

COMUNE DI PORTOMAGGIORE

PROVINCIA DI FERRARA

IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI FERTILIZZANTI DA FANGHI DI  
DEPUAZIONE SITO IN VIA PORTONI BANDISSOLO LOCALITA'  
PORTOVERRARA

ASSEVERAZIONE AI SENSI D.G.R. 1373/2011

RELAZIONE TECNICA

## **INDICE**

<b>Premessa .....</b>	<b>3</b>
<b>1. Indicazione degli estremi del committente.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Indicazione degli estremi delle figure concorrenti alla progettazione .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Individuazione del sito in cui sorgerà l'opera .....</b>	<b>4</b>
3.1. Localizzazione dell'intervento .....	4
<b>4. Indicazione di eventuali documenti tecnici applicativi ad integrazione delle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni .....</b>	<b>5</b>
4.1. Quadro normativo di riferimento.....	5
4.2. Documenti tecnici applicativi integrativi.....	5
<b>5. Indicazioni basate sulle risultanze dell'indagine geologica, delle caratteristiche del terreno su cui sorgerà la costruzione e pianificazione delle indagini geognostiche necessarie in fase di progettazione esecutiva .....</b>	<b>5</b>
<b>6. Indicazioni sulle prime ipotesi relative alla tipologia del sistema di fondazioni adottate .....</b>	<b>6</b>
<b>7. Indicazione delle destinazioni d'uso previste per la costruzione, dettagliate per ogni livello entro e fuori terra, con specificazione delle azioni permanenti e relativa descrizione tipologica degli elementi che concorrono alla definizione di tali azioni, nonché specificazione delle azioni variabili agenti.....</b>	<b>6</b>
7.1. Descrizione dell'organismo strutturale .....	6
7.2. Azioni di progetto sulla costruzione .....	6
7.2.1. Azioni gravitazionali .....	7
<b>8. Indicazione della "Vita Nominale" e della "Classe d'uso" della costruzione.....</b>	<b>7</b>
<b>9. Individuazione della tipologia strutturale adottata e motivazioni della scelta compiuta .....</b>	<b>7</b>
<b>10. Indicazione dei materiali adottati con particolare riferimento alle motivazioni delle</b>	



scelte compiute in relazione ai requisiti di resistenza meccanica e di durabilità con particolare riferimento alla riduzione degli interventi di manutenzione straordinaria da compiere durante la vita nominale dell'opera strutturale, al fine di mantenere nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico .....	8
10.1. Elenco dei materiali previsti .....	8
10.2. Indicazioni sul piano di manutenzione.....	8
11. Individuazione dei parametri che concorrono alla definizione dell'azione sismica di riferimento in base alla tipologia strutturale adottata e alle condizioni del sito .....	9
11.1. Metodologie di analisi e verifiche.....	9
11.1.1. Azione sismica .....	9
12. Analisi delle interazioni tra le componenti architettoniche, impiantistiche e le opere di contenimento dei consumi energetici, nonché le modalità adottate per ridurre al minimo le eventuali interferenze con le strutture e proposte esecutive conseguenti .....	11
13. Analisi finalizzate a perseguire il più possibile i criteri di regolarità in pianta ed in elevazione della costruzione, dal punto di vista del comportamento sotto l'effetto delle azioni sismiche e proposte esecutive conseguenti.....	11
13.1. Regolarità in pianta.....	11
13.2. Regolarità in altezza .....	11
14. Primi dimensionamenti di massima dei principali elementi strutturali attraverso l'impiego di schemi semplici e facilmente controllabili per una agevole lettura e interpretazione dei risultati .....	11
14.1. Informazioni sul Codice di Calcolo.....	11
14.2. Criteri generali di modellazione .....	11
14.3. Principali risultati .....	13



## **Premessa**

Nella presente relazione vengono illustrati gli elementi essenziali del progetto delle strutture relativo ai lavori di realizzazione di un impianto di produzione fertilizzanti in via Portoni Bandissolo 22 a Portomaggiore.

Si tratta in particolare, a seguito del completamento della demolizione dei volumi esistenti, della realizzazione di un fabbricato denominato “opificio”, a pianta rettangolare di lati 40.00x33.00 ml circa con strutture di tipo puntiforme in c.c.a. e copertura con elementi prefabbricati in c.c.a.p., nonché di volumi destinati a depositi di stoccaggio e biofiltro con strutture in c.c.a. gettato in opera e coperture in acciaio.

Nel seguito sono riportate le caratteristiche generali e le indicazioni di progetto relative ai volumi di nuova edificazione, nonché alcune immagini contenenti l'esplicitazione degli esiti delle modellazioni ad elementi finiti implementate.

Completano l'intervento opere di ri-funzionalizzazione dell'edificio esistente in muratura, che prevedono la demolizione di alcune superfetazioni edificate in epoca successiva all'impianto originario e quindi strutturalmente non connesse alle strutture principali, nonché la regolarizzazione di due aperture su parete interna all'edificio tali da garantire la regolarità del flusso dei carichi verticali e il sostanziale mantenimento delle caratteristiche di resistenza e deformabilità della parete, senza pertanto modifica sensibile della risposta sismica dell'edificio rispetto allo stato attuale. Ulteriori interventi saranno valutati in corso d'opera, e progettati e depositati prima della loro esecuzione, a seguito della rimozione delle sovrastrutture e delle verifiche dell'effettivo stato di conservazione con particolare riferimento alle orditure lignee delle coperture, interessate localmente dall'installazione di pannelli fotovoltaici.

## **1. Indicazione degli estremi del committente**

### COMMITTENTE

Centro Agricoltura Ambiente “G. Nicoli” s.r.l.

Via Sant'Agata 835

Crevalcore (BO)

P.IVA 01529451203

## **2. Indicazione degli estremi delle figure concorrenti alla progettazione**

### Coordinamento generale e Progetto Architettonico

Arch. Gianni Mazzoni

Via Dante 7°

San Giorgio di Piano (BO)

C.F. MZZ GNN 70M05 A944F

### Progetto delle strutture

Ing. Marco Bettazzi

Via Castiglione, 31  
Bologna  
C.F. BTT MRC 61D01 A944I

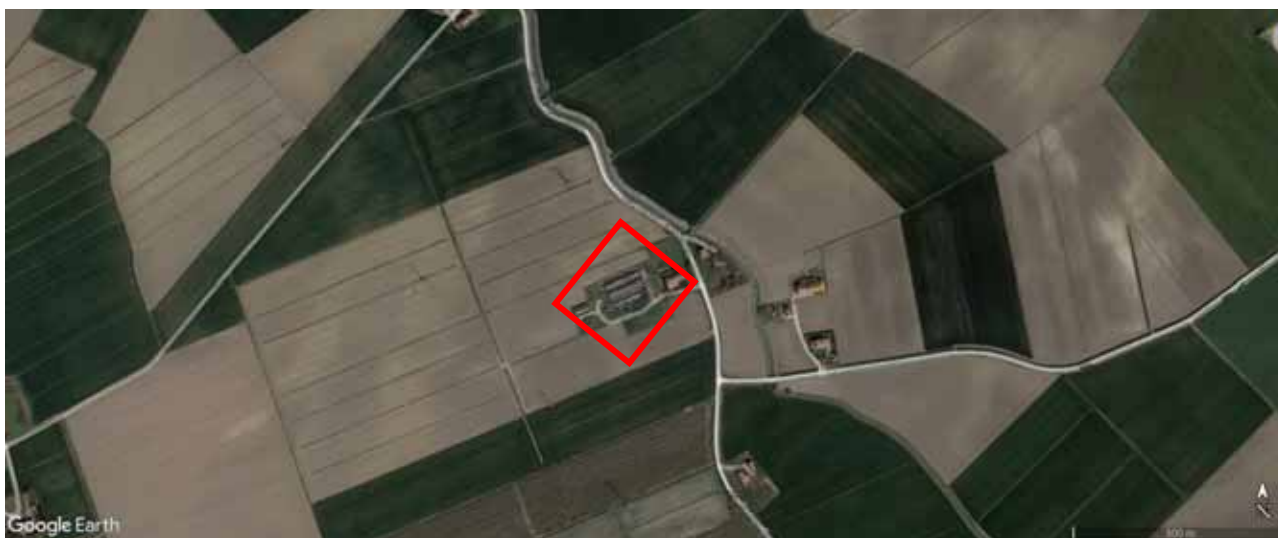
### **3. Individuazione del sito in cui sorgerà l'opera**

#### **3.1. Localizzazione dell'intervento**

Nell'immagine seguente è riportata l'individuazione del sito oggetto dell'intervento. In particolare, in Figura 1 è riportata la vista aerea del sito, con i volumi oggetto di completamento delle demolizioni e ricostruzione nonché l'edificio oggetto di rifunzionalizzazione.

