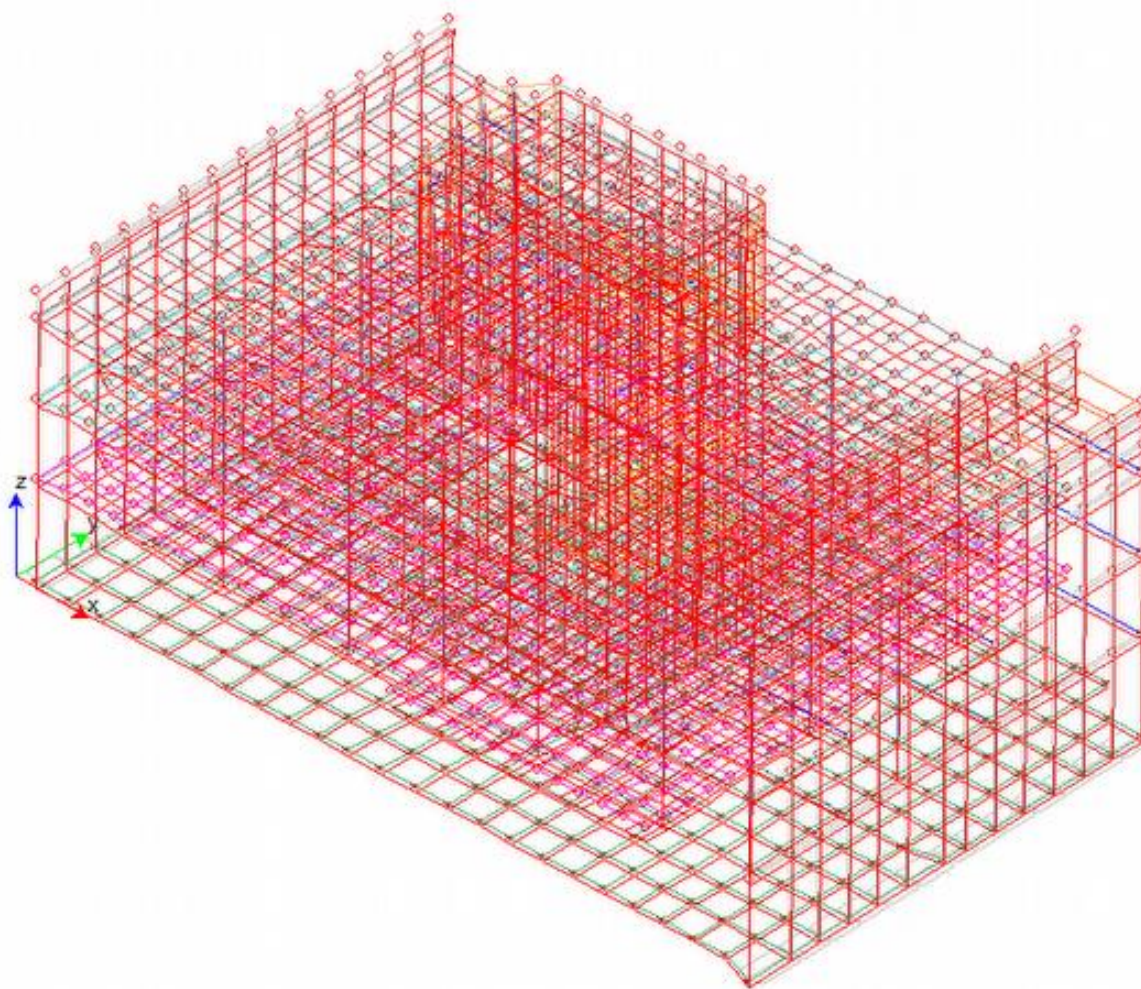
SAN BERILLO - PARCHEGGIO PUBBLICO									
Accettabilità dei risultati									
Così come disposto al punto 10.2 delle NTC08, si procede al riscontro manuale di alcuni risultati ottenuti con l'ausilio dell'elaboratore elettronico.									
Di seguito si riscontrano gli sforzi normali agenti in testa ad alcuni pilastri									
Piastra di copertura (Livello 0)									
VALORI CARATTERISTICI									
Piastra in c.a.	0.50	x	2,500	=	1,250	kg/mq	$\gamma_{G1}$		
Permanenti strutt.			$G_{1K}$	=	1,250	x	1.3	1,625	kg/mq
Massetto	0.25	x	2,400	=	600	kg/mq			
Coibent. + Imperm.				=	20	kg/mq			
Terreno vegetale	3.00	x	1,600	=	4,800	kg/mq			
Intonaco				=	30	kg/mq	$\gamma_{G2}$		
Permanenti non strutt.			$G_{2K}$	=	5,450	x	1.5	8,175	kg/mq
							$\gamma_Q$		
Carichi variabili			$Q_{2K}$	=	400	x	1.5	600	kg/mq
VALORI DI CALCOLO	$G_d$	=	1,625	+	8,175	=	9,800	kg/mq	
	$Q_d$	=				=	600	kg/mq	
			Carico Totale $Q_t$ - SVL			=	10,400	kg/mq	
Pilastro	228-328								
Incidenza solaio in X [ml]	7.50								
Incidenza solaio in Y [ml]	4.50								
Superficie di incidenza [mq]	33.75								
Carico unitario totale SLV - assenza sisma [kg/mq]	10,400								
N calcolato manualmente [kg]	351,000								
N da tabulato C.d.C. 2 - Nodo 328 [kg]	350,012								
Scarto tabulato/manuale [%]	0.3%								
Pilastro	255-355								
Incidenza solaio in X [ml]	7.50								
Incidenza solaio in Y [ml]	5.50								
Superficie di incidenza [mq]	41.25								
Carico unitario totale SLV - assenza sisma [kg/mq]	10,400								
N calcolato manualmente [kg]	429,000								
N da tabulato C.d.C. 2 - Nodo 355 [kg]	445,560								
Scarto tabulato/manuale [%]	-3.7%								
In relazione alla diversa partecipazione degli altri elementi resistenti, si ritiene attendibile il risultato ottenuto con l'elaboratore elettronico.									



### **13. SINTESI SCHEMI GRAFICI DEI RISULTATI**

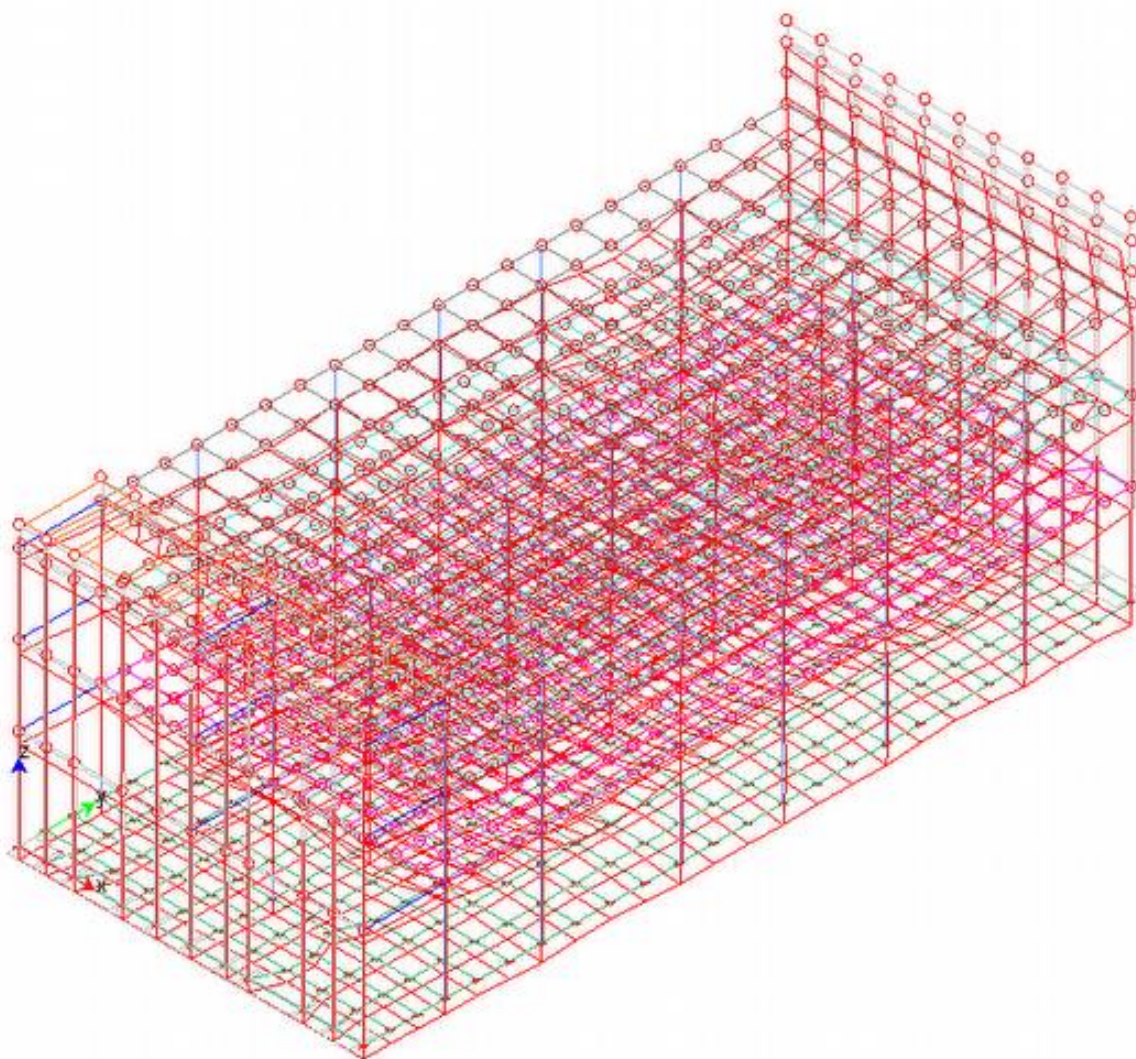
Così come richiesto dal cap. 10 delle Nuove Norme Tecniche sulle costruzioni del 2008, si riporta una sintesi del comportamento della struttura mediante le rappresentazioni grafiche appresso allegate in cui sono rappresentate le principali grandezze (deformate, sollecitazioni, etc..) per le parti più sollecitate della struttura in esame.