Le coordinate geografiche del sito sono le seguenti:

- Longitudine: 11°50'02" E
- Latitudine: 44°40'38" N



**Figura 1 – Vista aerea del sito**

Ai sensi della delibera DGR 1164 del 23 luglio 2018, il territorio del comune di Portomaggiore (BO) è classificato come Zona sismica 3.



#### **4. Indicazione di eventuali documenti tecnici applicativi ad integrazione delle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni**

##### **4.1. Quadro normativo di riferimento**

La normativa italiana cui viene fatto riferimento è la seguente:

- D.M. del 17 Gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni";
- Circolare 21 Gennaio 2019, n. 7 "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni";
- Legge n. 1086 del 5 Novembre 1971. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica";
- D.P.R. 6 Giugno 2001 n. 380. "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamenti in materia edilizia";

##### **4.2. Documenti tecnici applicativi integrativi**

- Atto di indirizzo della Regione Emilia Romagna recante: "Individuazione dei contenuti cogenti del progetto esecutivo riguardante le strutture, ai sensi dell'art.12, comma 1, della L.R. n.19 del 2008".

#### **5. Indicazioni basate sulle risultanze dell'indagine geologica, delle caratteristiche del terreno su cui sorgerà la costruzione e pianificazione delle indagini geognostiche necessarie in fase di progettazione esecutiva**

Le indagini geologiche, sismiche, le prove in situ e le caratteristiche geo-morfologiche del sito su cui si prevede sorgerà l'opera in esame sono contenute all'interno della Relazione Geologica e Sismica redatta dal Dott. Geol. Raffaele Brunaldi del 2018 e successiva integrazione del giugno 2020.

Dalle analisi e dalle verifiche condotte, è possibile risalire alle caratteristiche del sito riportate nel seguito:

- Comune di Portomaggiore (FE): **Zona 3**;
- Categoria di sottosuolo: **D**;
- Categoria topografica: **T1**.

Sulla base delle prove penetrometriche condotte in situ è possibile suddividere il terreno secondo gli strati seguenti:

Profondità dal p.c. [m]	Descrizione unità litologica
Da 0 m a -5,60 m	Argille
Da -5,60	Argille localmente organiche con lenti limo-sabbiose e argille limose



Il potenziale di liquefazione è da ritenere trascurabile.

Il parametro caratteristico  $c_{uk}$  è identificato in valori variabili tra 0.51 e 0.60 kg/cm<sup>2</sup>, ridotto a 0.40 kg/cm<sup>2</sup> a seguito delle indagini integrative.

## **6. Indicazioni sulle prime ipotesi relative alla tipologia del sistema di fondazioni adottate**

L'apparato fondale si prevede sarà costituito da platee di fondazione, nervata all'estradosso per l'opificio.

Lo spessore delle platee è identificato in 0.50 m per i depositi di stoccaggio, in 0.60 m (con nervature estradosali di altezza 0.40 m) per l'opificio.

Il parametro di resistenza è in prima approssimazione identificabile come segue:

$$R_d = 5.14 \cdot c_{uk} / 2.3 = 0.89 / 1.12 \text{ kg/cm}^2.$$

Il massimo valore di calcolo delle pressioni assume il valore non superiore a 0.8 kg/cm<sup>2</sup>.

## **7. Indicazione delle destinazioni d'uso previste per la costruzione, dettagliate per ogni livello entro e fuori terra, con specificazione delle azioni permanenti e relativa descrizione tipologica degli elementi che concorrono alla definizione di tali azioni, nonché specificazione delle azioni variabili agenti.**

### **7.1. Descrizione dell'organismo strutturale**

L'opificio è costituito da un telaio spaziale in c.c.a., con colonne quadrate di lato 60 cm e copertura con travi a doppia pendenza e tegoli  $\pi$  di tipo prefabbricato in c.c.a.p.

I depositi di stoccaggio sono costituiti da pareti perimetrali in c.c.a. gettato in opera e coperture in acciaio con travi principali e secondario a sezione IPE e controventi di piano.

Per maggiori informazioni si rimanda agli elaborati strutturali allegati alla presente relazione.

### **7.2. Azioni di progetto sulla costruzione**

Si riportano nel seguito le azioni considerate per il dimensionamento degli elementi strutturali, oltre ai pesi propri delle strutture e sovrastrutture.

### 7.2.1. Azioni gravitazionali

A	DEPOSITI DI STOCCAGGIO - OPIFICIO	Platea
Carichi variabili		$q_k$ [kg/m <sup>2</sup> ]
Stoccaggio prodotto finito A		5500
Stoccaggio prodotto finito B		5200
Opificio		1000

B	COPERTURE	
Cat. H1 Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione		50
Carico da neve	--	120

Tabella 1 – Carichi gravitazionali

In corrispondenza della copertura dei depositi di stoccaggio adiacenti l'opificio, in accordo con il D.M. 17.01.2018 è stato considerato un sovraccarico da neve aggiuntivo dovuto all'accumulo.

## 8. Indicazione della "Vita Nominale" e della "Classe d'uso" della costruzione

Il fabbricato presenterà:

- Classe d'Uso: **II**
- Vita Nominale: **50 anni.**

## 9. Individuazione della tipologia strutturale adottata e motivazioni della scelta compiuta

La porzione in elevazione dell'opificio è stata progettata adottando un comportamento strutturale **dissipativo**, con classe di duttilità "**B**", e fattore di struttura calcolato come riportato nel seguito:

- §7.3.1:  $q = 2,5$  Strutture prefabbricate con pilastri incastrati e orizzontamenti incernierati

Poiché la struttura in esame è **regolare sia in pianta che in elevazione**, il valore del fattore di comportamento non deve essere ridotto e pertanto:

$q_{SLV} = 2,50$
------------------

Per ciò che concerne il dimensionamento della fondazione, invece, in accordo con il paragrafo §7.2.5 del D.M. 17/01/2018 è stato adottato un comportamento strutturale **non dissipativo** con fattore di comportamento unitario.



La porzione in elevazione dei depositi di stoccaggio è stata analogamente progettata adottando un comportamento strutturale **dissipativo**, con classe di duttilità “B”, e fattore di struttura calcolato come riportato nel seguito:

- **§7.3.1:**  $q = 3,0$  Strutture a pareti

Poiché la struttura in esame è **non regolare in pianta**, il valore del fattore di comportamento deve essere ridotto del fattore 0.8 e pertanto:

$q_{SLV} = 2,40$
------------------

## 10. Indicazione dei materiali adottati con particolare riferimento alle motivazioni delle scelte compiute in relazione ai requisiti di resistenza meccanica e di durabilità con particolare riferimento alla riduzione degli interventi di manutenzione straordinaria da compiere durante la vita nominale dell'opera strutturale, al fine di mantenere nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico

### 10.1. Elenco dei materiali previsti

I materiali previsti per la realizzazione delle strutture, tenuto conto delle caratteristiche d'uso – della classe di esposizione – del conseguente minimo di resistenza, sono i seguenti:

- Calcestruzzo di classe C32/40 - classe di esposizione XA2
- Calcestruzzo di classe C40/50 – per gli elementi prefabbricati precompressi
- Acciaio per carpenterie S275JR

### 10.2. Indicazioni sul piano di manutenzione

I materiali sopra indicati saranno capaci di garantire un'adeguata durabilità, attraverso una manutenzione ordinaria dell'opera, sino alla fine della vita utile della struttura.

Considerando le strutture in c.c.a. i principali sintomi di degrado sono:

- Efflorescenze e macchie;
- Fessurazione e crepe causate da ritiro plastico per essiccamento rapido;
- Corrosione delle armature per carbonatazione o per cloruri;
- Scrostatura per azione espansiva delle armature ossidate;
- Disgregazione (deterioramento con perdita di cemento e liberazione degli aggregati).

Il fenomeno più dannoso è l'alternanza di penetrazione e ritiro dell'acqua nella rete capillare che dipende in larga misura dalla differenza tra la temperatura esterna e quella del calcestruzzo e dall'umidità relativa.

Attraverso un controllo visivo dell'opera di eventuali locali distacchi del copri ferro o di



locali fenomeni di corrosione dell'acciaio è possibile intervenire, quando necessario, al ripristino dell'armatura metallica corrosa utilizzando vernici o malte o trattamenti specifici e/o al consolidamento del calcestruzzo, utilizzando malta antiritiro o trattamenti specifici.

## **11. Individuazione dei parametri che concorrono alla definizione dell'azione sismica di riferimento in base alla tipologia strutturale adottata e alle condizioni del sito**

### **11.1. Metodologie di analisi e verifiche**

Conformemente alle indicazioni del D.M.17/01/2018, è stato studiato il comportamento globale delle strutture in condizioni sia statiche che sismiche. Per lo studio di queste ultime, in particolare, sono state condotte analisi dinamiche modali con spettro di risposta elastico.

#### **11.1.1. Azione sismica**

La progettazione sismica delle strutture in elevazione è stata condotta assumendo un comportamento strutturale **dissipativo**, con classe di duttilità **"B"** con fattore di comportamento  **$q = 2,50$**  (opificio)  **$q = 2.40$**  (depositi) coerentemente con quanto riportato nel paragrafo §7.3.1 del DM 17/01/2018.

Le azioni sismiche sono state definite in accordo con il paragrafo §3.2 del D.M. 17/01/2018 considerando i seguenti parametri:

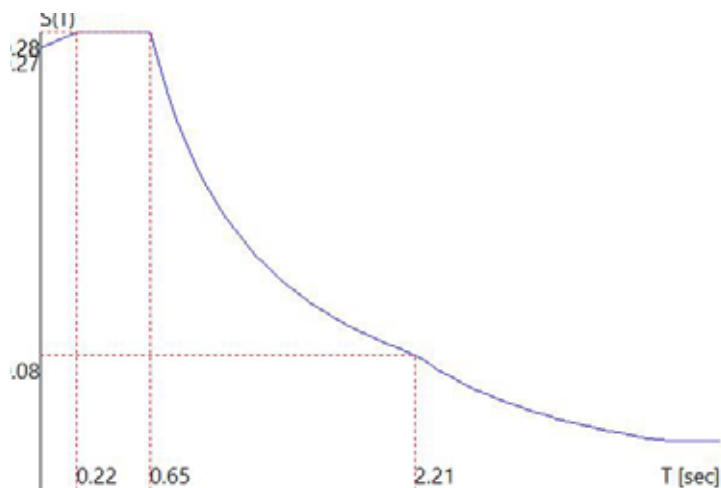
- Localizzazione: **Portomaggiore (FE)**, Italia, Longitudine  **$11^{\circ}50'02''$  E** Latitudine  **$44^{\circ}40'38''$  N**;
- Categoria di sottosuolo **D**
- Categoria topografica  **$T_1$** : *Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^{\circ}$* ;
- Coefficiente di amplificazione topografica:  **$S_t = 1.00$** ;
- Vita nominale:  **$V_N = 50$  anni**;
- Classe d'uso: **II** – *Costruzione soggetta a normali affollamenti*;
- Coefficiente d'uso:  **$C_U = 1.0$** ;
- Periodo di riferimento per l'azione sismica:  **$V_R = V_N C_U = 50$  anni**;
- Smorzamento viscoso: **5%**.

Applicando i parametri riportati in precedenza si ottengono, a titolo di esempio per l'opificio, i seguenti spettri inerenti gli Stati Limite di salvaguardia della Vita (SLV) e di Danno (SLD).

#### **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)**

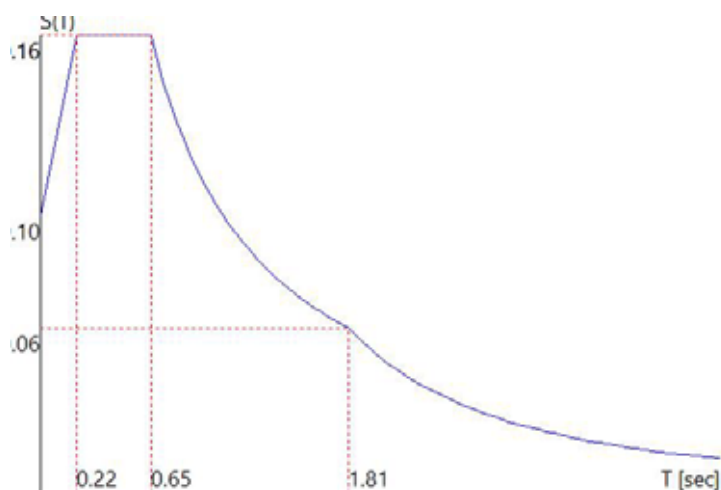
- Probabilità di superamento ( $P_{VR}$ ) 10.0 e periodo di ritorno ( $T_R$ ) 475 (anni)
- $S_s$  1.800
- $T_B$  0.22 [sec]
- $T_C$  0.65 [sec]
- $T_D$  2.21 [sec]

- $a_g/g$  0.1517
- $F_o$  2.5900
- $T_C^*$  0.2700



#### Stato Limite di danno (SLD)

- Probabilità di superamento ( $P_{VR}$ ) 63.0 e periodo di ritorno ( $T_R$ ) 50 (anni)
- $S_s$  1.800
- $T_B$  0.22 [sec]
- $T_C$  0.65 [sec]
- $T_D$  1.81 [sec]
- $a_g/g$  0.0531
- $F_o$  2.4784
- $T_C^*$  0.2719



## **12. Analisi delle interazioni tra le componenti architettoniche, impiantistiche e le opere di contenimento dei consumi energetici, nonché le modalità adottate per ridurre al minimo le eventuali interferenze con le strutture e proposte esecutive conseguenti**

La definizione del progetto strutturale è stata effettuata tenendo conto delle interazioni con i progetti architettonico e impiantistico e valutando le opzioni migliori per eliminare le interferenze e in modo da non inficiare la stabilità statica e sismica dell'intero apparato strutturale.

## **13. Analisi finalizzate a perseguire il più possibile i criteri di regolarità in pianta ed in elevazione della costruzione, dal punto di vista del comportamento sotto l'effetto delle azioni sismiche e proposte esecutive conseguenti**

### **13.1. Regolarità in pianta**

Le strutture dell'opificio presentano doppia simmetria, e possono pertanto essere considerate regolari in pianta.

Le caratteristiche dei depositi di stoccaggio non consentono invece di attestarne la regolarità in pianta.

### **13.2. Regolarità in altezza**

La verifica della regolarità in altezza non è necessaria, trattandosi di volumi ad un solo livello.

## **14. Primi dimensionamenti di massima dei principali elementi strutturali attraverso l'impiego di schemi semplici e facilmente controllabili per una agevole lettura e interpretazione dei risultati**

Per il dimensionamento degli elementi strutturali sono stati implementati modelli ad elementi finiti nel rispetto del progetto architettonico dell'edificio.

### **14.1. Informazioni sul Codice di Calcolo**

Il software utilizzato è il seguente: En.Ex.Sys. WinStrand Structural Analysis & Design, prodotto dalla ditta En.Ex.Sys. s.r.l. - Via Tizzano 46/2 - Casalecchio di Reno (Bologna).

### **14.2. Criteri generali di modellazione**

I volumi sono stati modellati seguendo i criteri di seguito elencati:

- **Pilastrì:** elementi monodimensionali a sviluppo verticale ai quali è stata assegnata una sezione coerente con gli elaborati strutturali ed i materiali sopra esposti;

- **Travi:** elementi monodimensionali a sviluppo orizzontale ai quali è stata assegnata una sezione coerente con gli elaborati strutturali ed i materiali sopra esposti;
- **Pareti:** costituita da elementi bidimensionali con sezione e materiali definiti in precedenza e dimensione della mesh idonea all'individuazione delle possibili criticità a livello globale e locale;
- **Impalcati:** aree di carico alle quali sono state assegnate orditure coerenti con gli elaborati strutturali e carichi riportati nel paragrafo §7.2.1 della presente;
- **Platee di fondazione:** costituite da elementi bidimensionali con sezione e materiali definiti in precedenza e dimensione della mesh idonea all'individuazione delle possibili criticità a livello globale e locale.