#### **13.1. PARCHEGGIO**

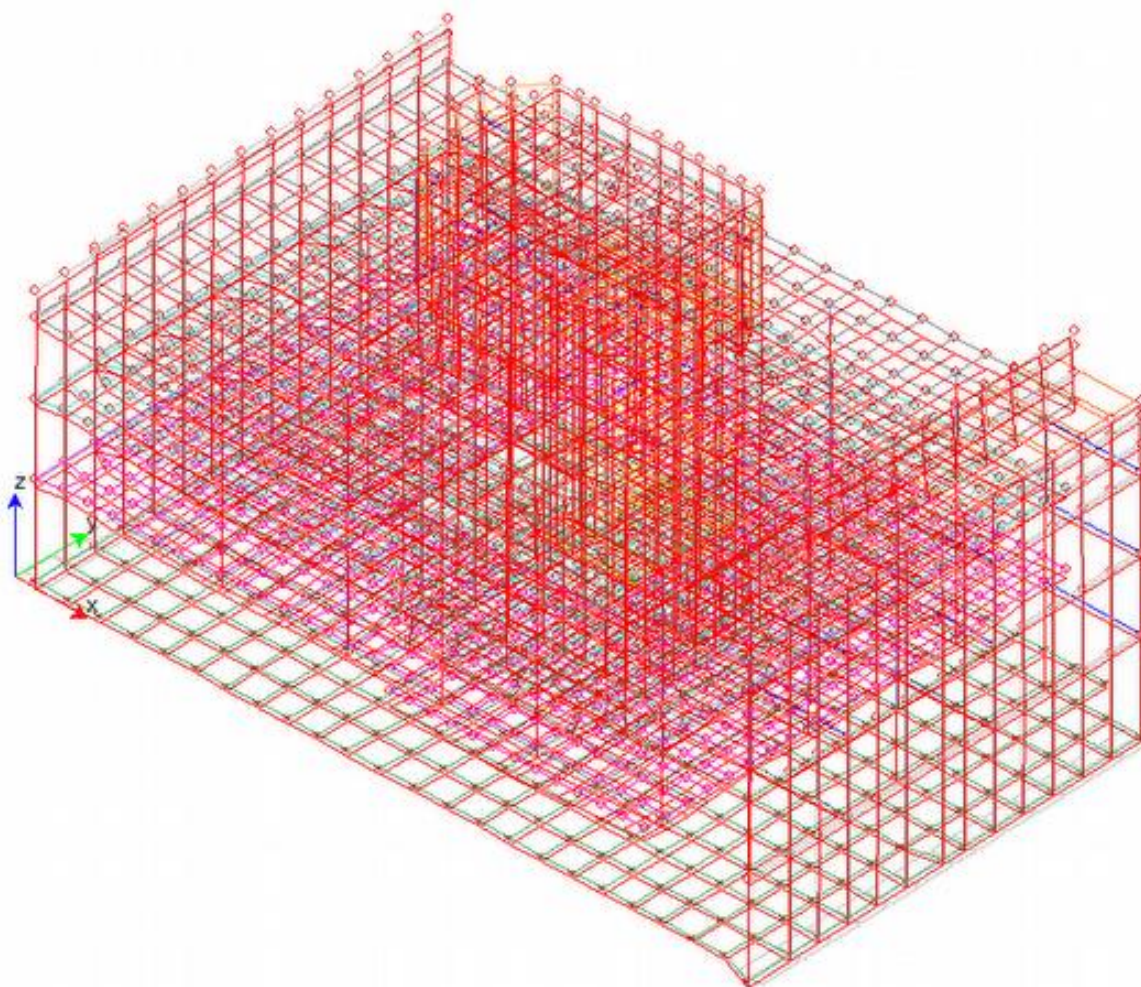


Stralcio 1 – Deformata per Sisma X+



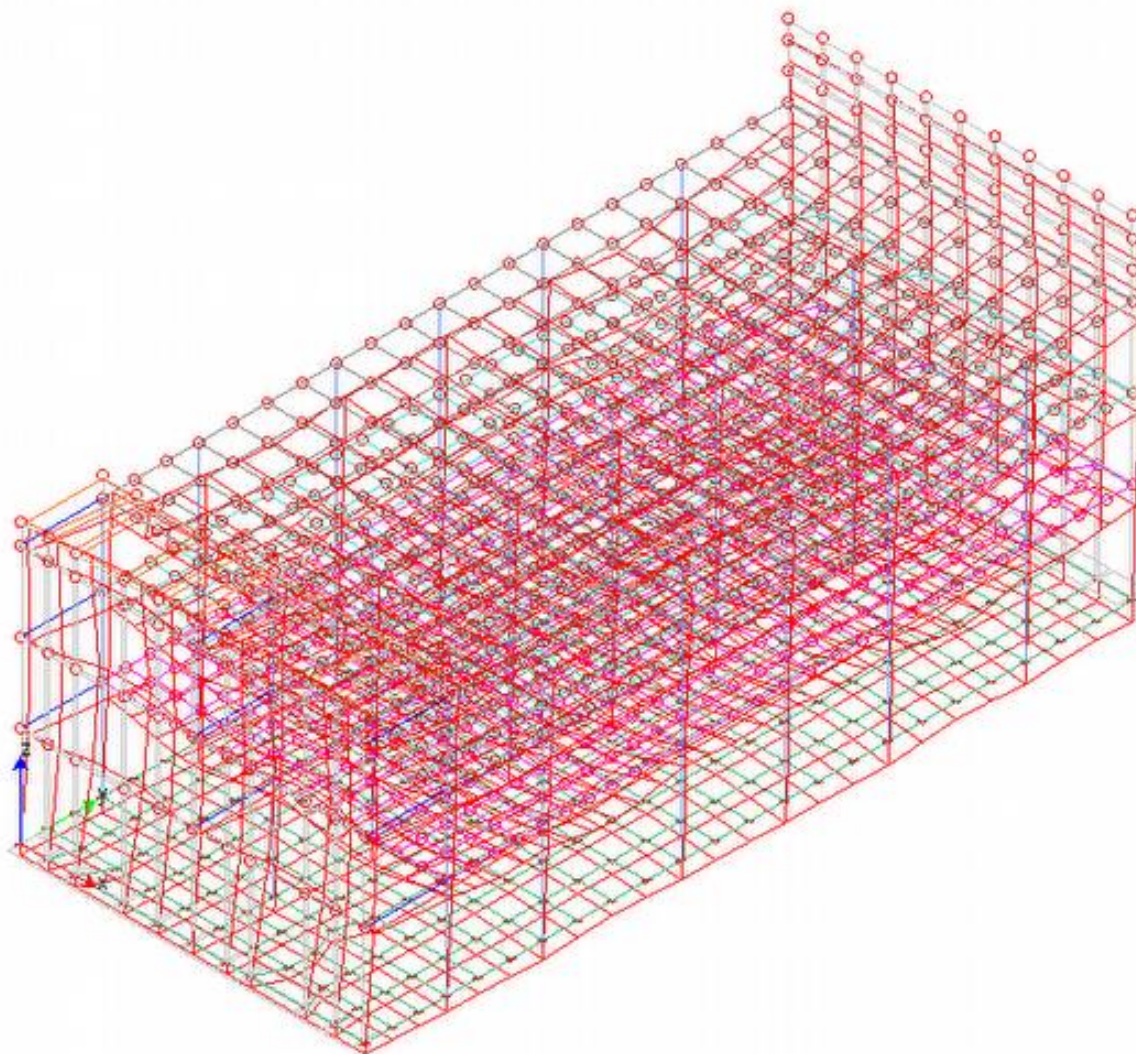


Stralcio 2 – Deformata per Sisma X+

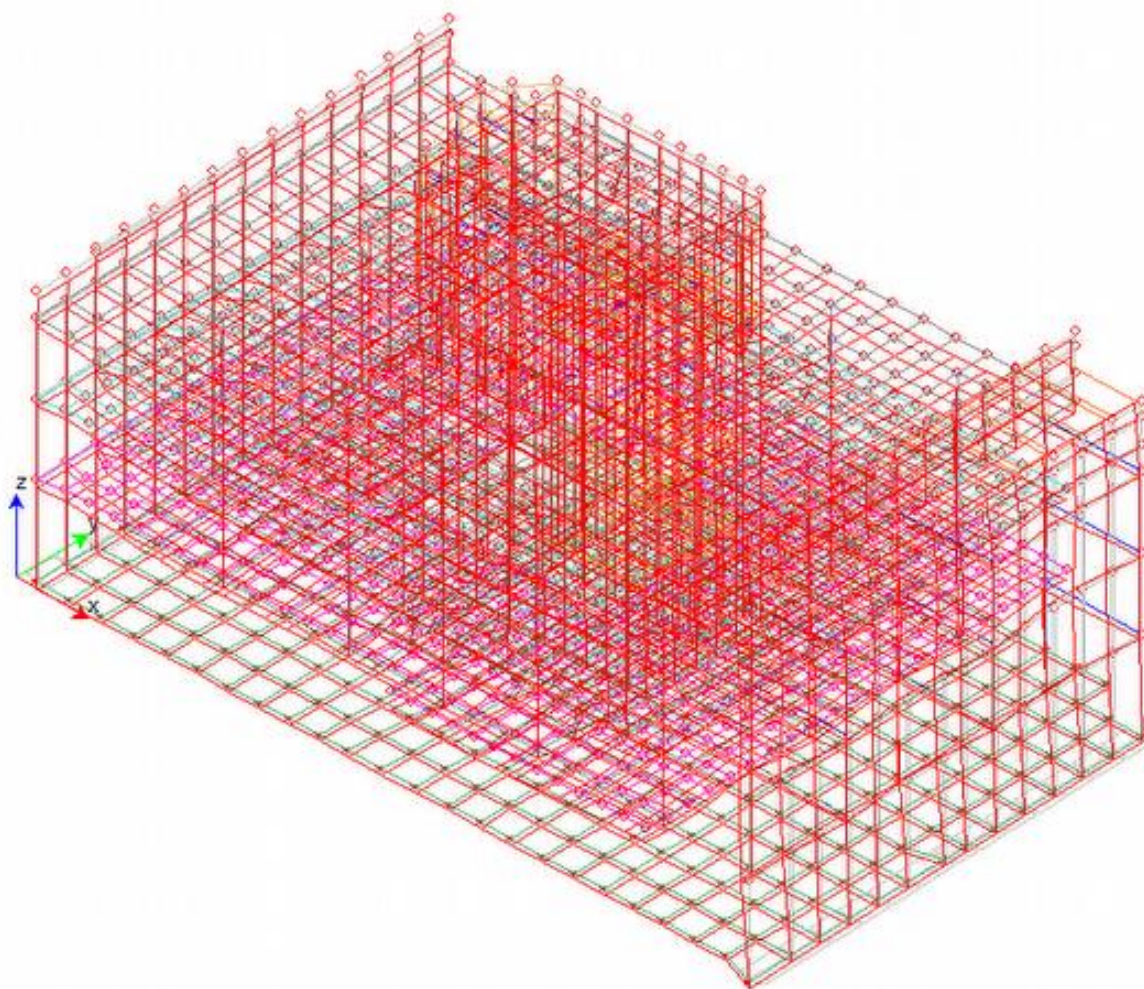


Stralcio 1 – Deformata per Sisma Y+



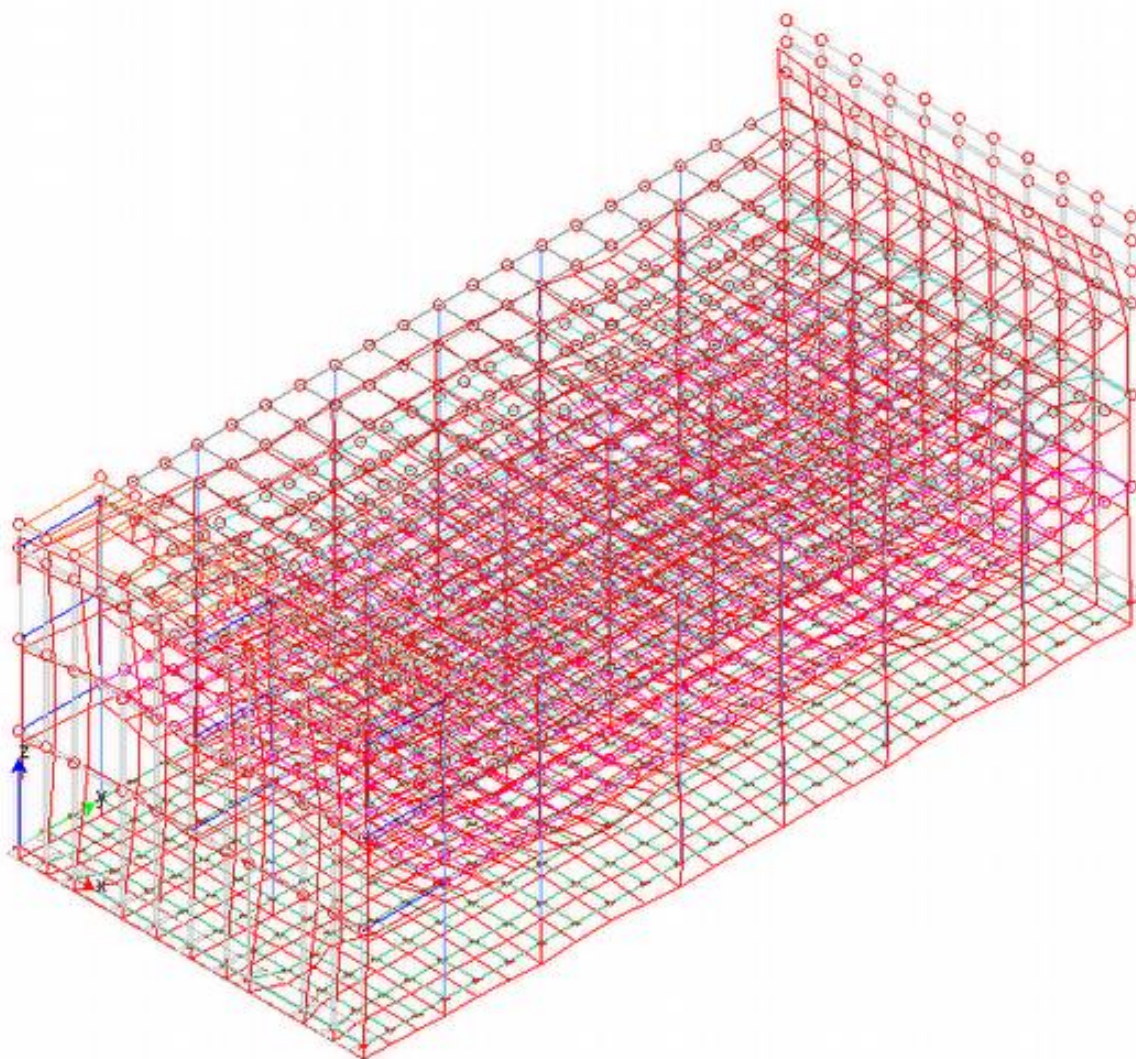


Stralcio 2 – Deformata per Sisma Y+