Al fine di definire al meglio le sollecitazioni nei differenti elementi strutturali, sono stati implementati per ciascun edificio 2 distinti modelli di calcolo:

1. **Elevazioni:** sono presenti tutti gli elementi strutturali in elevazione ad esclusione della platea di fondazione, incastrati alla base allo scopo di massimizzarne le sollecitazioni prodotte dall'azione sismica;
2. **Fondazioni:** il dimensionamento delle fondazioni è stato effettuato, concordemente a quanto prescritto nel paragrafo §7.2.5 del D.M. 17/01/2018, considerando le azioni trasmesse dagli elementi soprastanti derivanti dall'analisi strutturale eseguita ipotizzando comportamento strutturale non dissipativo.

Nel seguito si riportano alcune immagini significative della fase di modellazione.

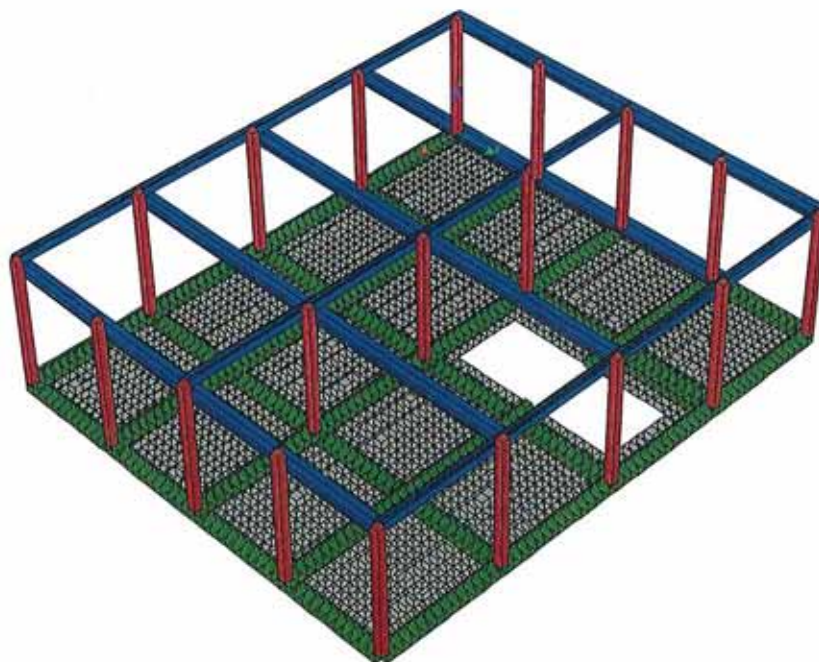


Figura 2 – Vista modello 3D opificio

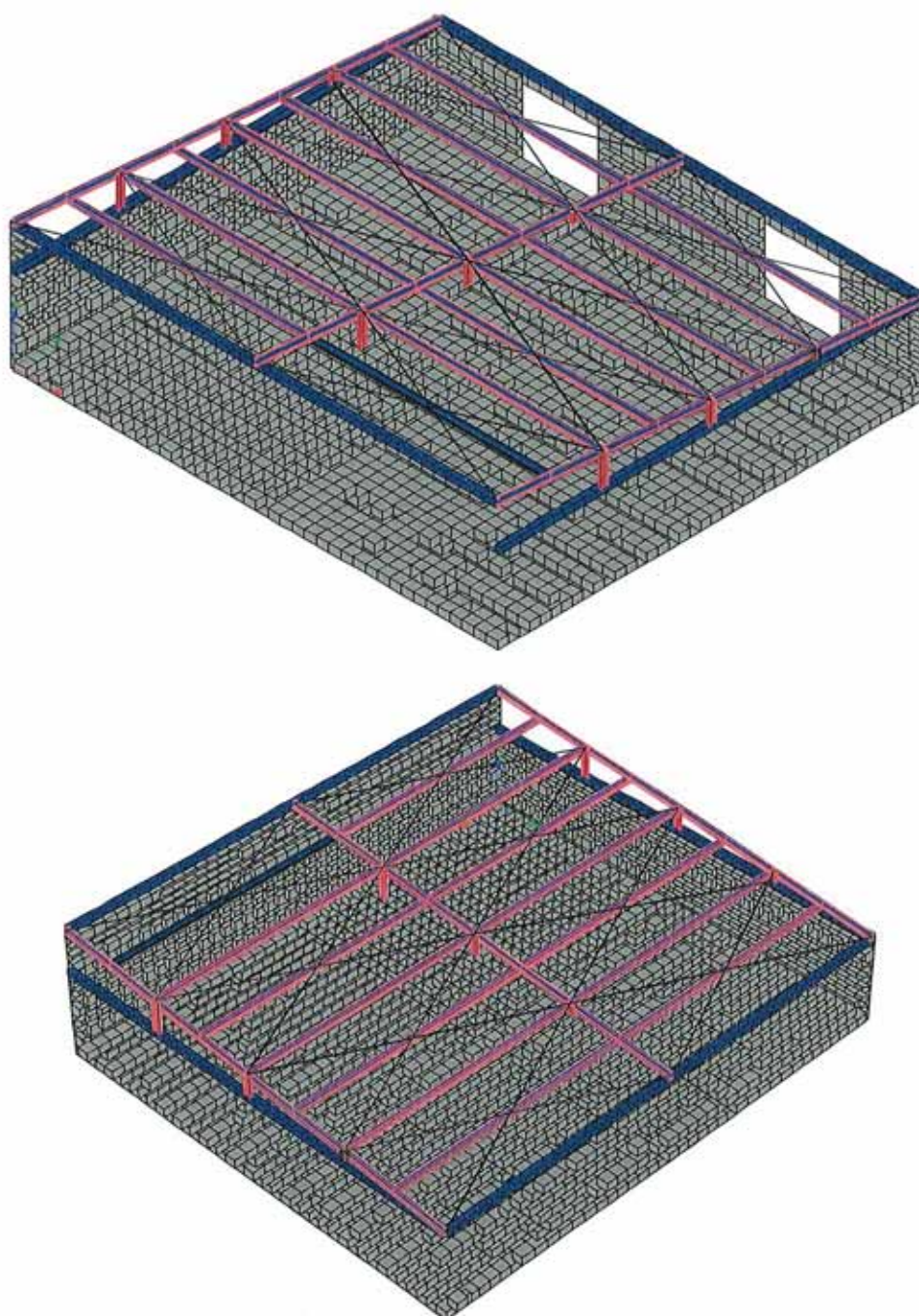


Figure 3/4 – Viste modello 3D depositi di stoccaggio 4/5-6/7

### 14.3. Principali risultati

Di seguito si riportano alcune immagini rappresentative delle sollecitazioni principali ottenute negli elementi strutturali tipo, assunte alla base delle verifiche di dimensionamento, in relazione all'opificio e ai depositi di stoccaggio 4/5-6/7 (maggiormente sollecitati rispetto ai depositi 1/2/3).

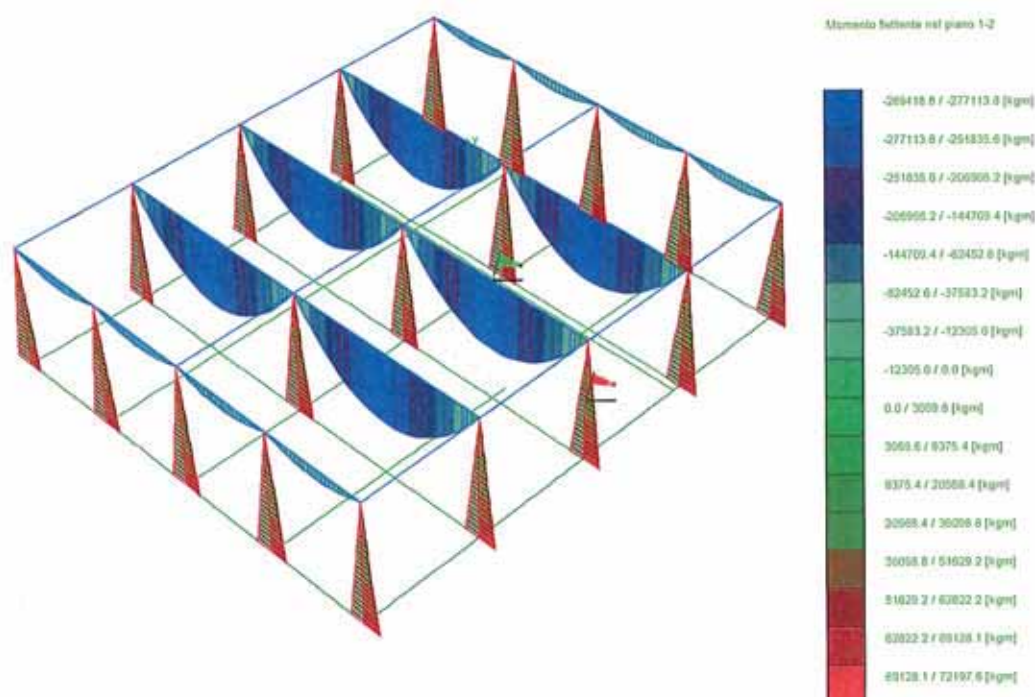


Figura 5 – Opificio : involucro momenti flettenti  $M_{12}$

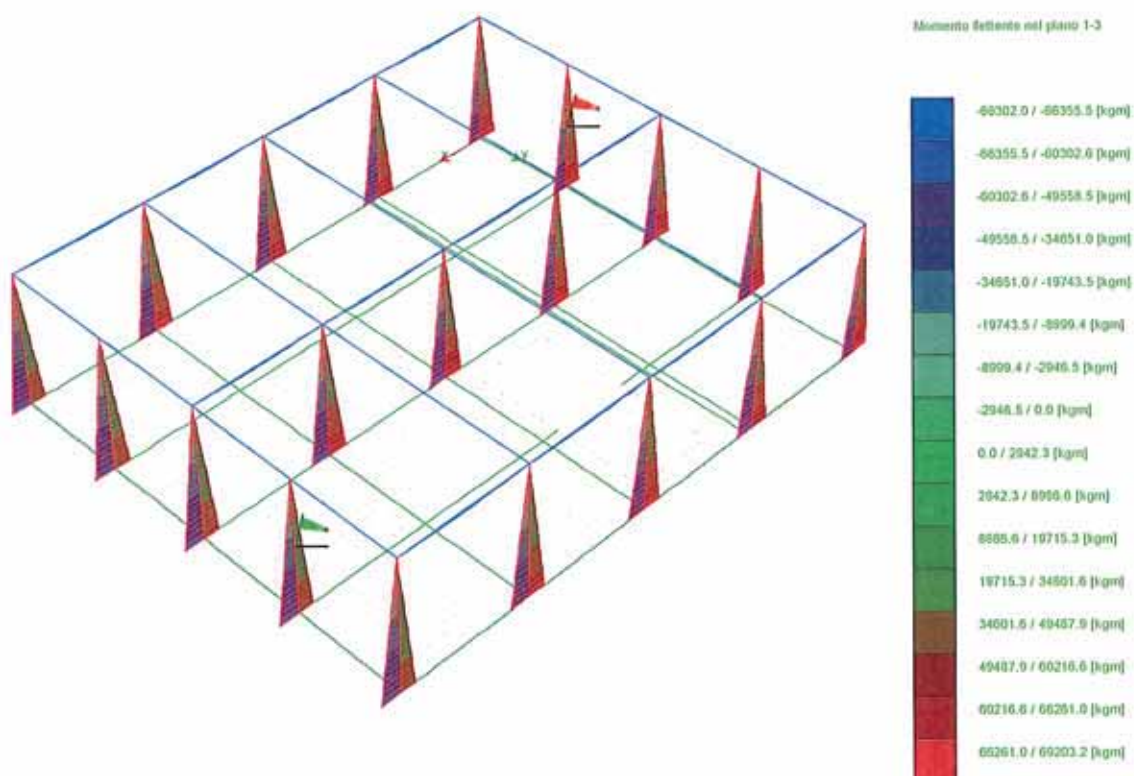


Figura 6 - Opificio: involucro momenti flettenti  $M_{13}$

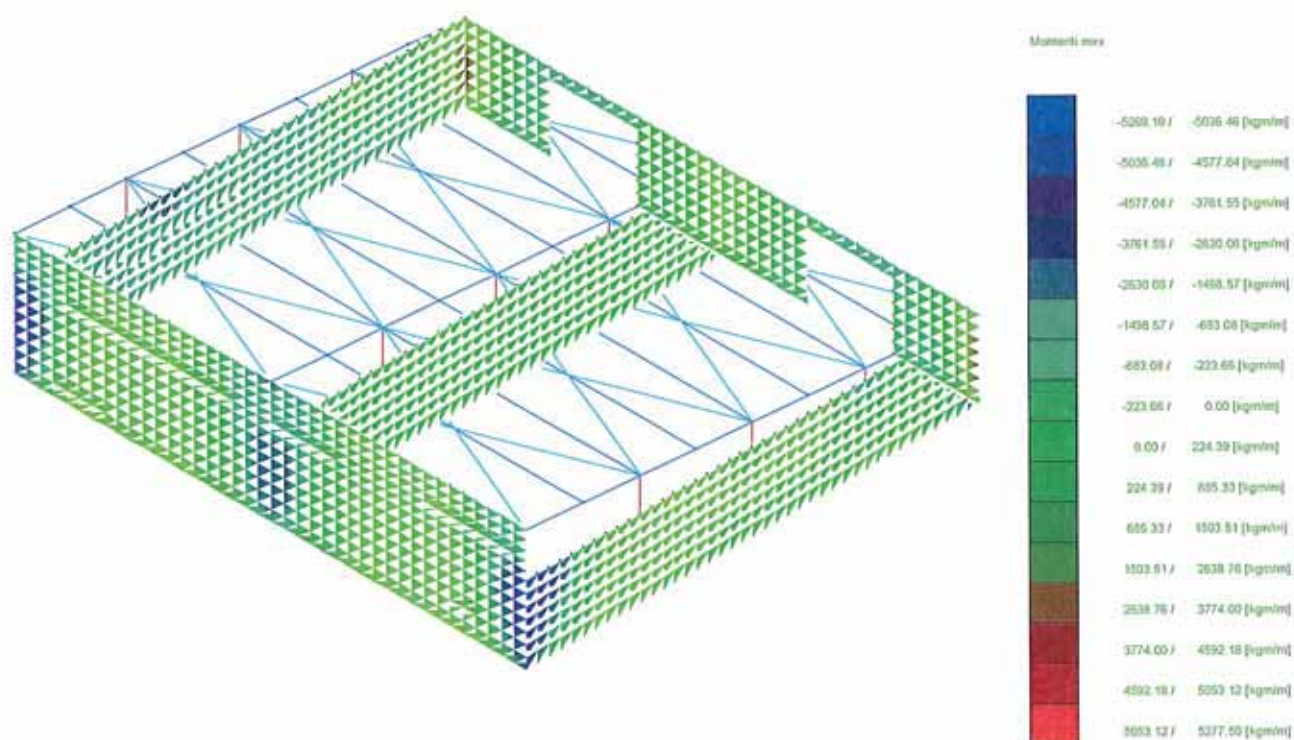


Figura 7 – Depositi: involucro momenti flettenti pareti  $m_{xx}$