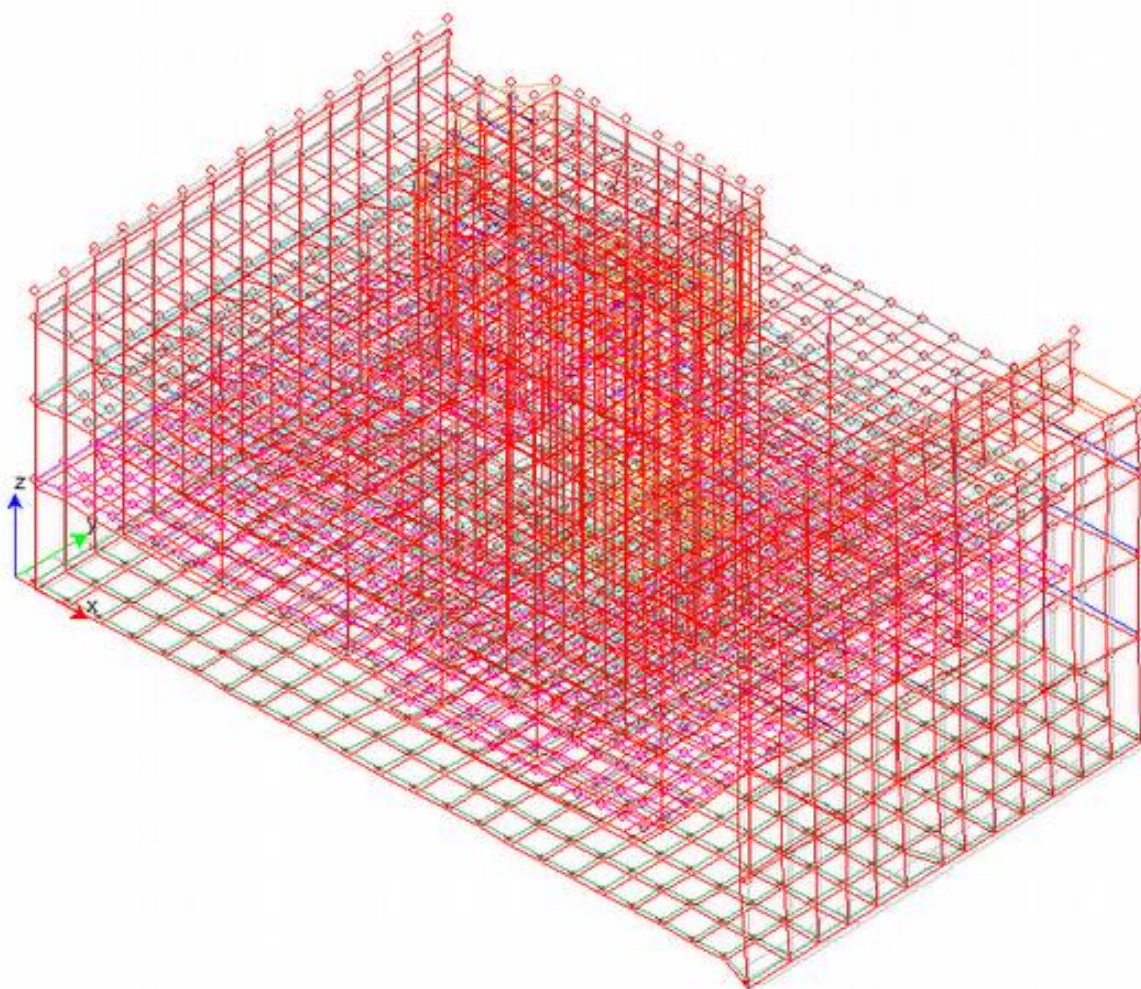


Stralcio 1 – Deformata per Combinazione Rara 1



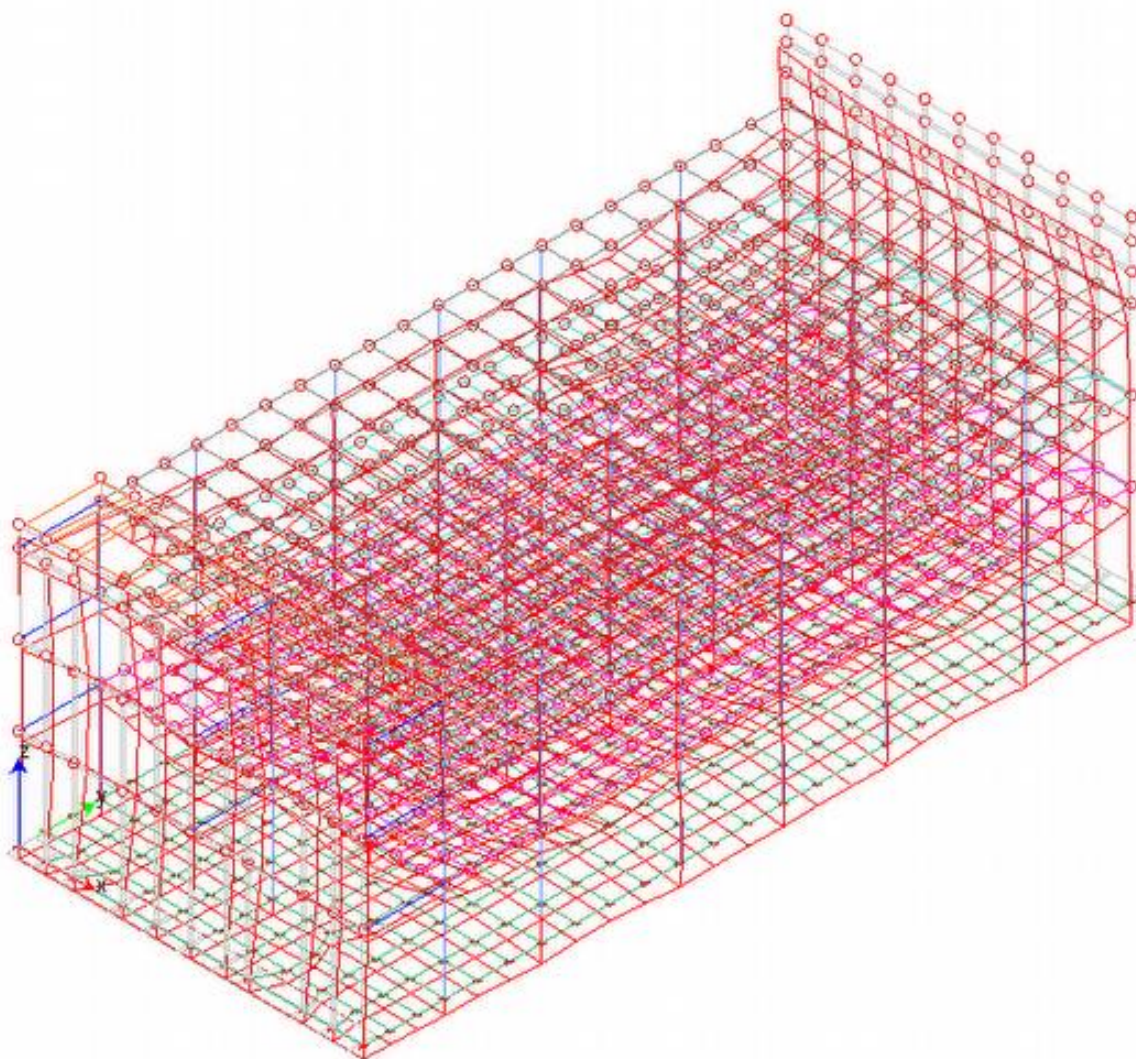


Stralcio 2 – Deformata per Combinazione Rara 1



Stralcio 1 – Deformata per Combinazione Rara 2

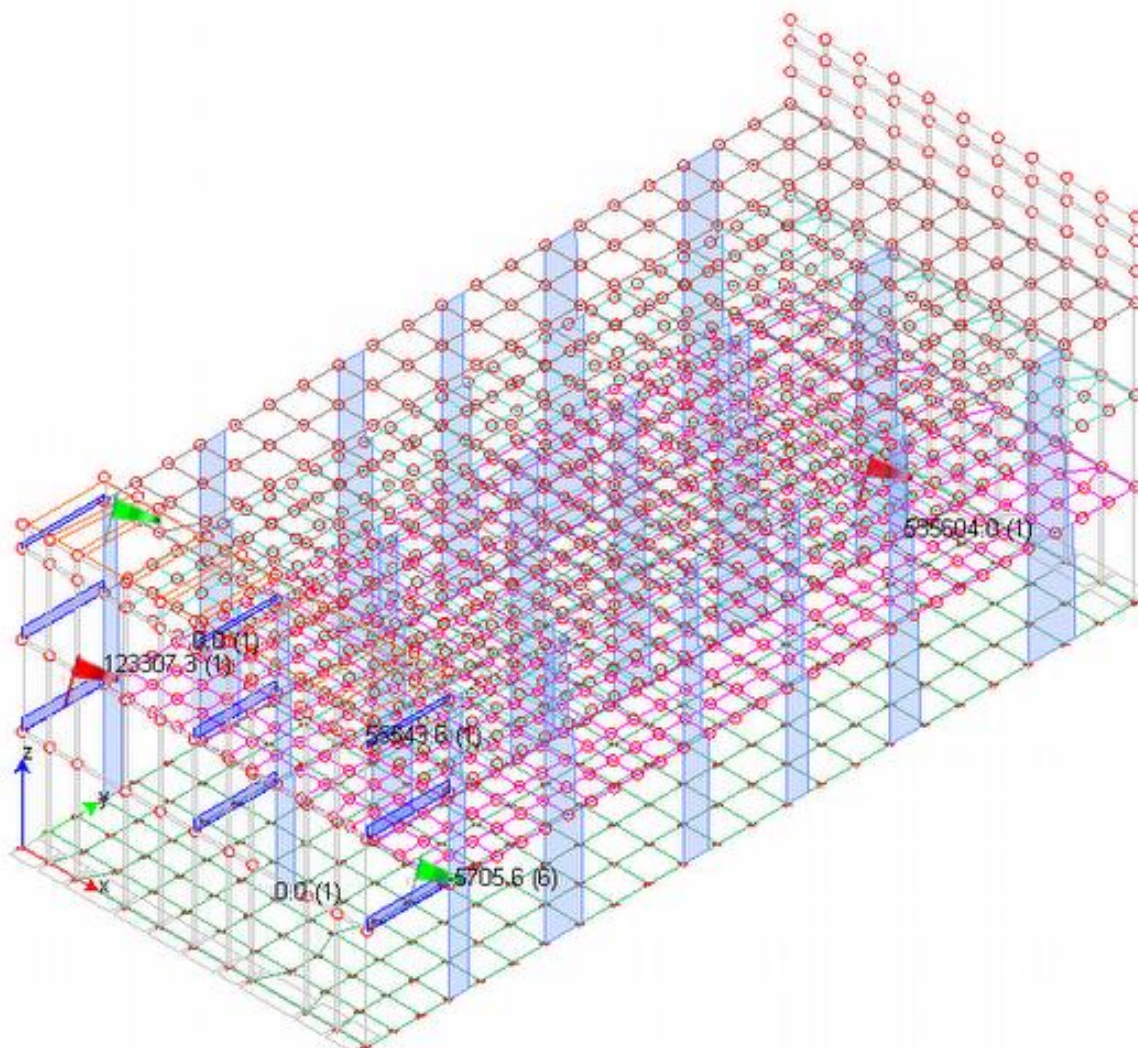




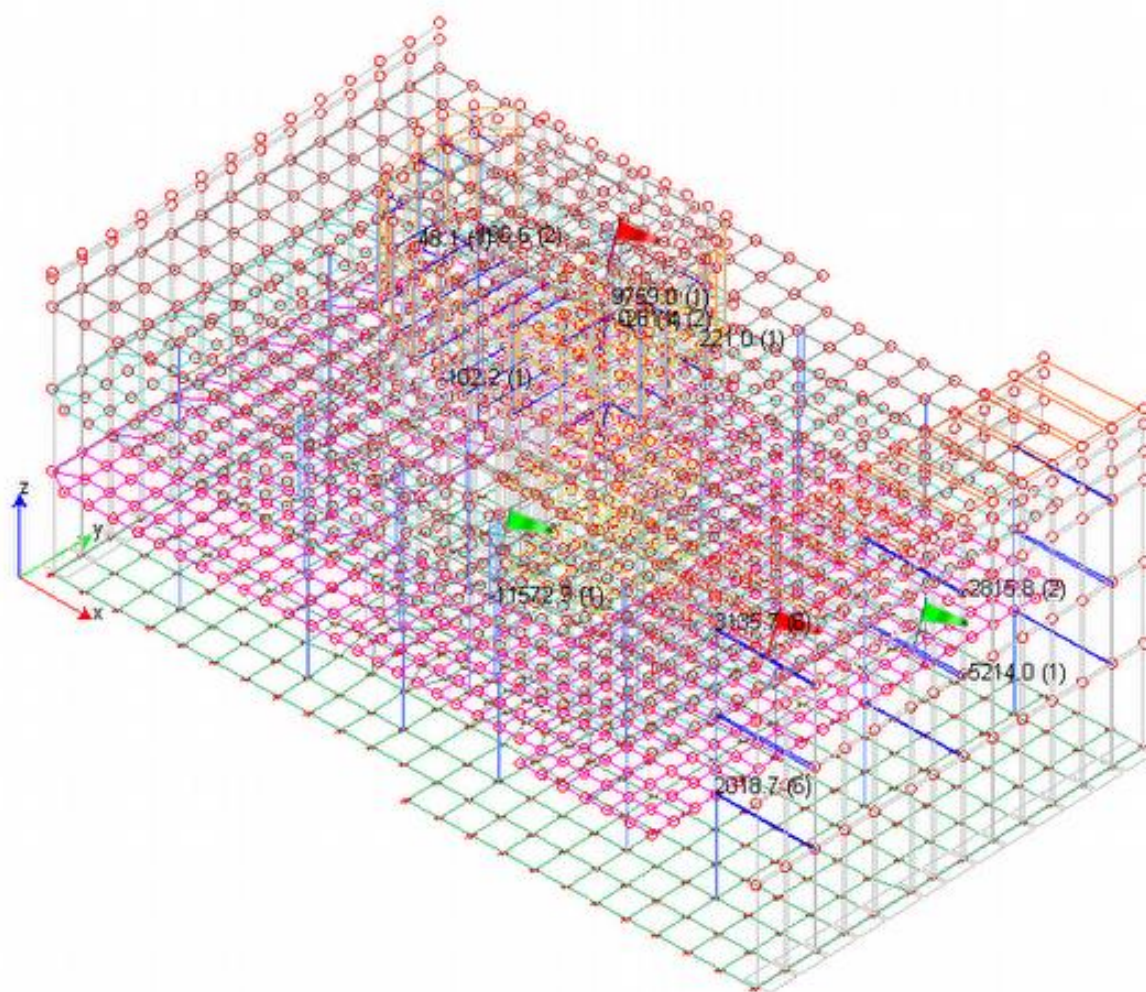
Stralcio 2 – Deformata per Combinazione Rara 2