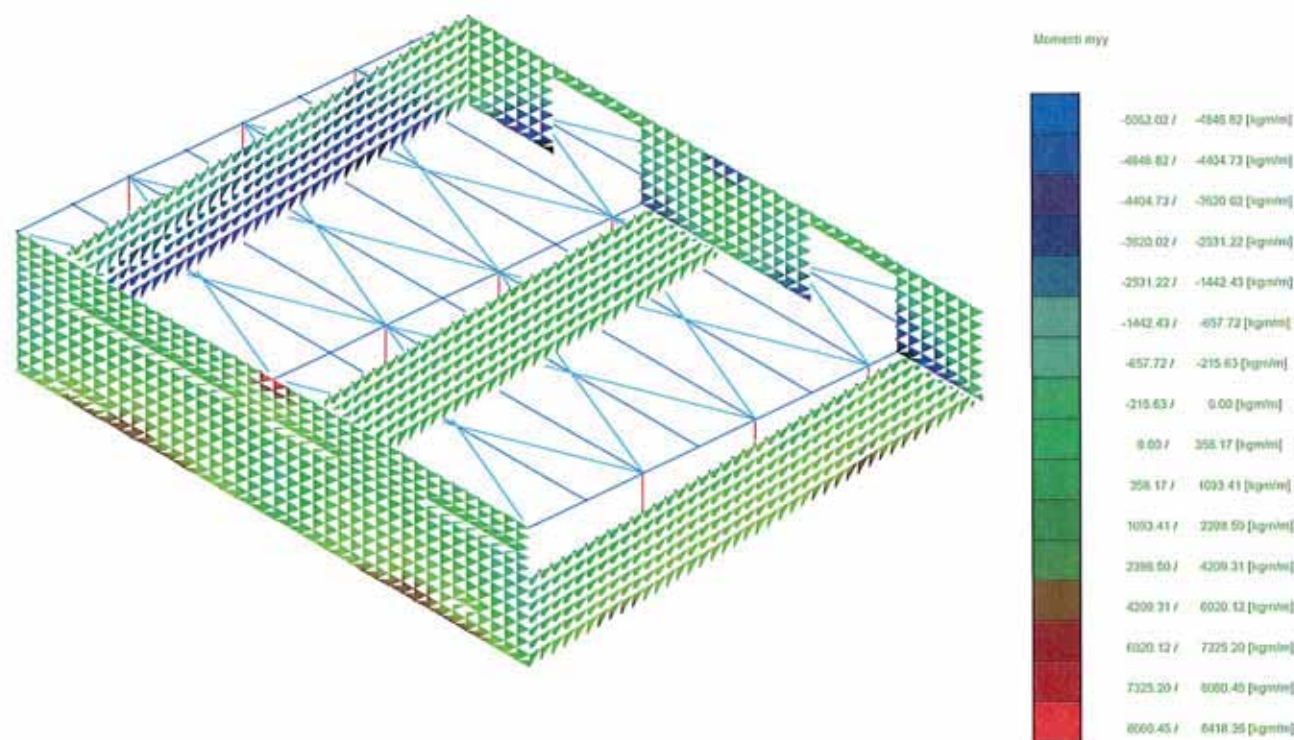


Figura 8 – Depositi: involucro momenti flettenti pareti  $m_{yy}$

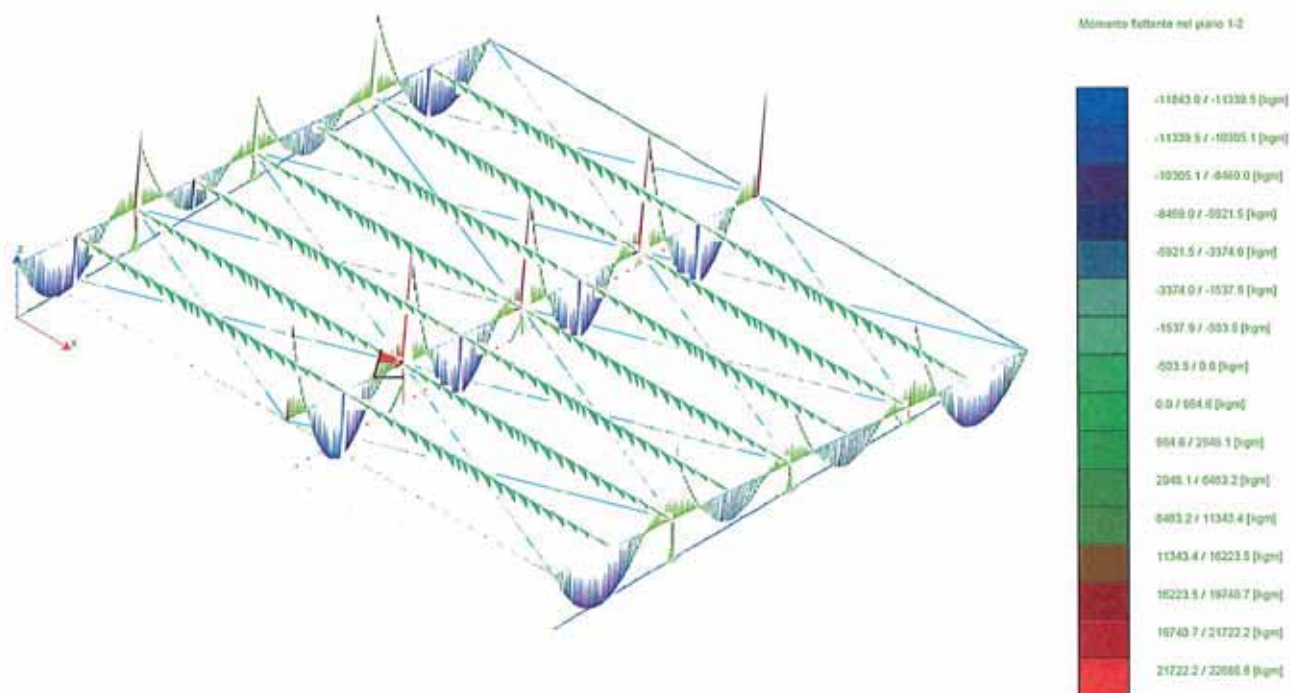


Figura 9 – Depositi: involucro momenti flettenti travi di copertura

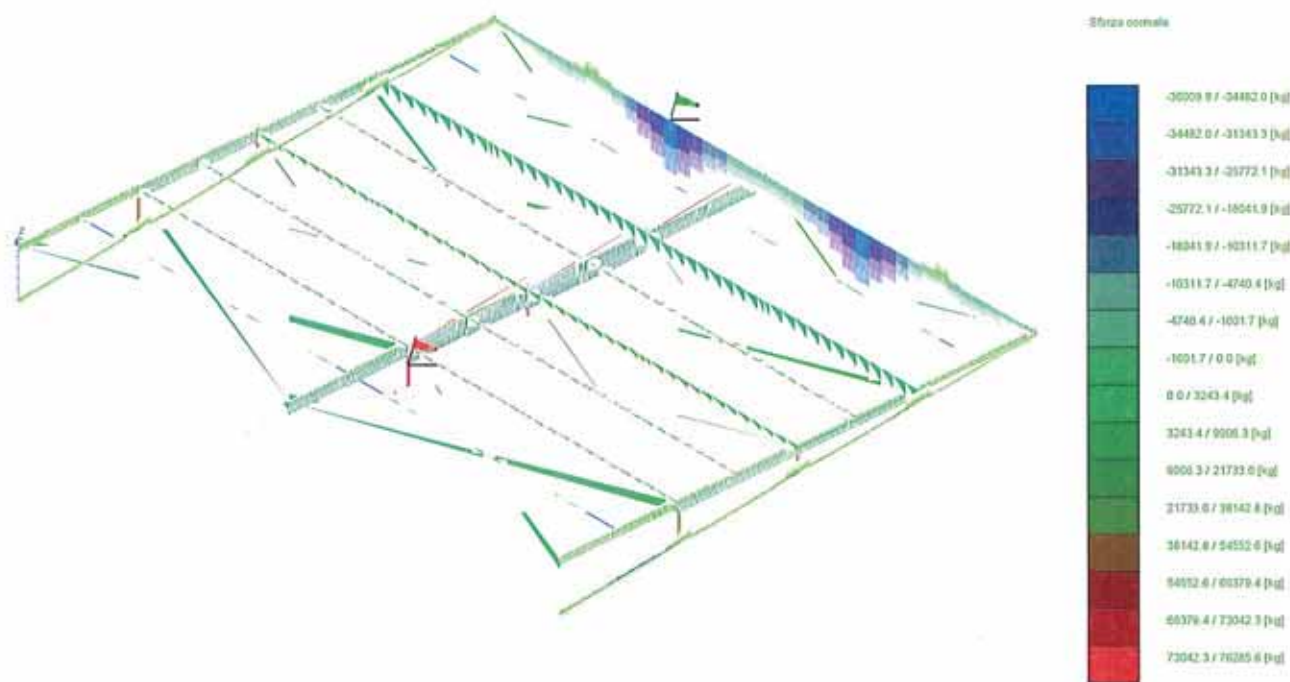


Figura 10 – Depositi: involucro sforzi assiali travi di copertura e controventi