39



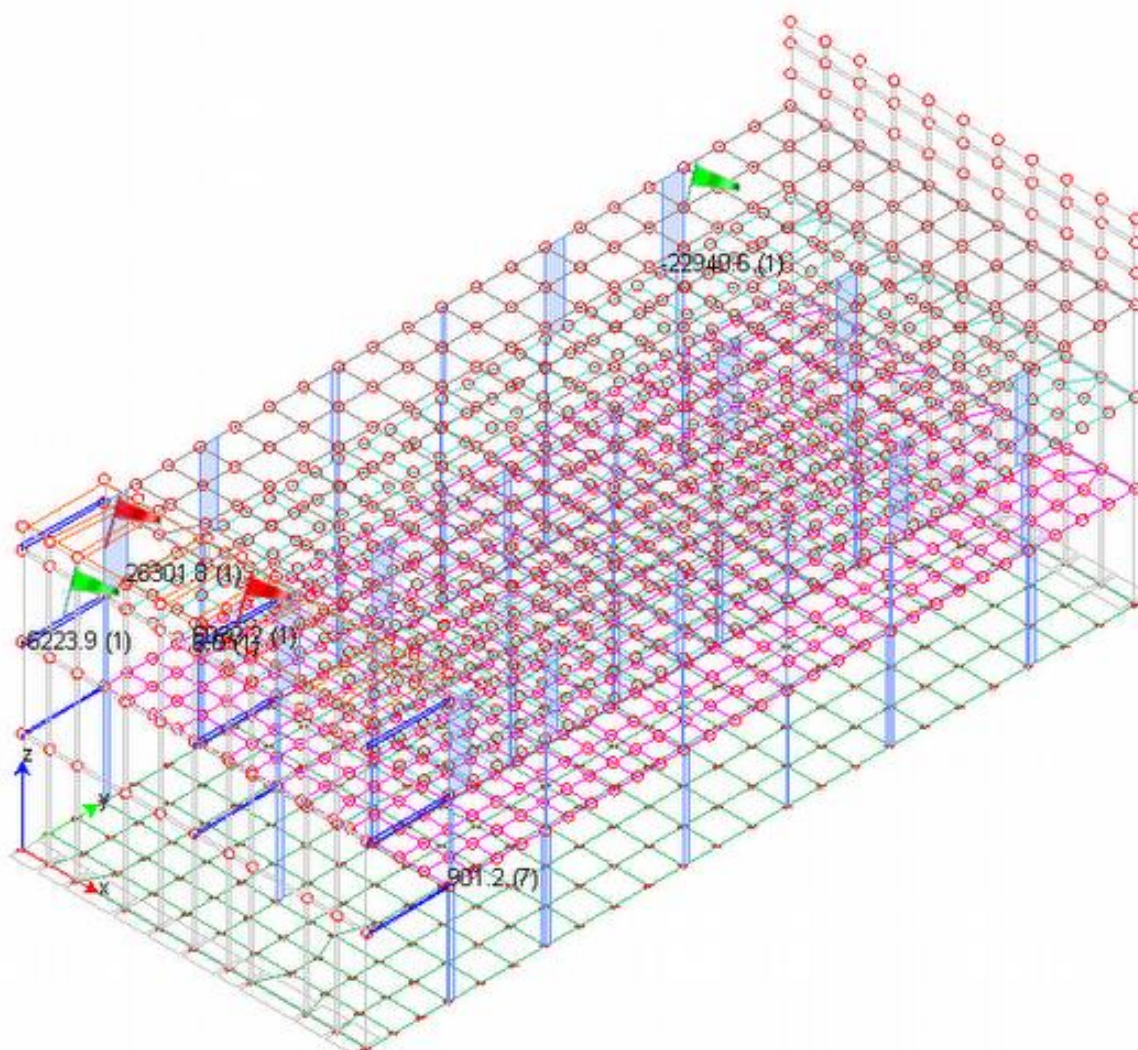


Stralcio 2 - Involuppo dello Sforzo Normale N

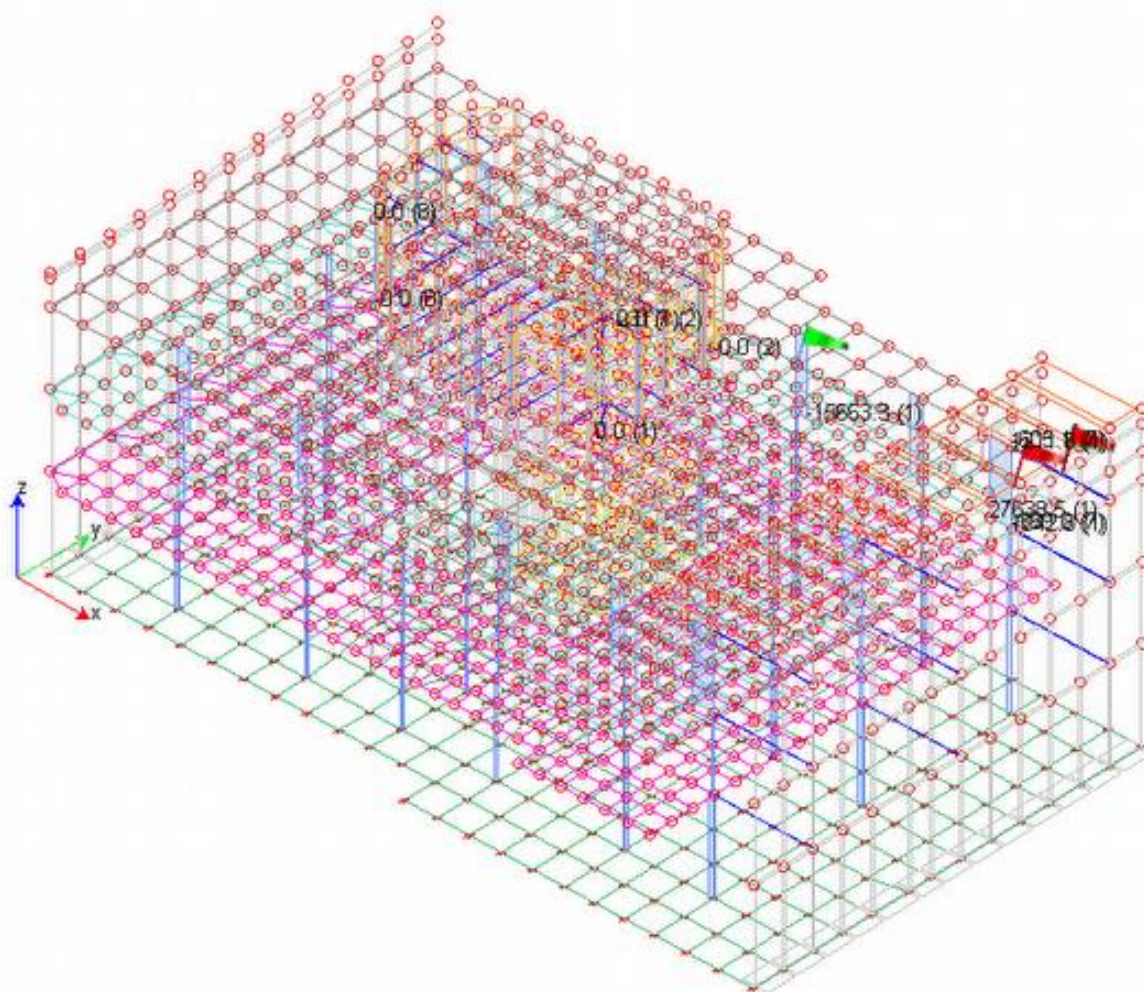


Stralcio 1 - Involuppo del Taglio T<sub>12</sub>



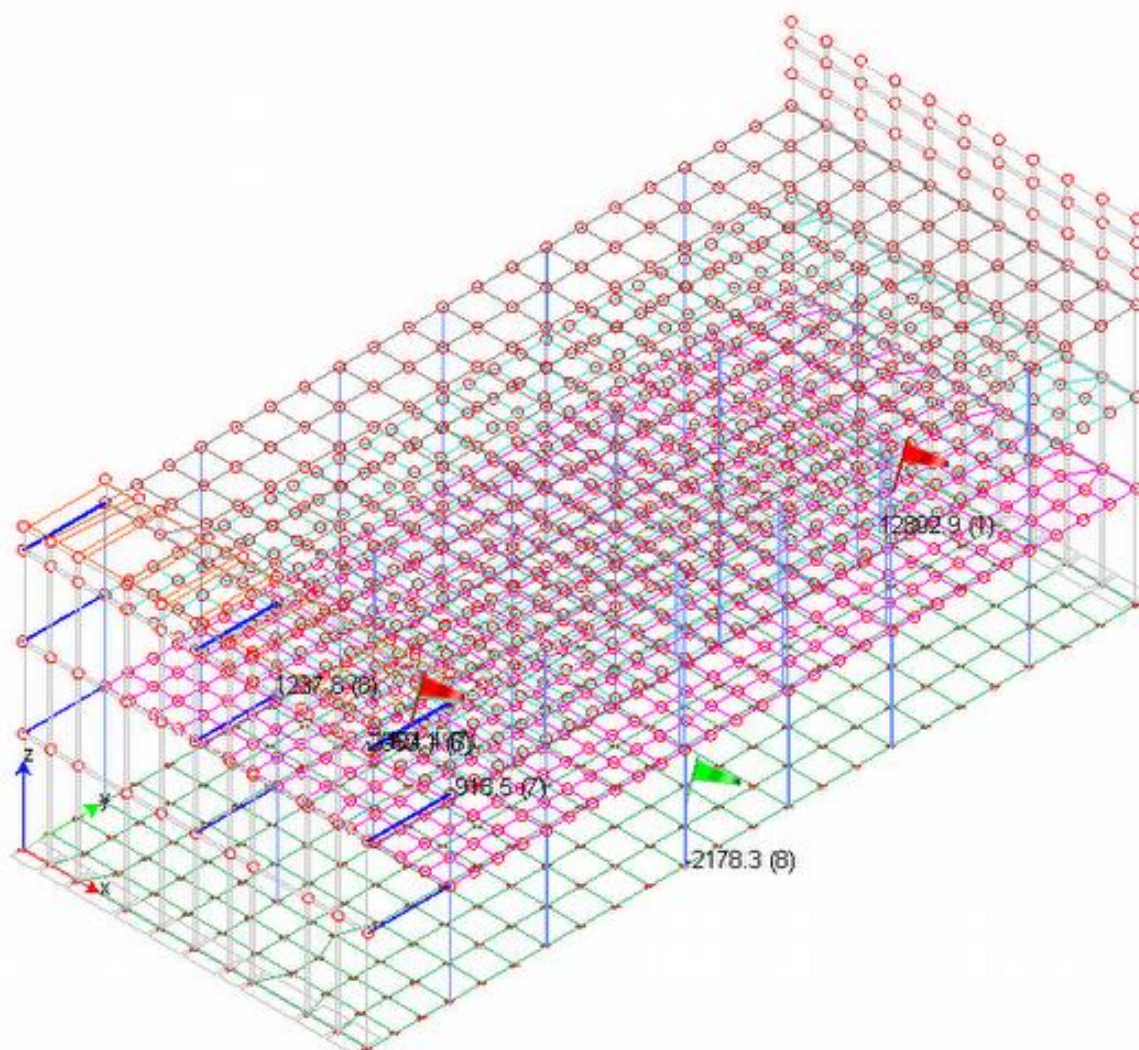


Stralcio 2 - Involuppo del Taglio  $T_{12}$

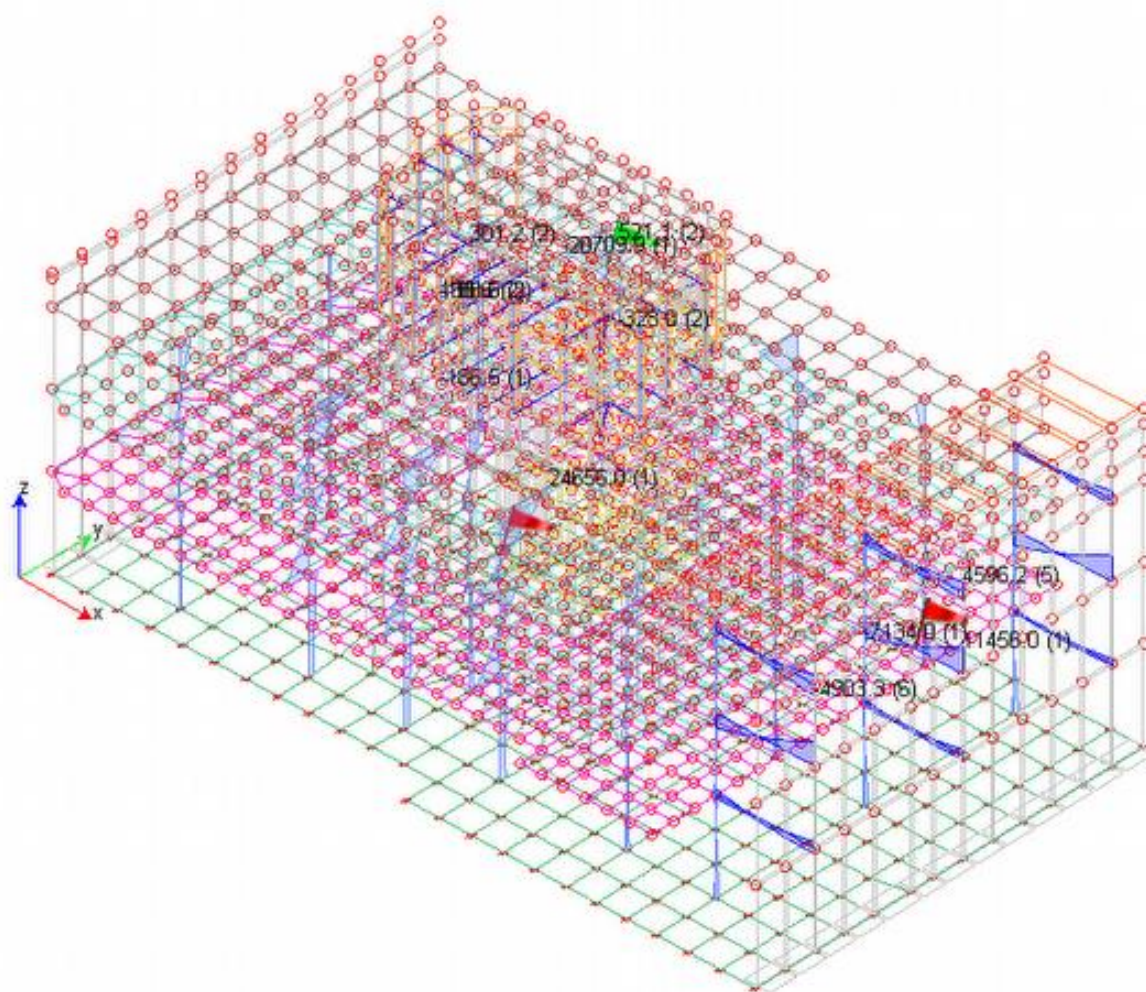


Stralcio 1 - Involuppo del Taglio T<sub>13</sub>



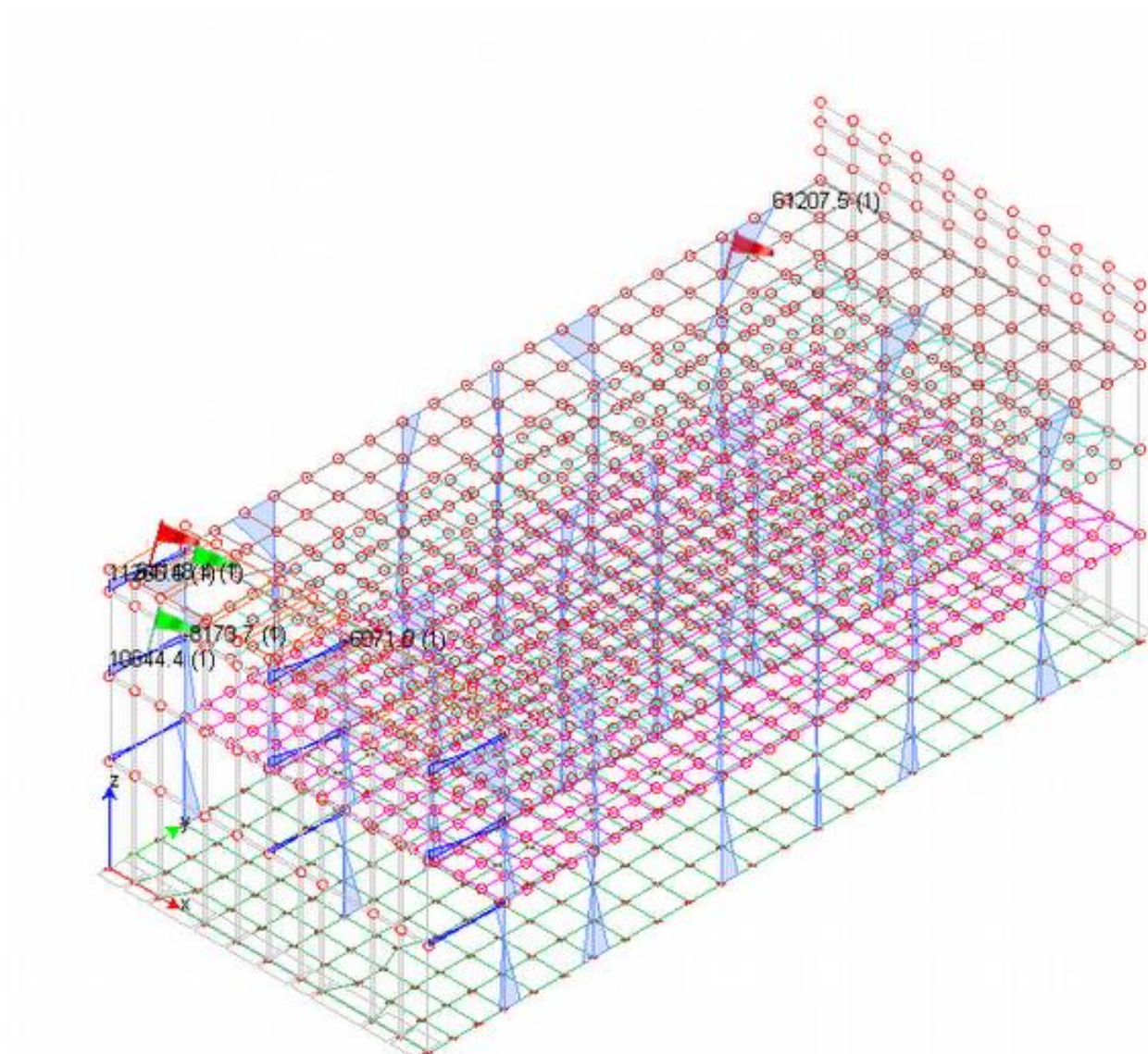


Stralcio 2 - Involuppo del Taglio  $T_{13}$



Stralcio 1 - Involuppo del Momento  $M_{12}$

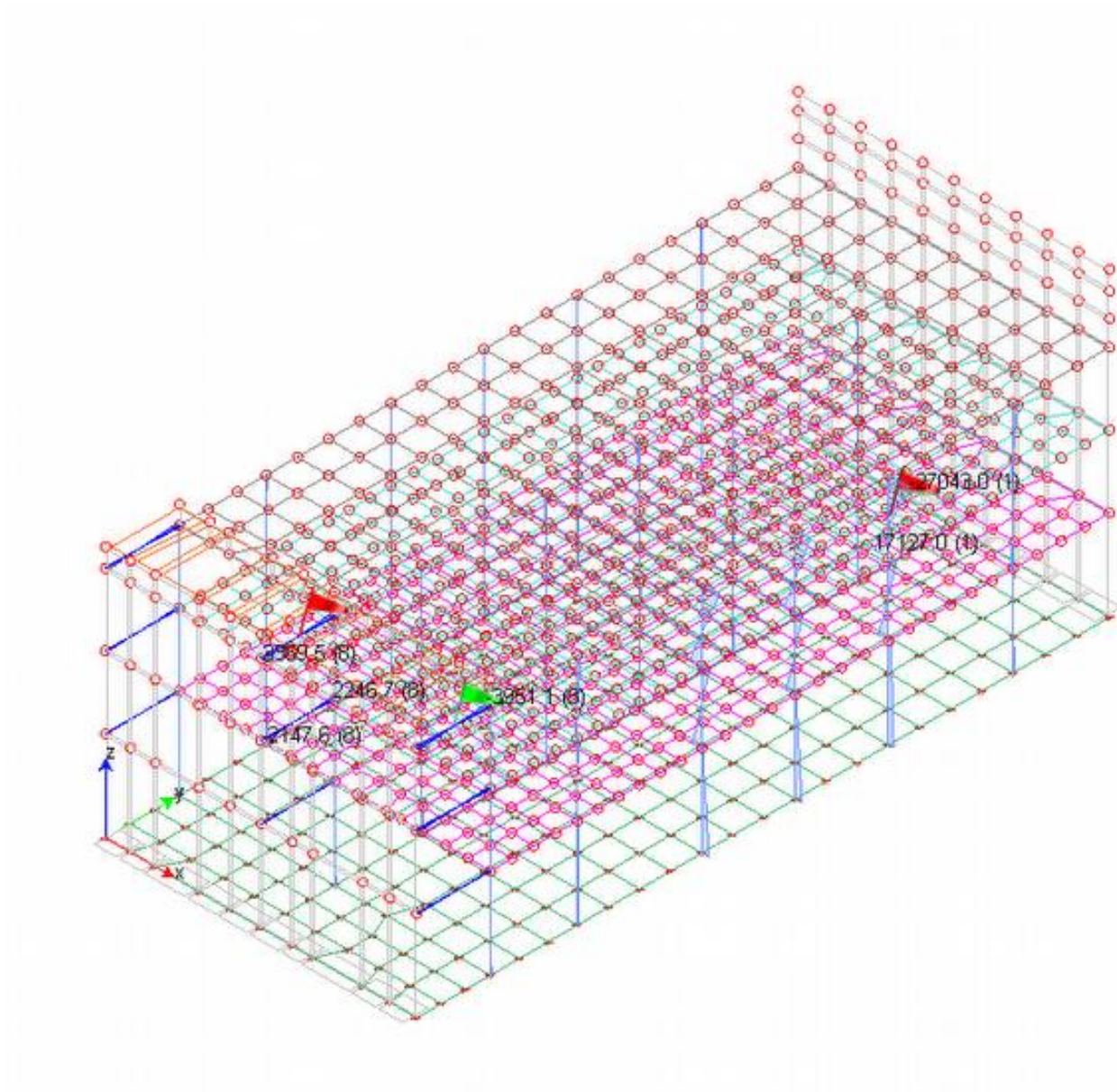




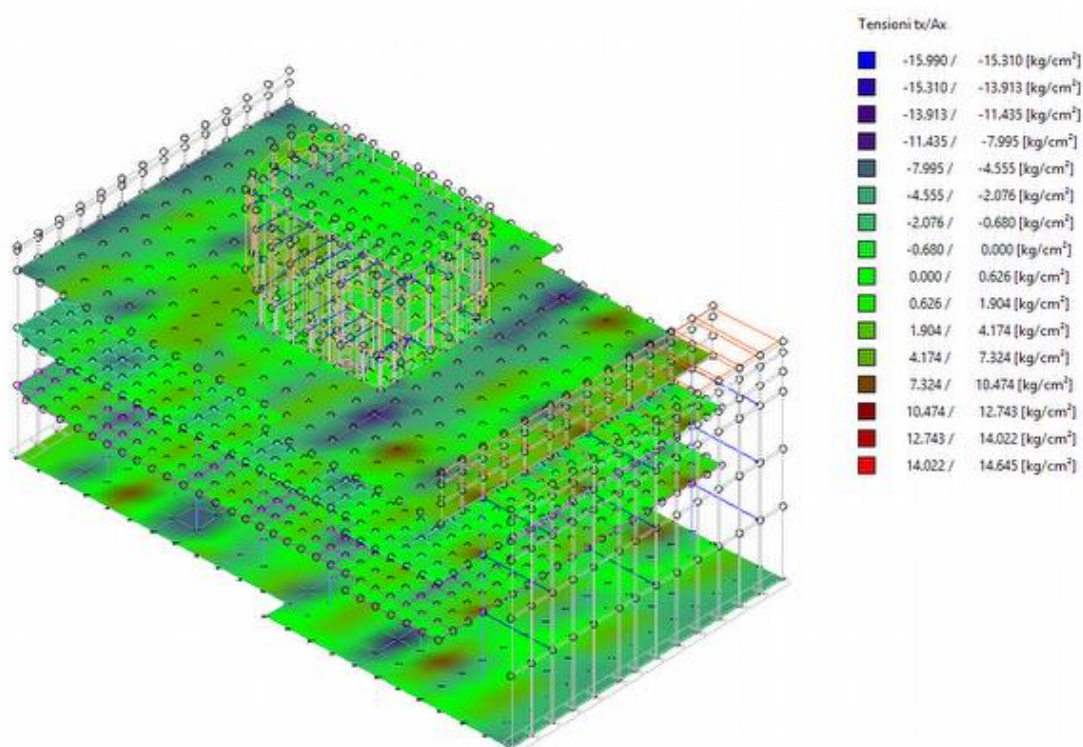
Stralcio 2 - Involuppo del Momento  $M_{12}$



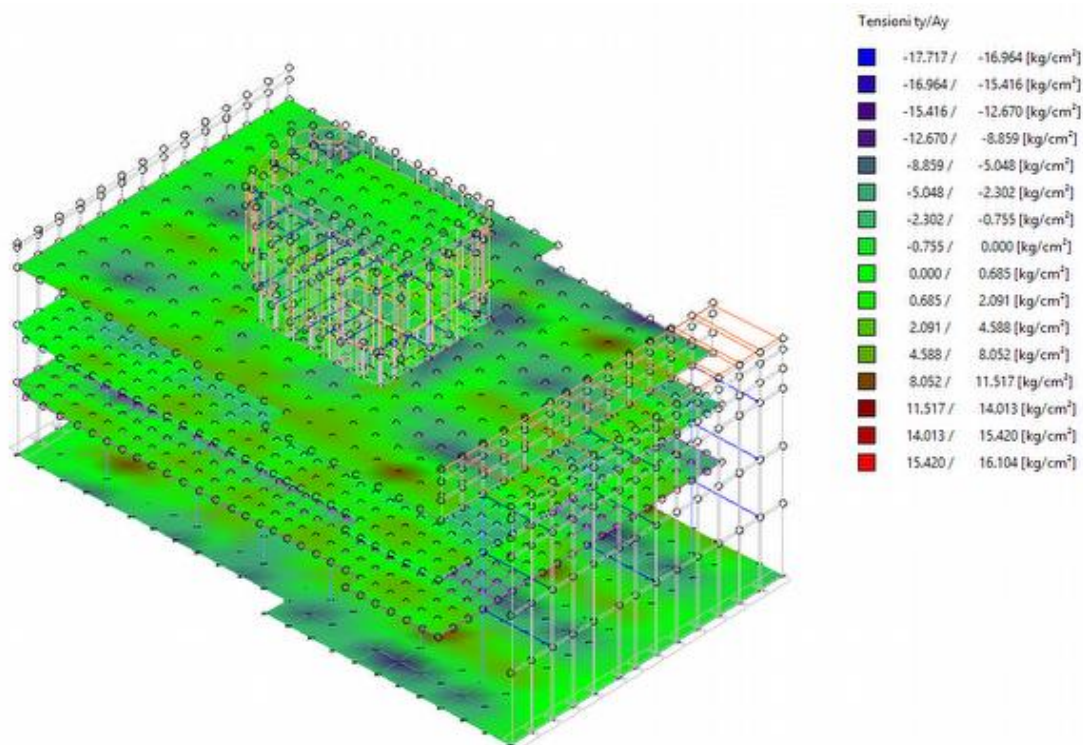




Stralcio 2 - Involuppo del Momento  $M_{13}$

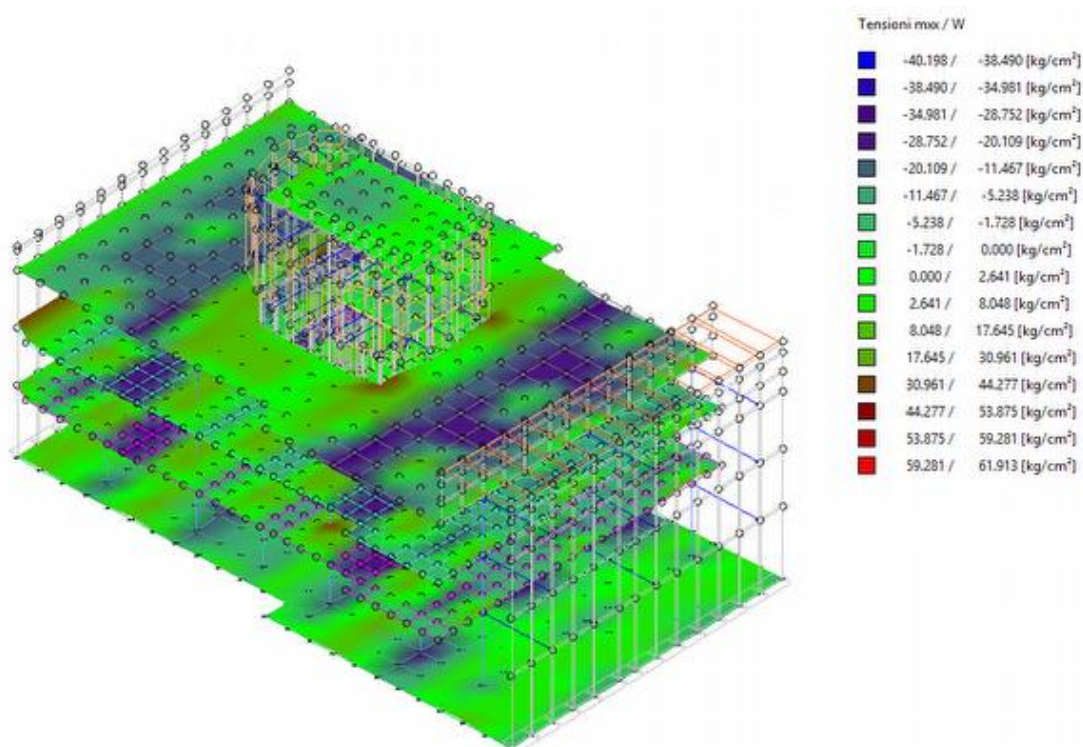


Stralcio 1 - Involuppo delle tensioni sulle piastre in c.a. dovute al Taglio Tx

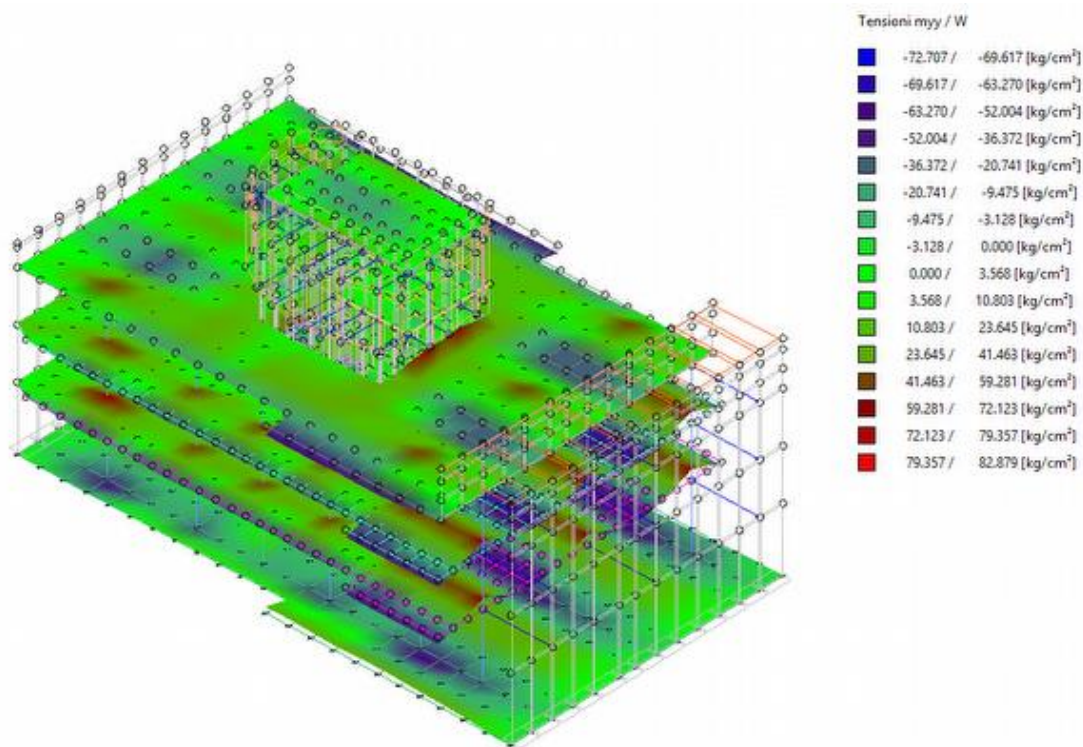


Stralcio 1 - Involuppo delle tensioni sulle piastre in c.a. dovute al Taglio Ty

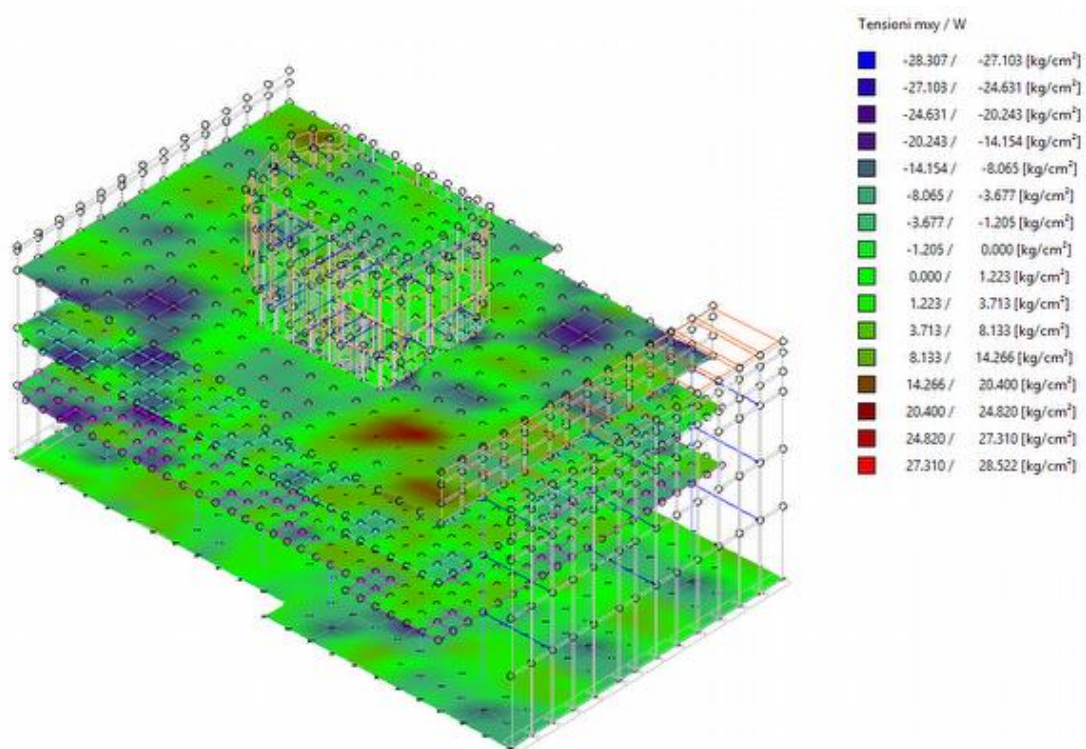




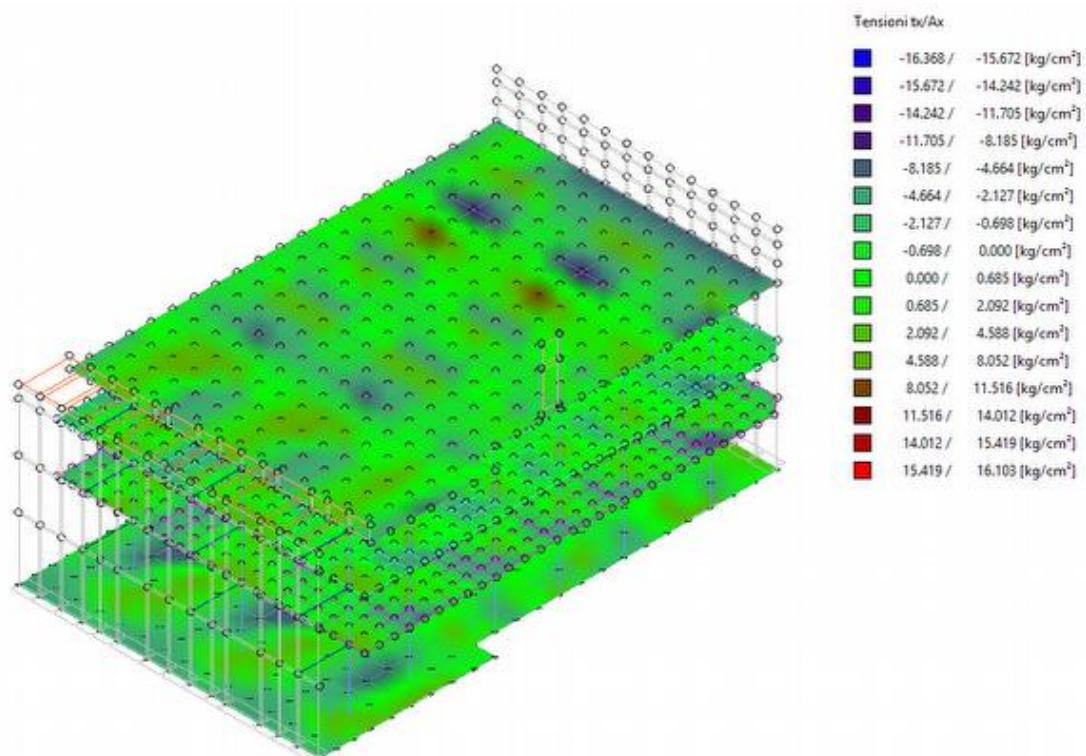
Stralcio 1 - Involuppo delle tensioni sulle piastre in c.a. dovute ai Momenti Mxx



Stralcio 1 - Involuppo delle tensioni sulle piastre in c.a. dovute ai Momenti Myy

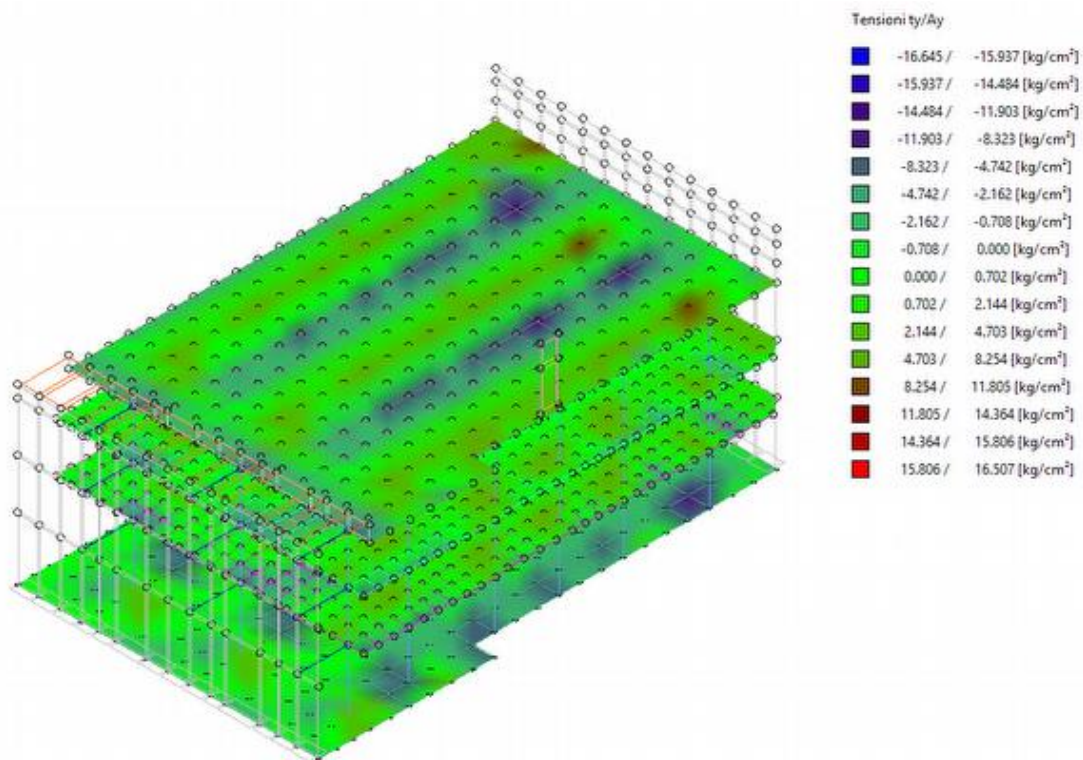


Stralcio 1 - Involuppo delle tensioni sulle piastre in c.a. dovute ai Momenti  $M_{xy}$

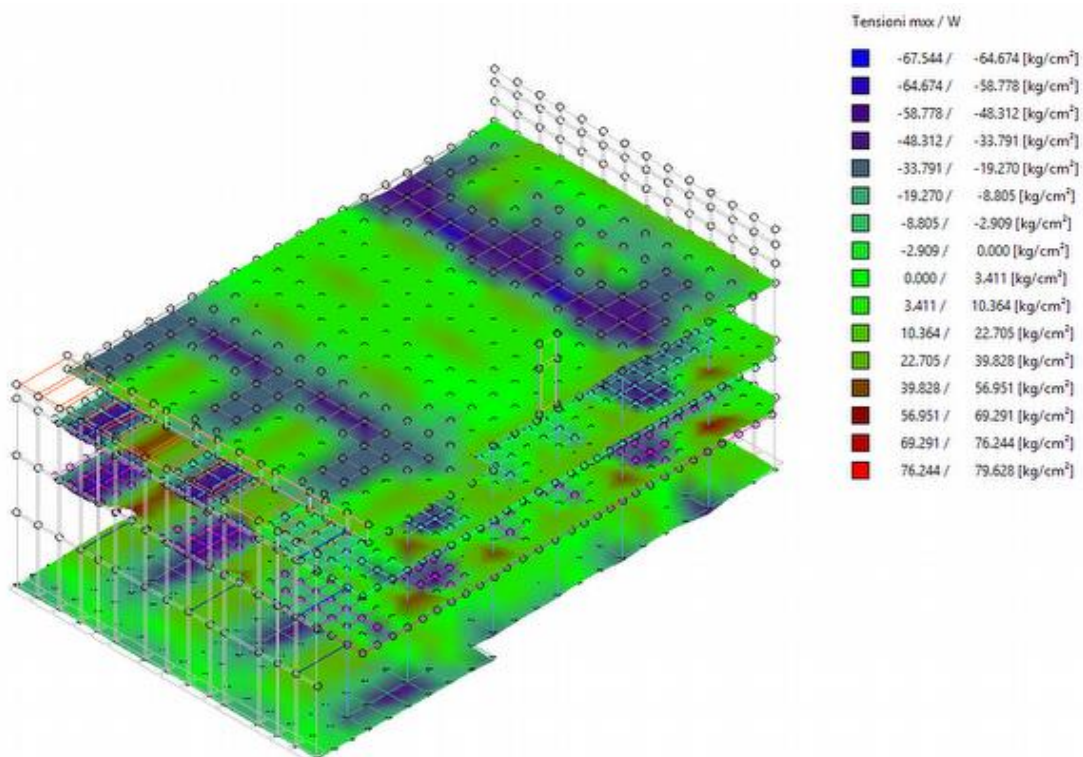


Stralcio 2 - Involuppo delle tensioni sulle piastre in c.a. dovute al Taglio  $T_x$

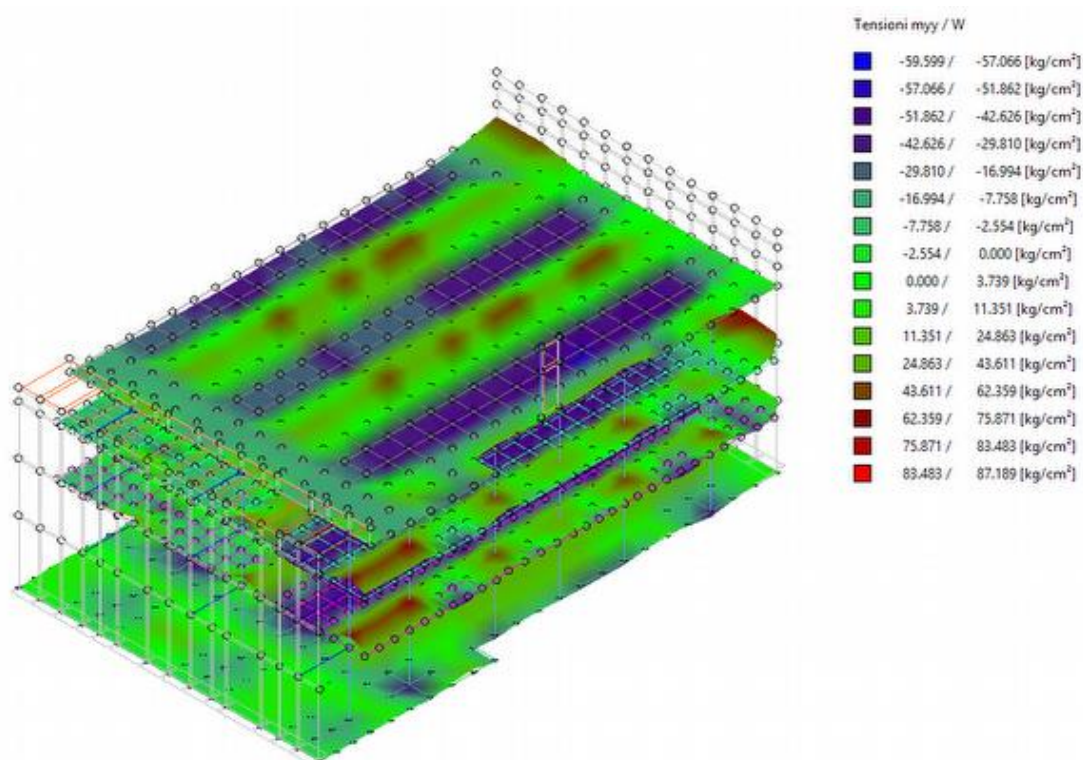




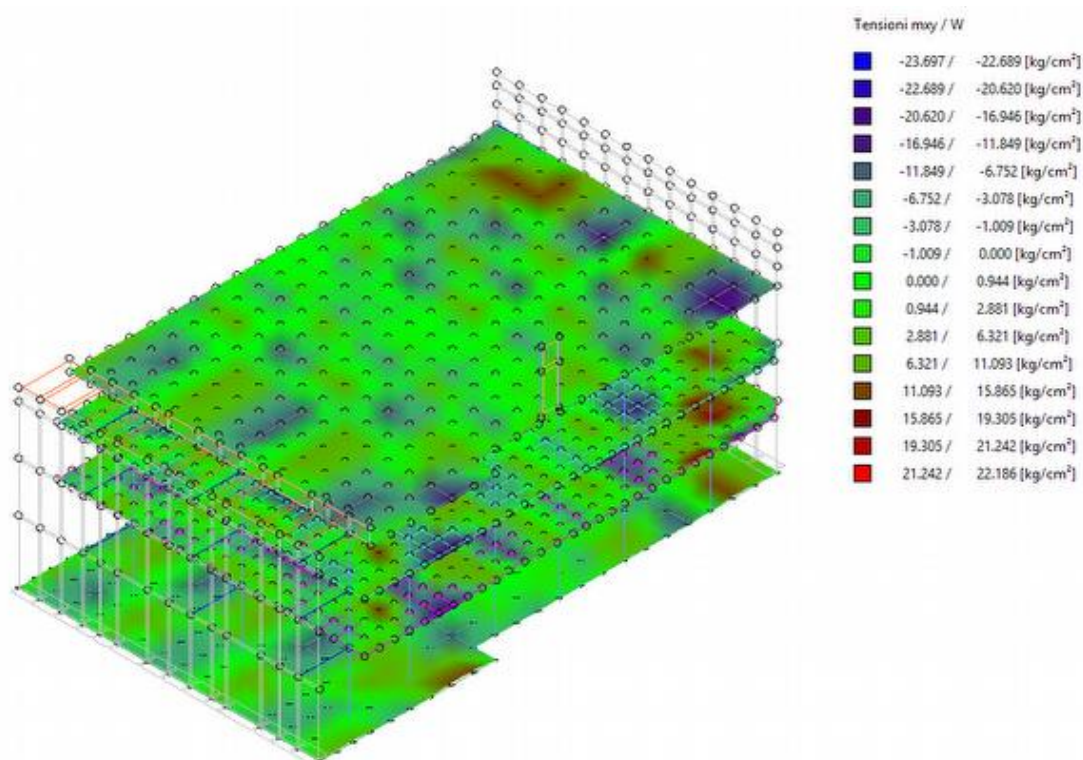
Stralcio 2 - Involuppo delle tensioni sulle piastre in c.a. dovute al Taglio  $T_y$