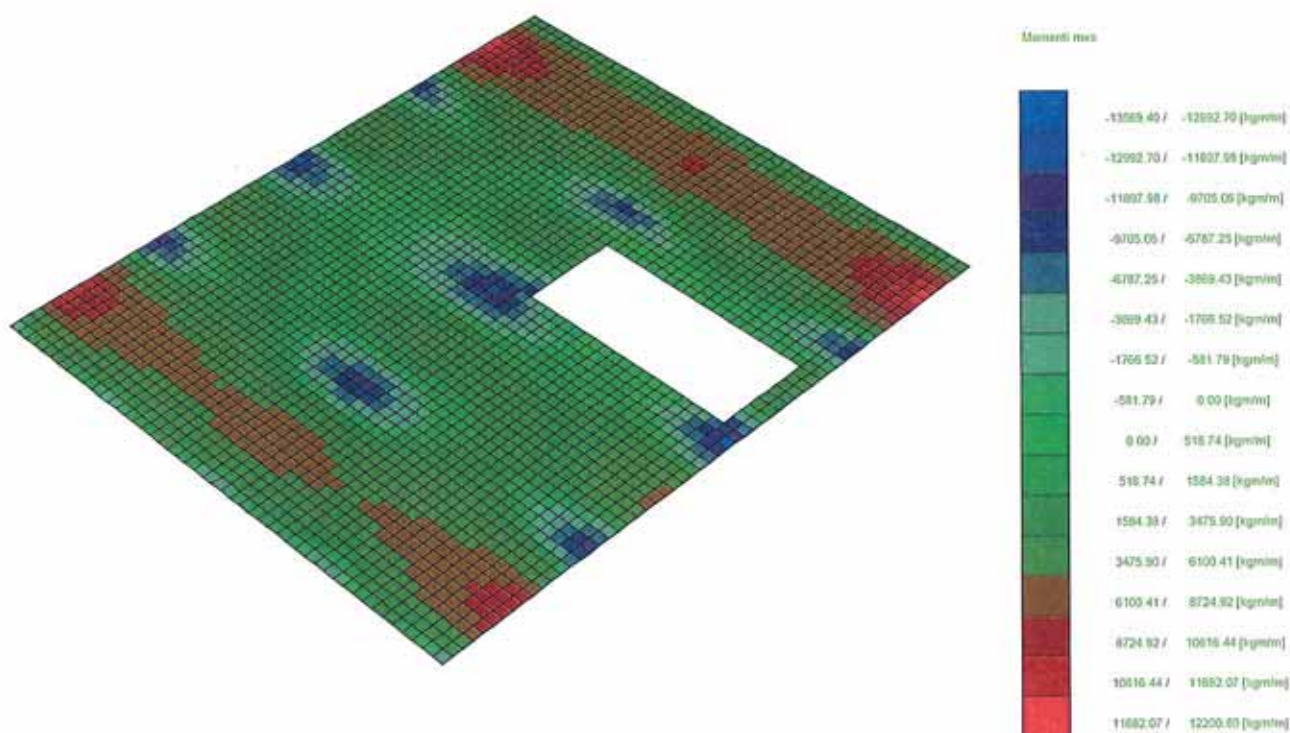


Figura 11 – Opificio: involucro momenti flettenti platea  $m_{xx}$

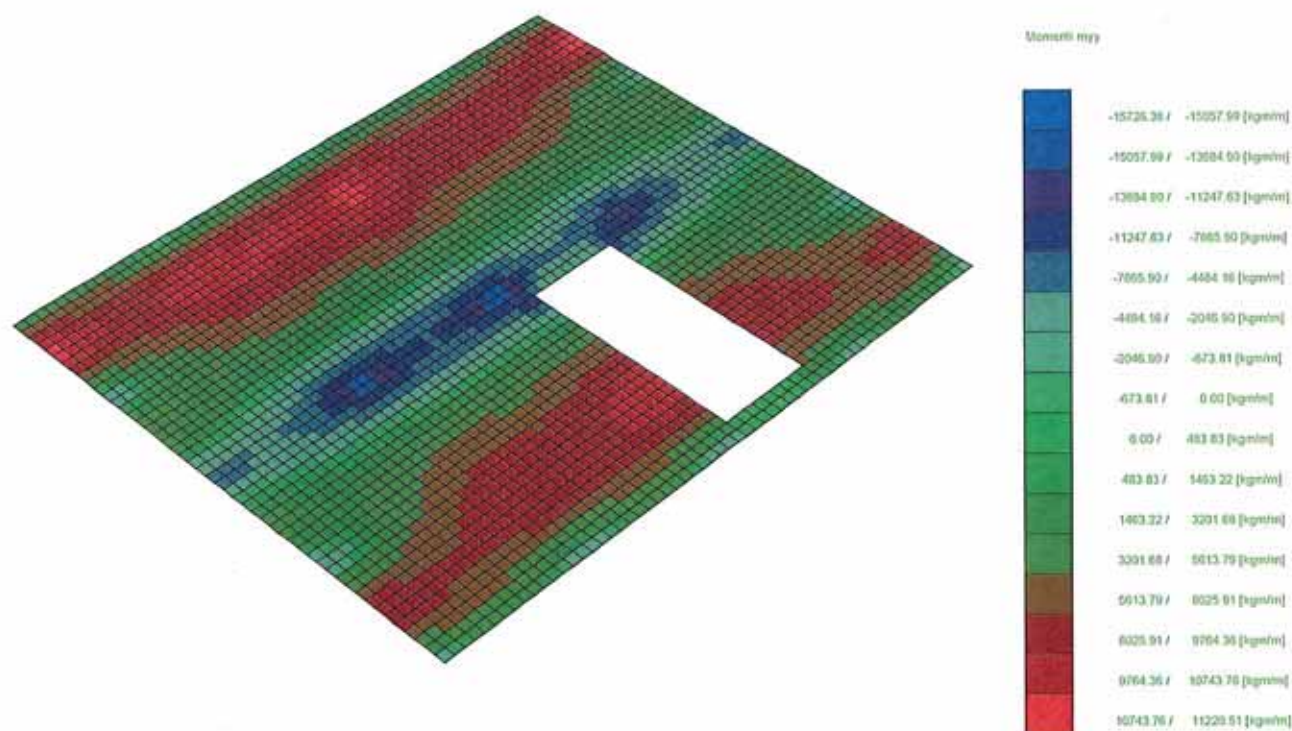


Figura 12 - Opificio: involucro momenti flettenti platea  $m_{yy}$

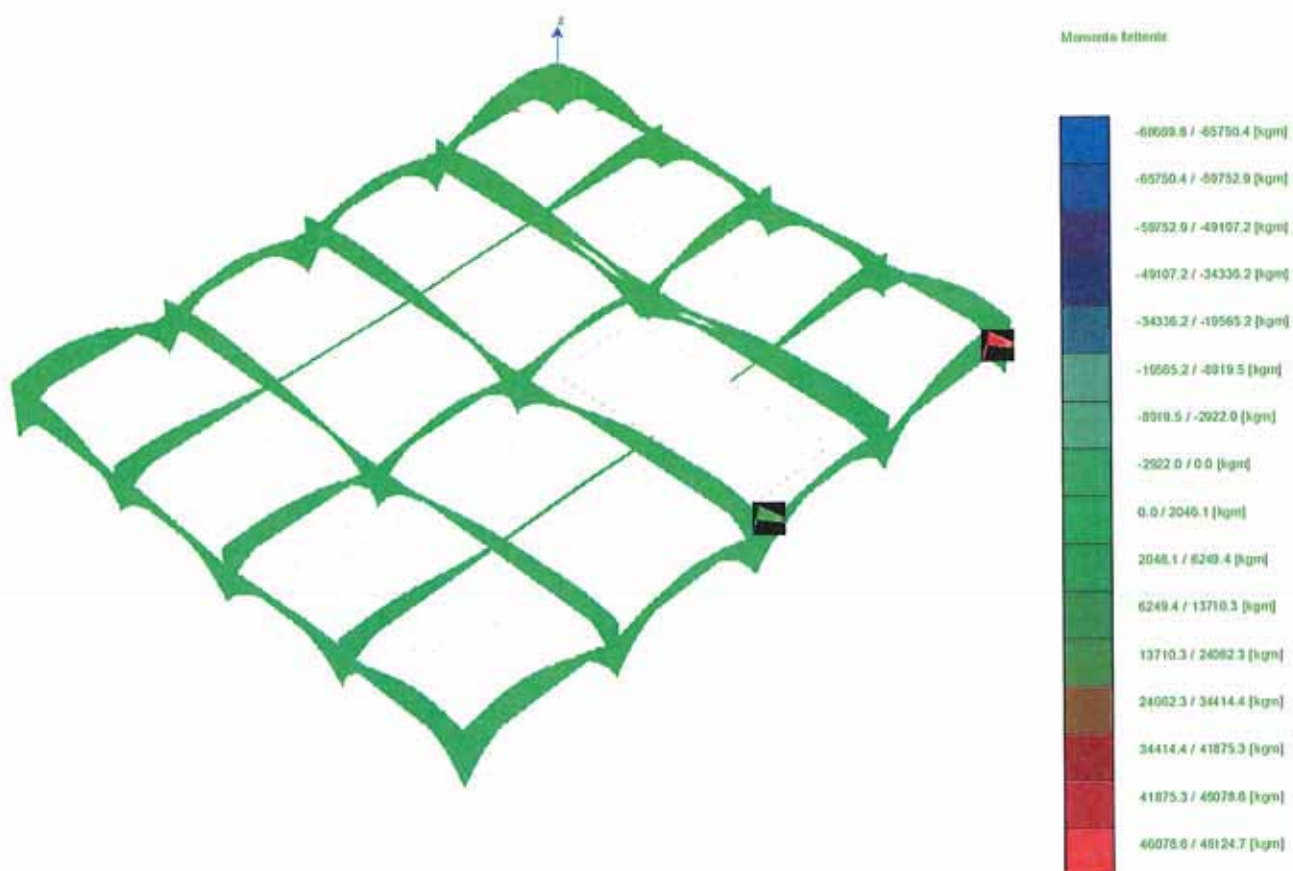