Stralcio 2 - Involuppo delle tensioni sulle piastre in c.a. dovute ai Momenti  $M_{xx}$



Stralcio 2 - Involuppo delle tensioni sulle piastre in c.a. dovute ai Momenti Myy

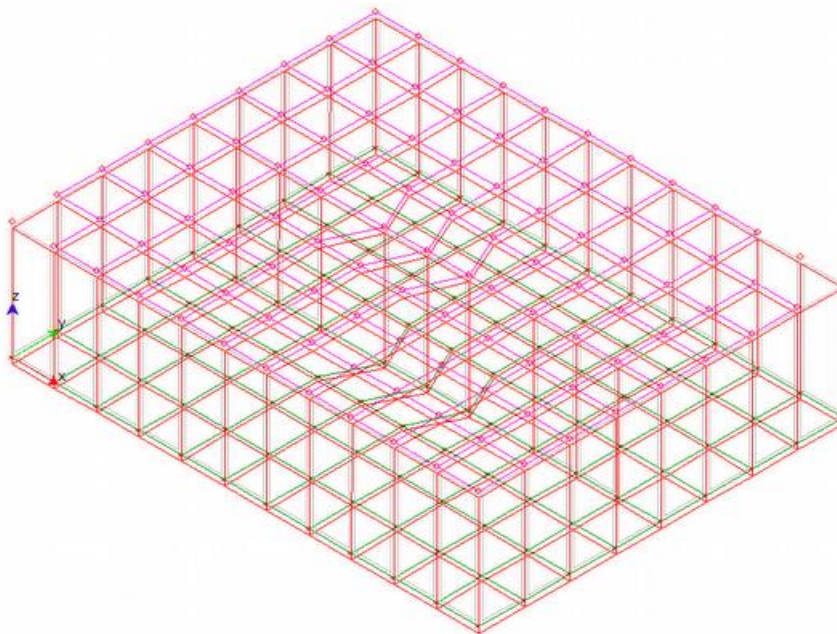


Stralcio 2 - Involuppo delle tensioni sulle piastre in c.a. dovute ai Momenti Mxy

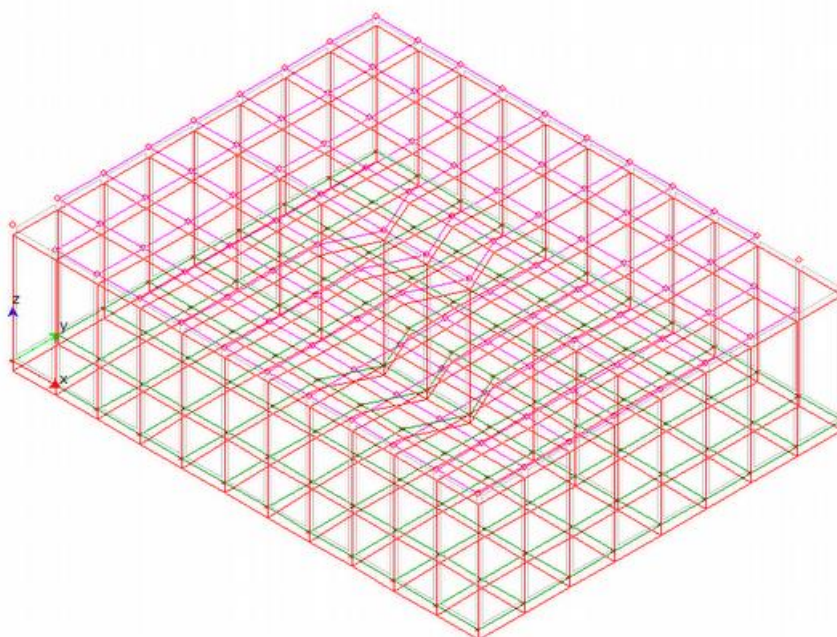


## **13.2. OPERE IDRAULICHE**

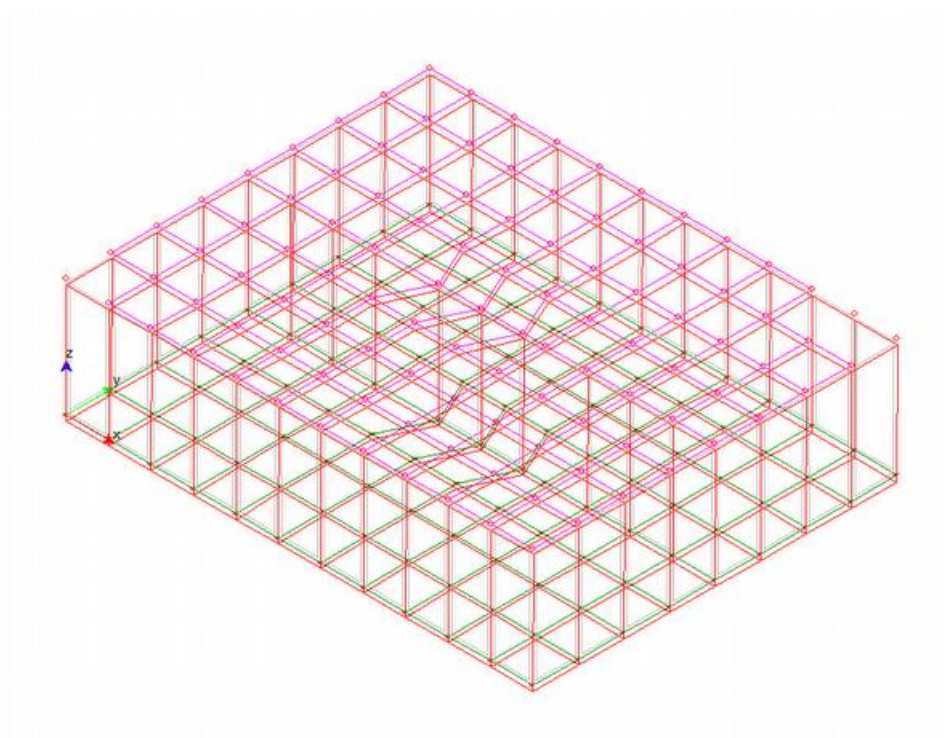
### **13.2.1. VASCA IN C.A.**



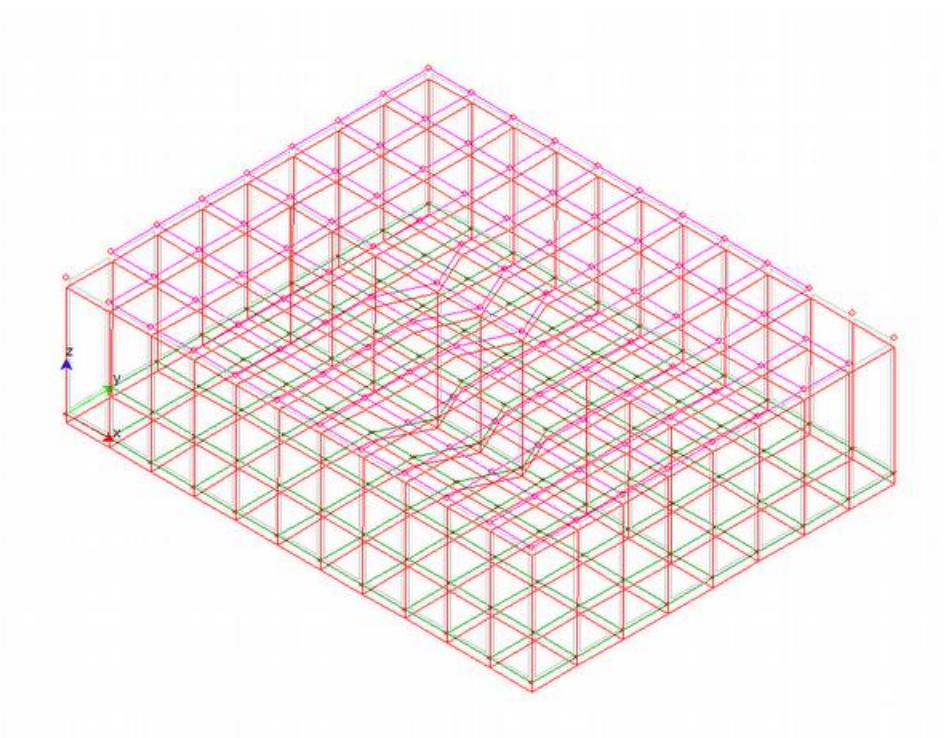
Vasca in c.a. vuota – Deformata per Sisma X+



Vasca in c.a. piena – Deformata per Sisma X+

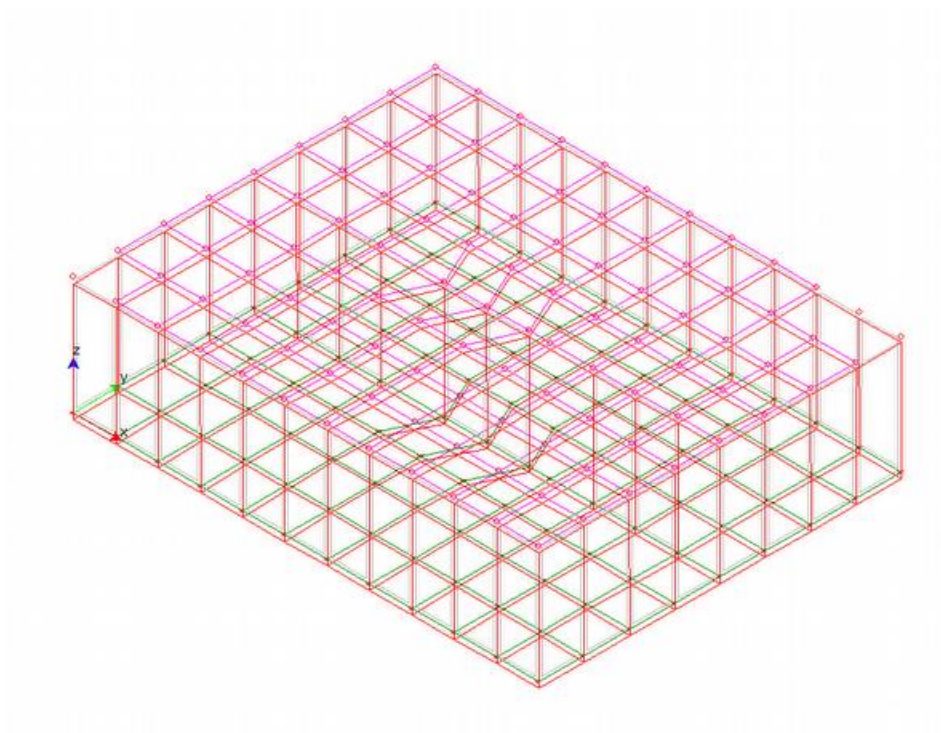


Vasca in c.a. vuota – Deformata per Sisma Y+

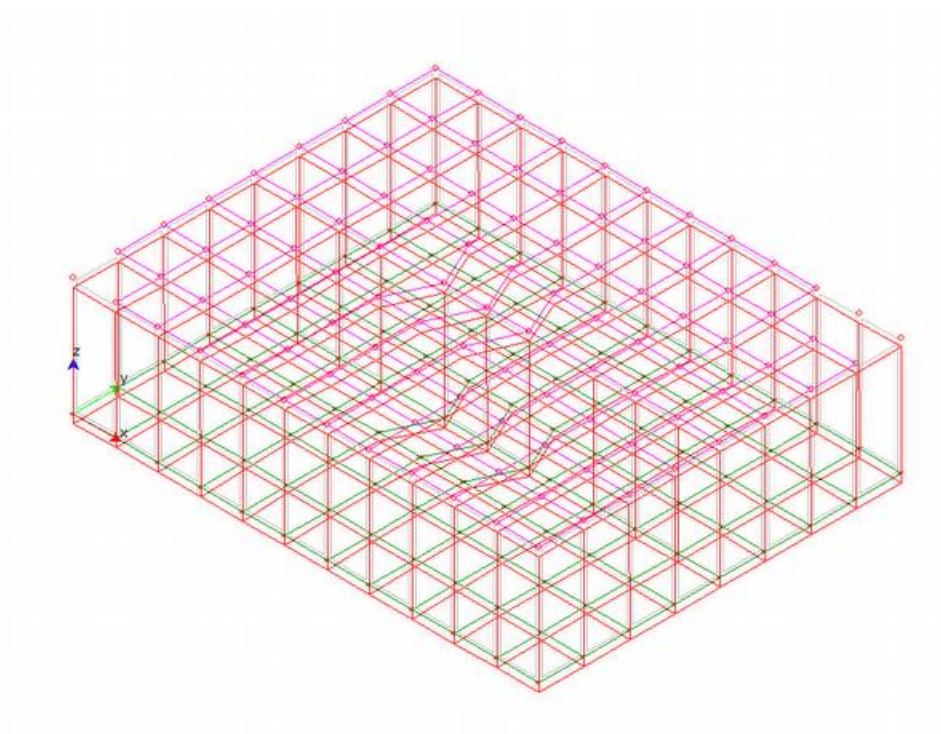


Vasca in c.a. piena – Deformata per Sisma Y+

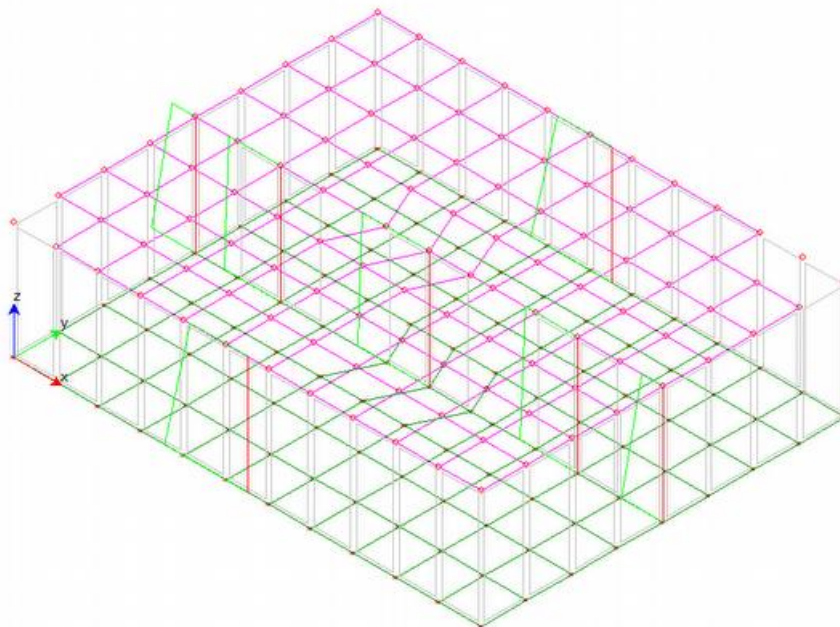




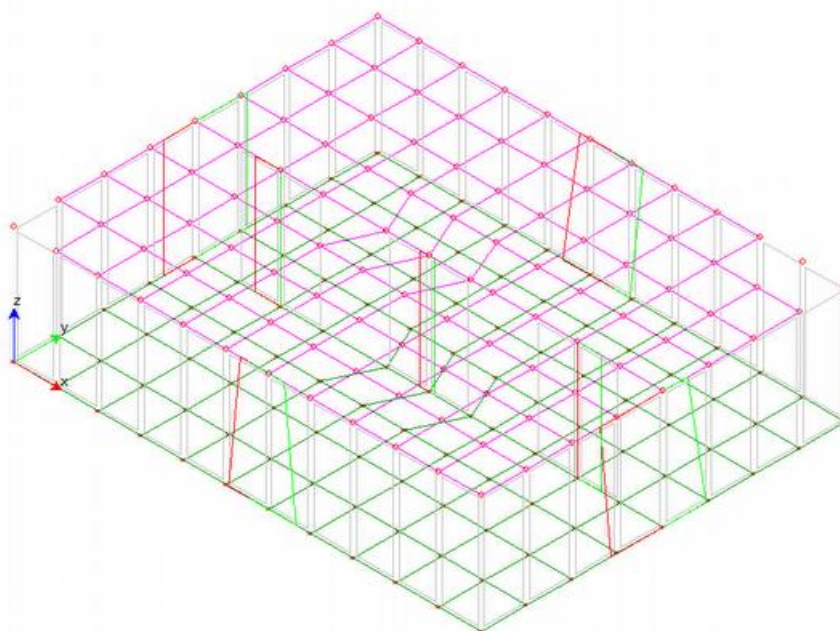
Vasca in c.a. vuota – Deformata per Combinazione Rara



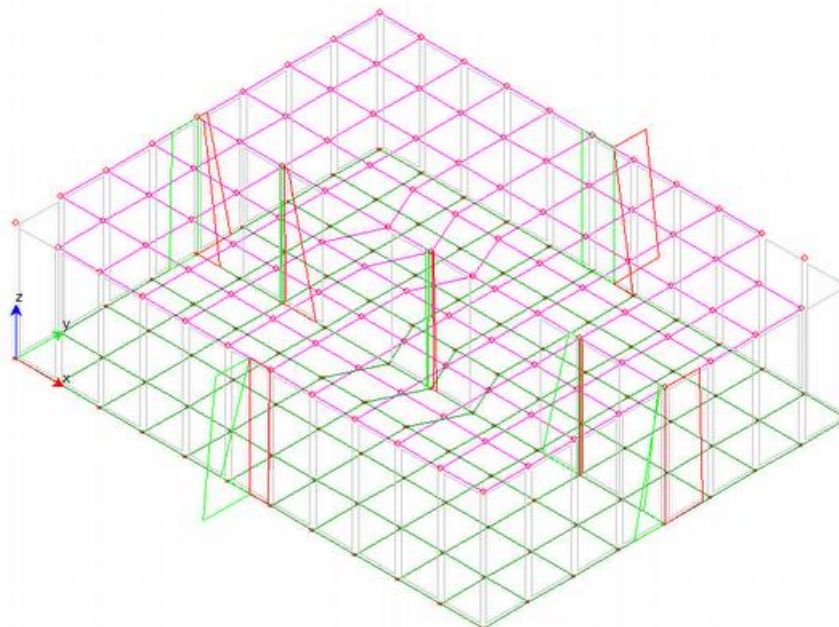
Vasca in c.a. piena – Deformata per Combinazione Rara



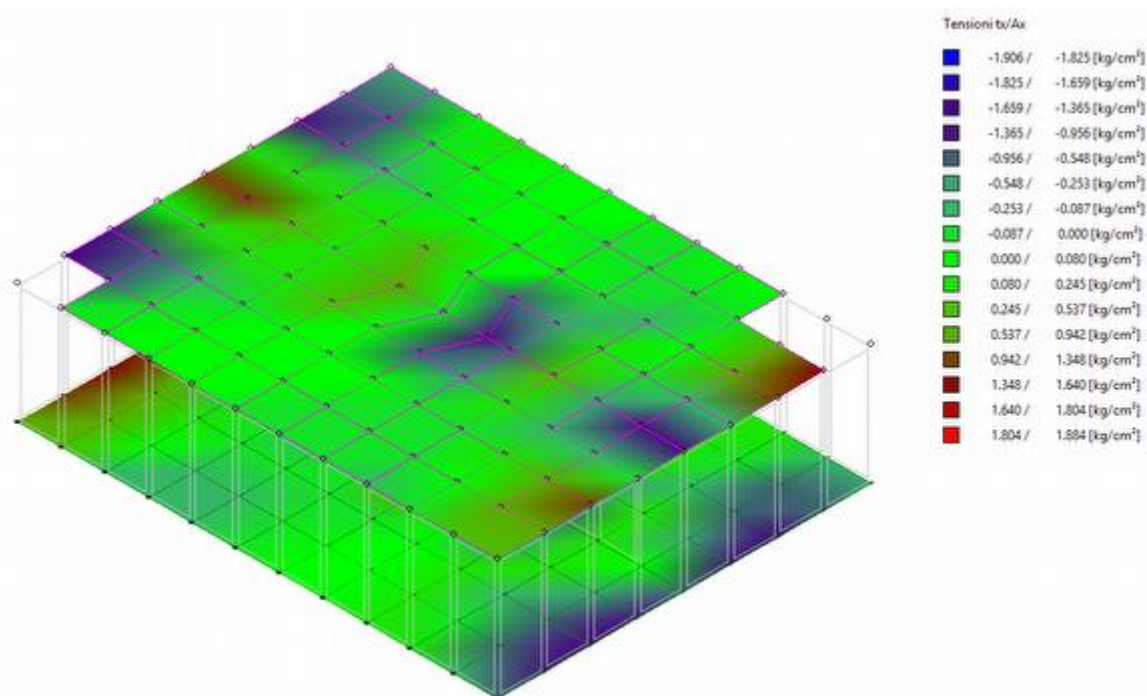
Vasca in c.a. - Involuppo dello Sforzo Normale N



Vasca in c.a. - Involuppo del Taglio T

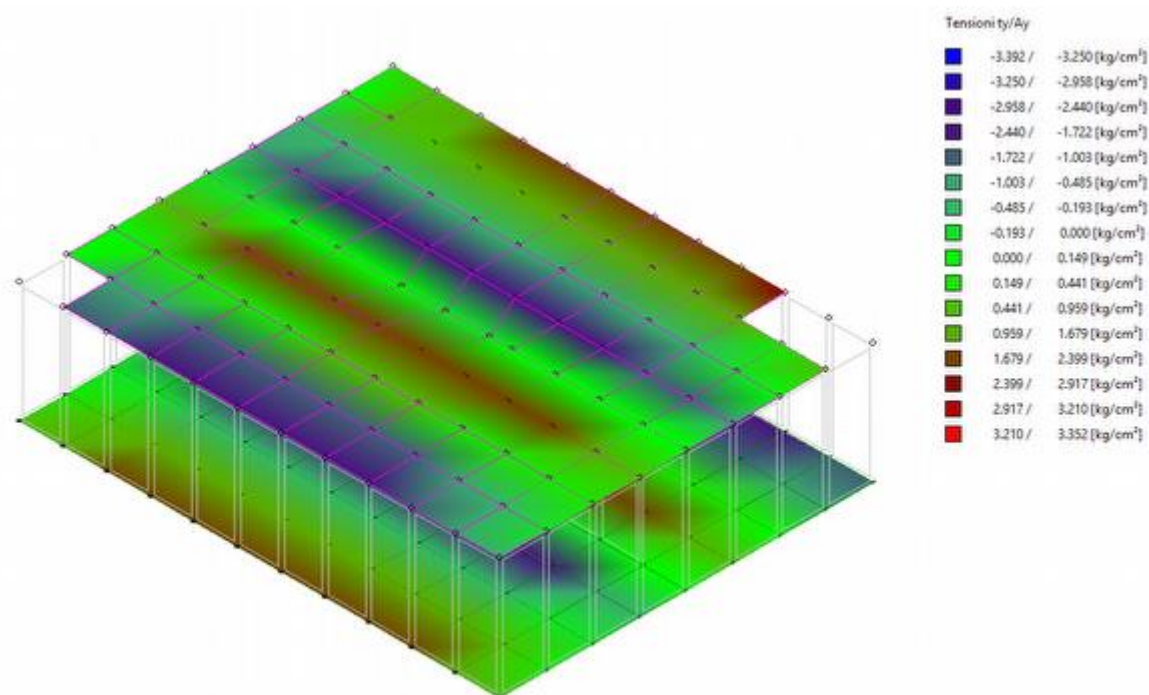


Vasca in c.a. - Involuppo del Momento M

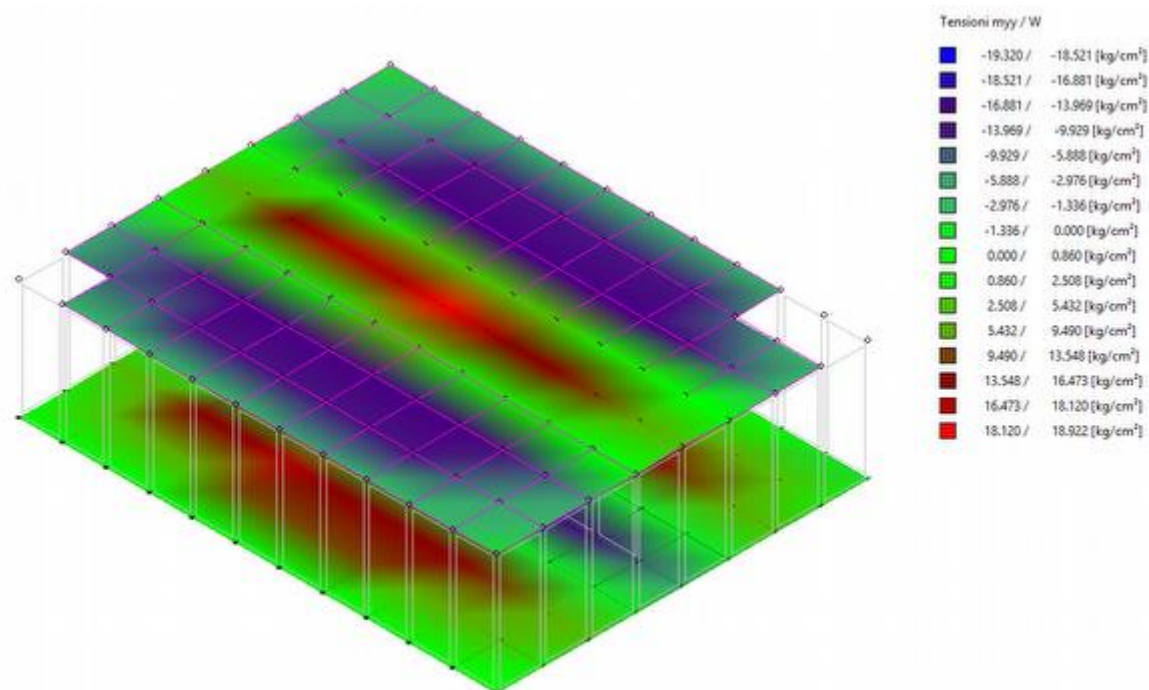


Stralcio 1 - Involuppo delle tensioni sulle piastre in c.a. dovute al Taglio Tx





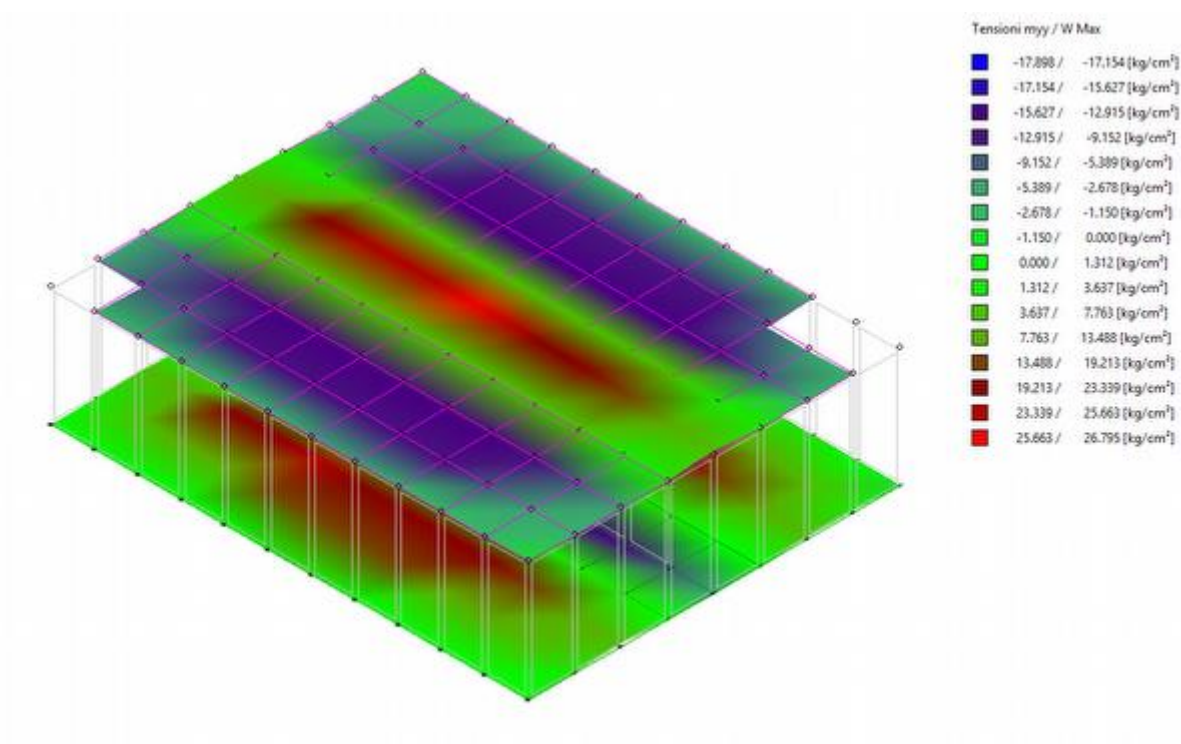
Stralcio 1 - Involuppo delle tensioni sulle piastre in c.a. dovute al Taglio Ty



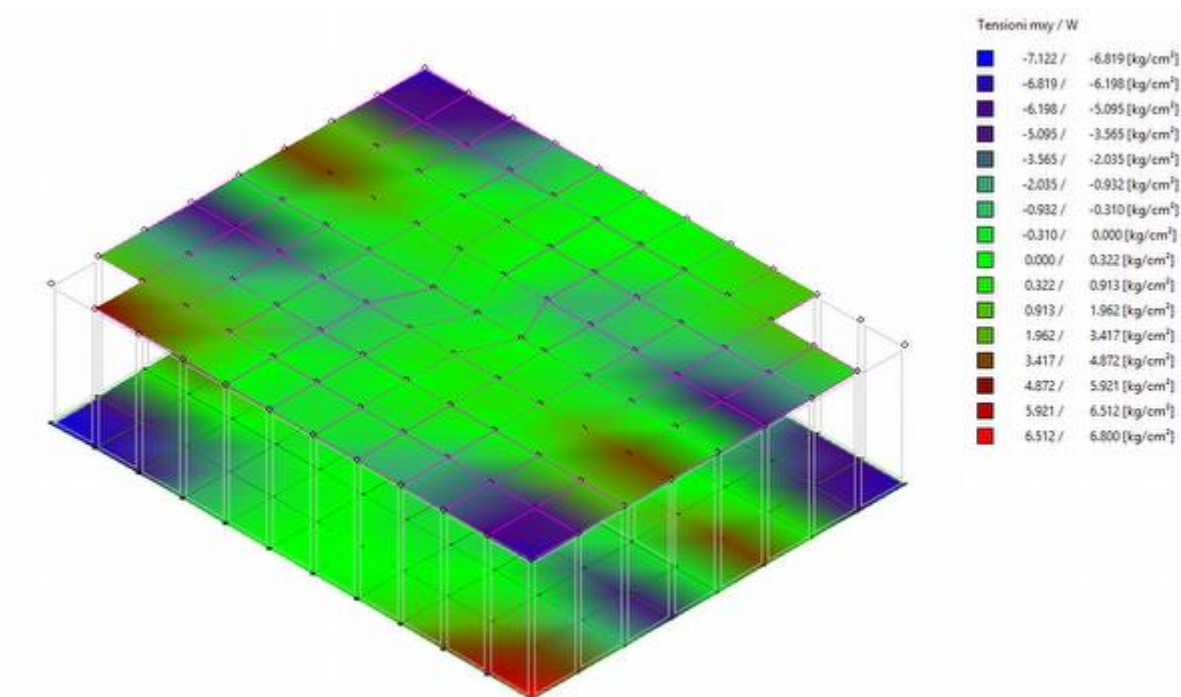
Stralcio 1 - Involuppo delle tensioni sulle piastre in c.a. dovute ai Momenti Mxx

**Comune di Catania**  
 Completamento del piano di risanamento del rione San Berillo  
**PROGETTO ESECUTIVO – OPERE DI URBANIZZAZIONE PRIMARIA – Vp1 e Vp2**  
 Relazione illustrativa e di calcolo

---

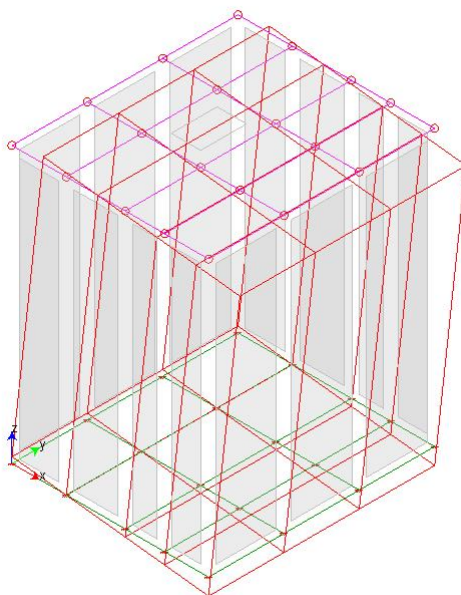


Stralcio 1 - Involuppo delle tensioni sulle piastre in c.a. dovute ai Momenti Myy

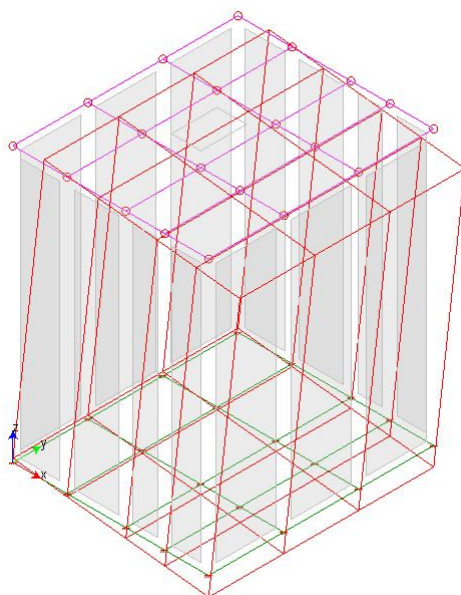


Stralcio 1 - Involuppo delle tensioni sulle piastre in c.a. dovute ai Momenti Mxy

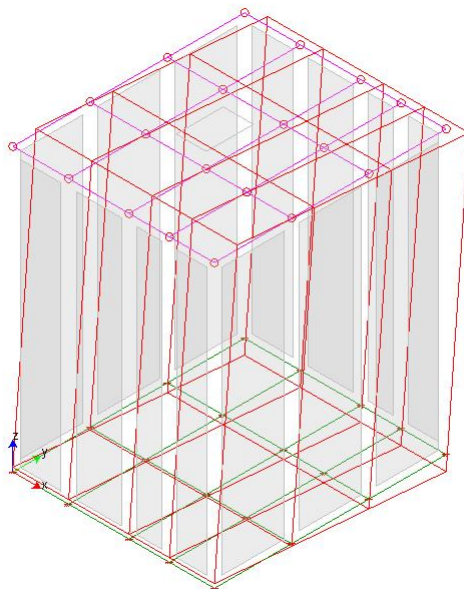
### 13.2.2. POZZETTO P.I. 6



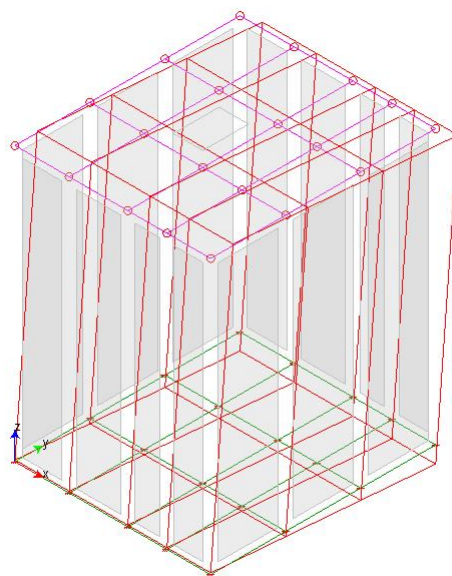
Pozzetto vuoto – Deformata per Sisma X+



Pozzetto pieno – Deformata per Sisma X+

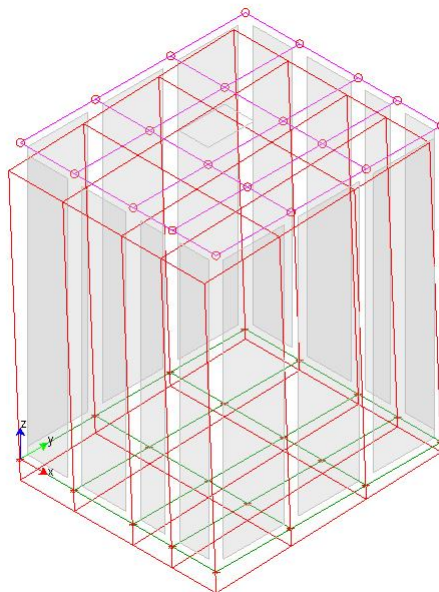


Pozzetto vuoto – Deformata per Sisma Y+

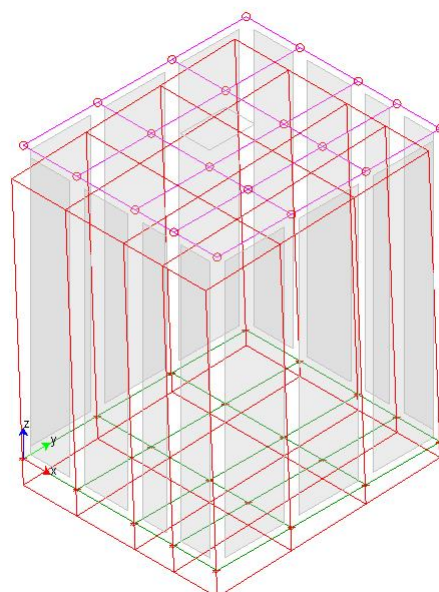


Pozzetto pieno – Deformata per Sisma Y+



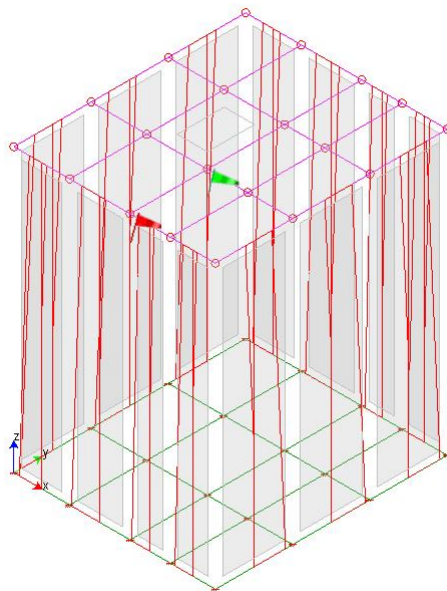


Pozzetto vuoto – Deformata per Combinazione Rara

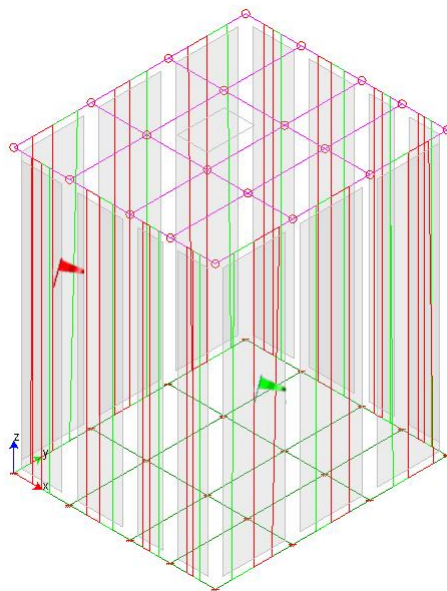


Pozzetto piena – Deformata per Combinazione Rara

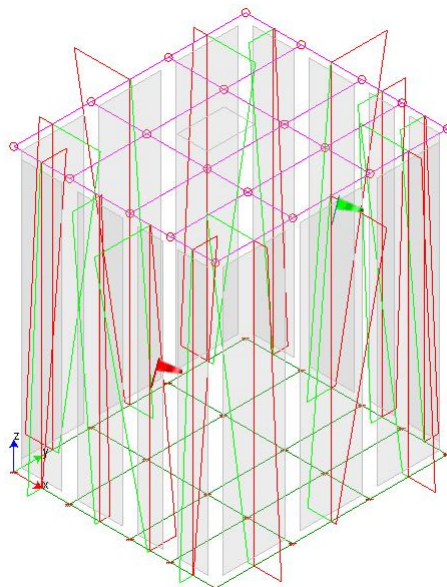




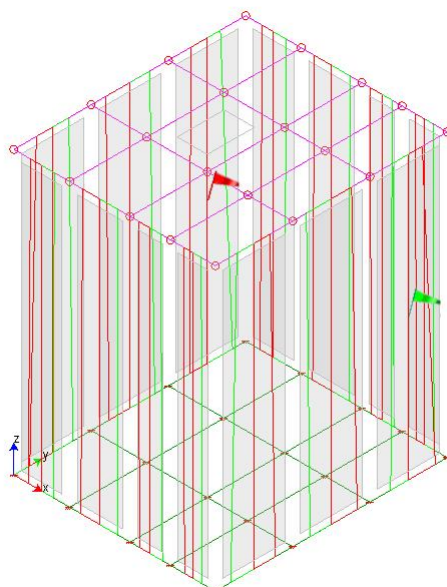
Pozzetto in c.a. - Inviluppo dello Sforzo Normale N



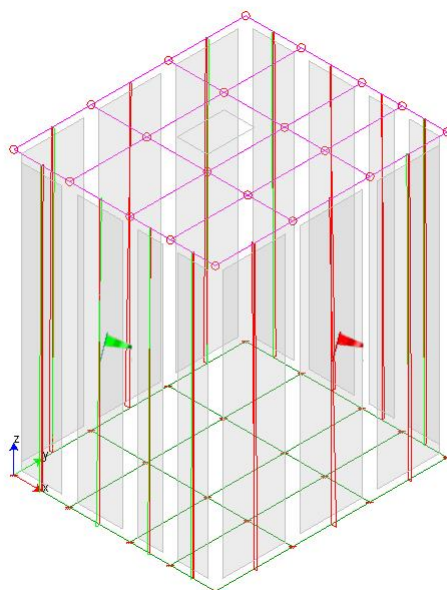
Pozzetto in c.a. - Inviluppo del Taglio nel piano Tp



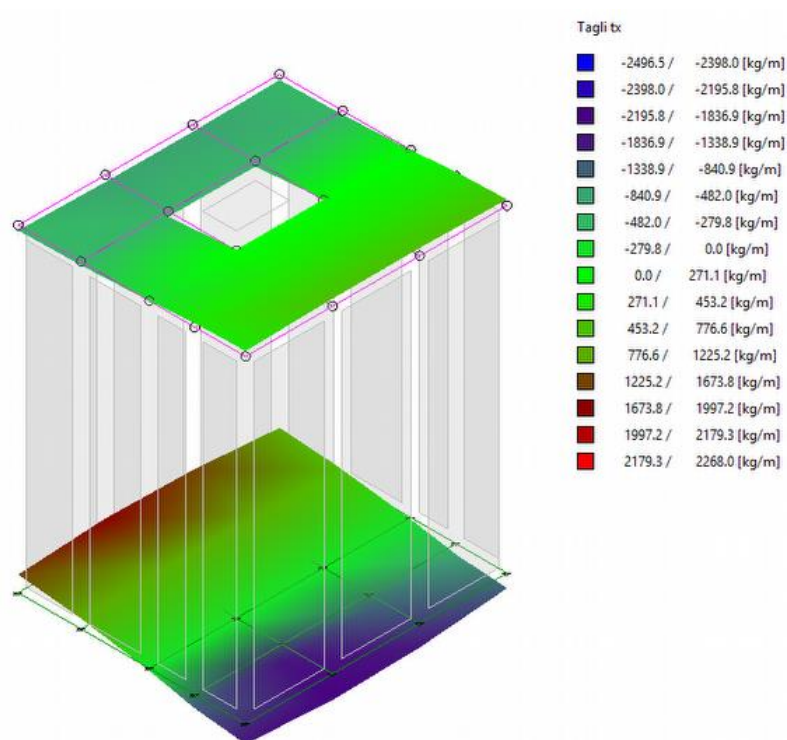
Pozzetto in c.a. - Involuppo del Taglio fuori piano Tfp



Pozzetto in c.a. - Involuppo del Momento nel piano Mp



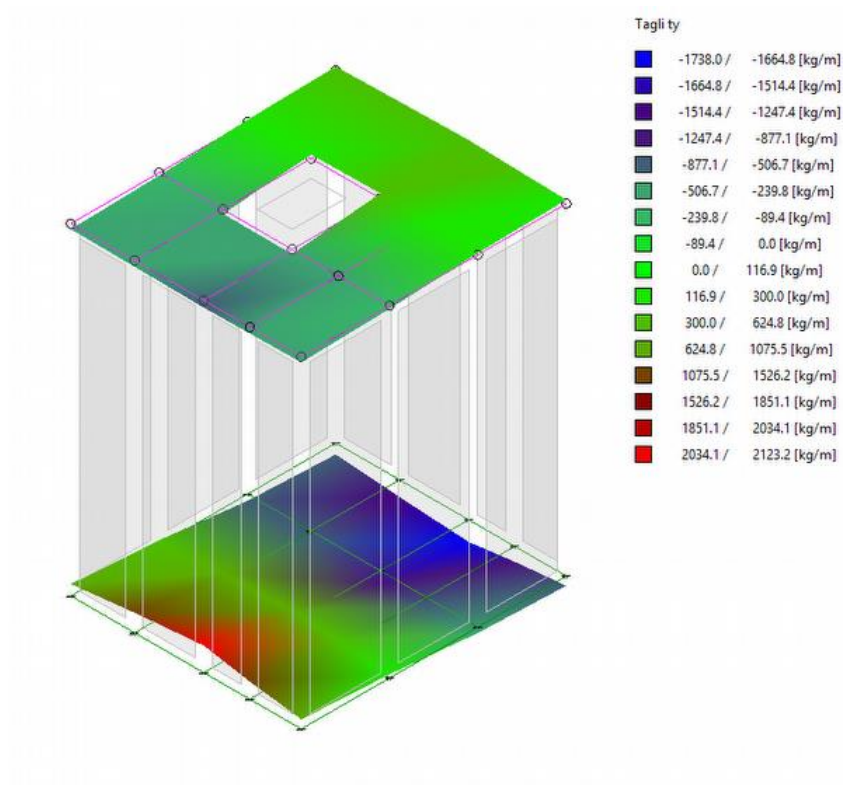
Pozzetto in c.a. - Involuppo del Momento fuori piano M<sub>fp</sub>



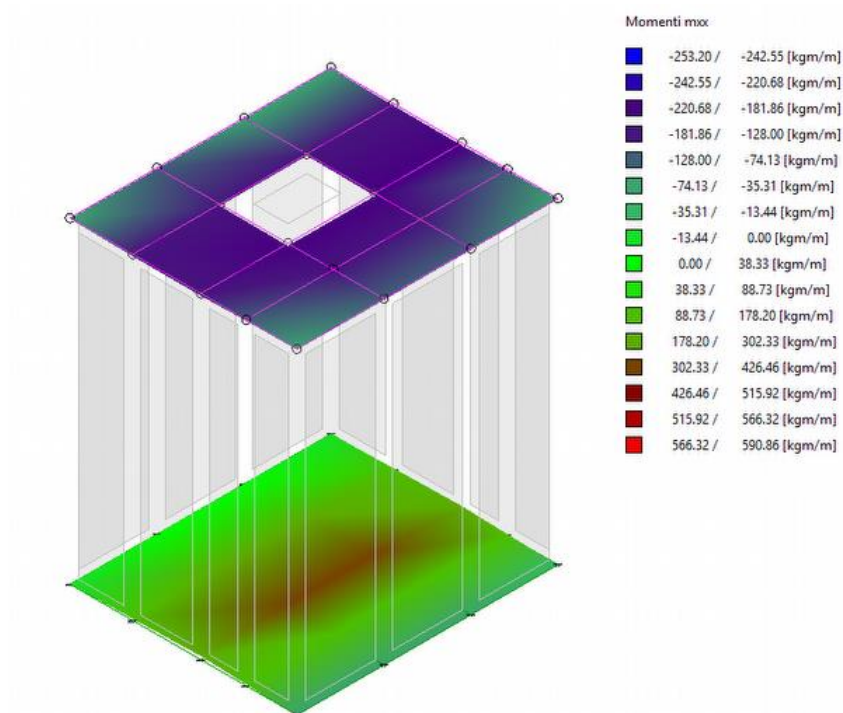
Involuppo delle tensioni sulle piastre in c.a. dovute al Taglio Tx

**Comune di Catania**  
 Completamento del piano di risanamento del rione San Berillo  
**PROGETTO ESECUTIVO – OPERE DI URBANIZZAZIONE PRIMARIA – Vp1 e Vp2**  
 Relazione illustrativa e di calcolo

---



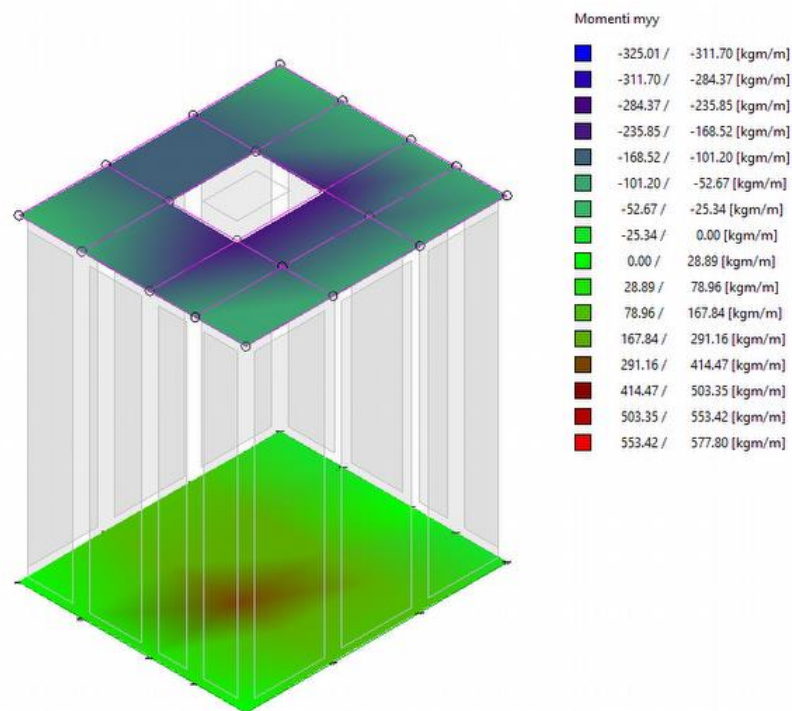
Inviluppo delle tensioni sulle piastre in c.a. dovute al Taglio Ty



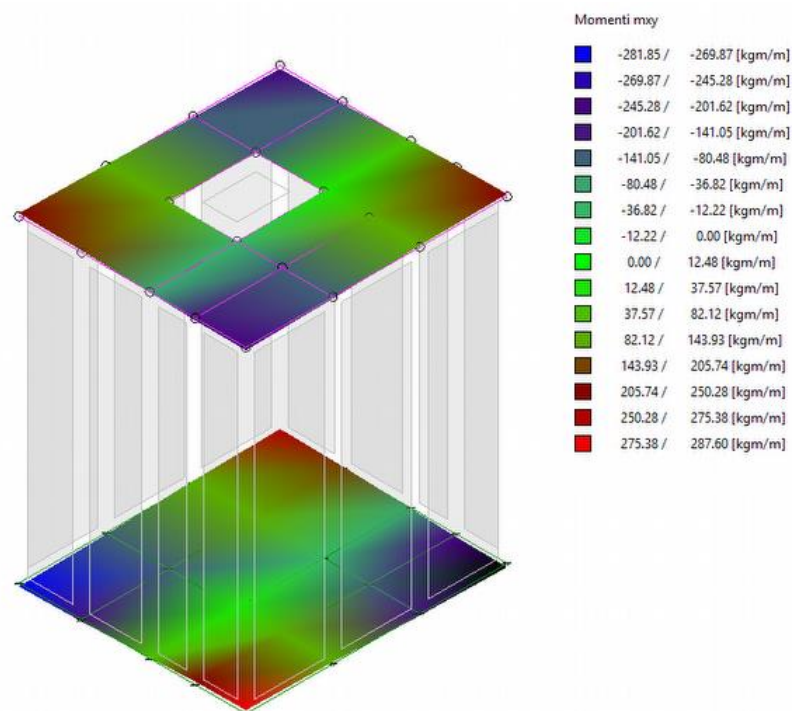
Inviluppo delle tensioni sulle piastre in c.a. dovute ai Momenti Mxx

**Comune di Catania**  
 Completamento del piano di risanamento del rione San Berillo  
**PROGETTO ESECUTIVO – OPERE DI URBANIZZAZIONE PRIMARIA – Vp1 e Vp2**  
 Relazione illustrativa e di calcolo

---



Inviluppo delle tensioni sulle piastre in c.a. dovute ai Momenti Myy



Inviluppo delle tensioni sulle piastre in c.a. dovute ai Momenti Mxy