Figura 13 – Opificio: involucro momenti flettenti travi nervate di fondazione

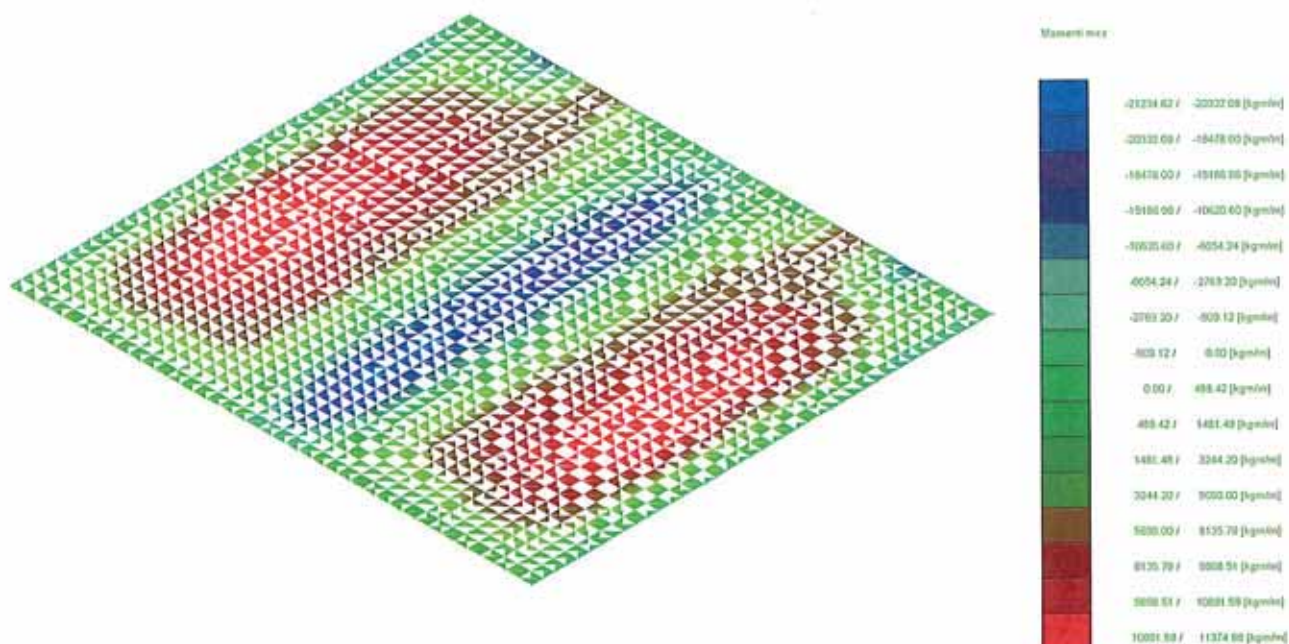


Figura 14 – Depositi: involucro momenti flettenti platea di fondazione  $m_{xx}$

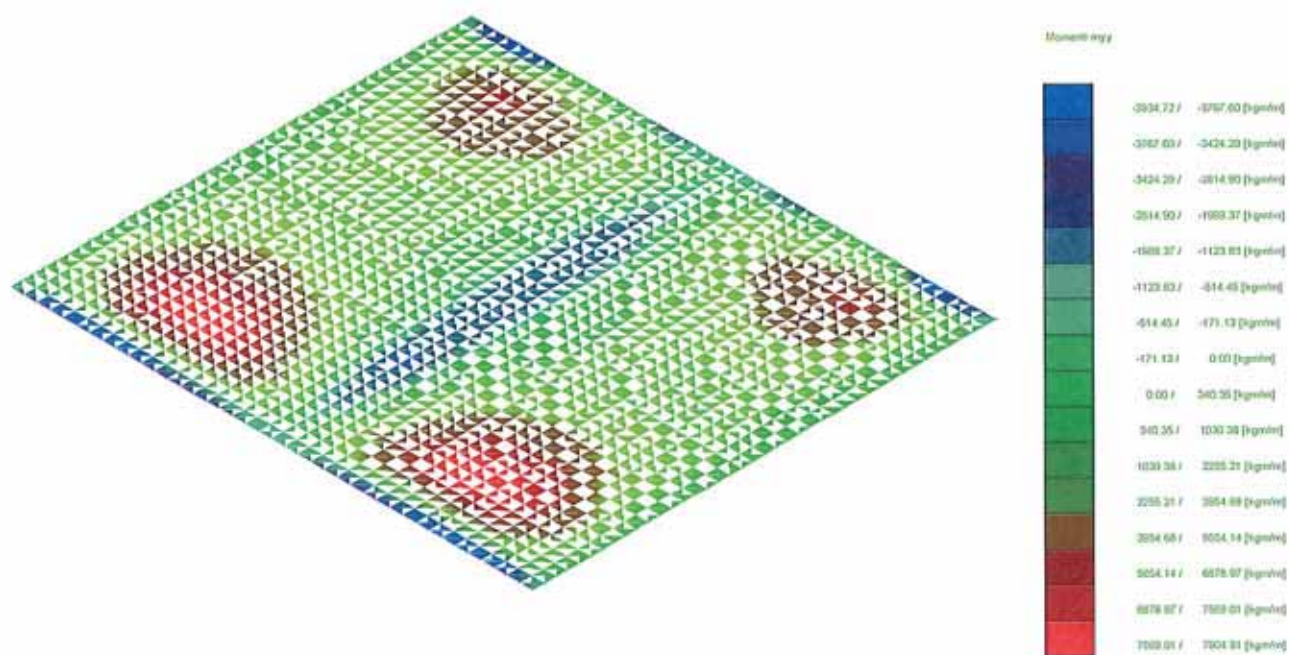


Figura 15 – Depositi: involucro momenti flettenti platea di fondazione  $m_{yy}$

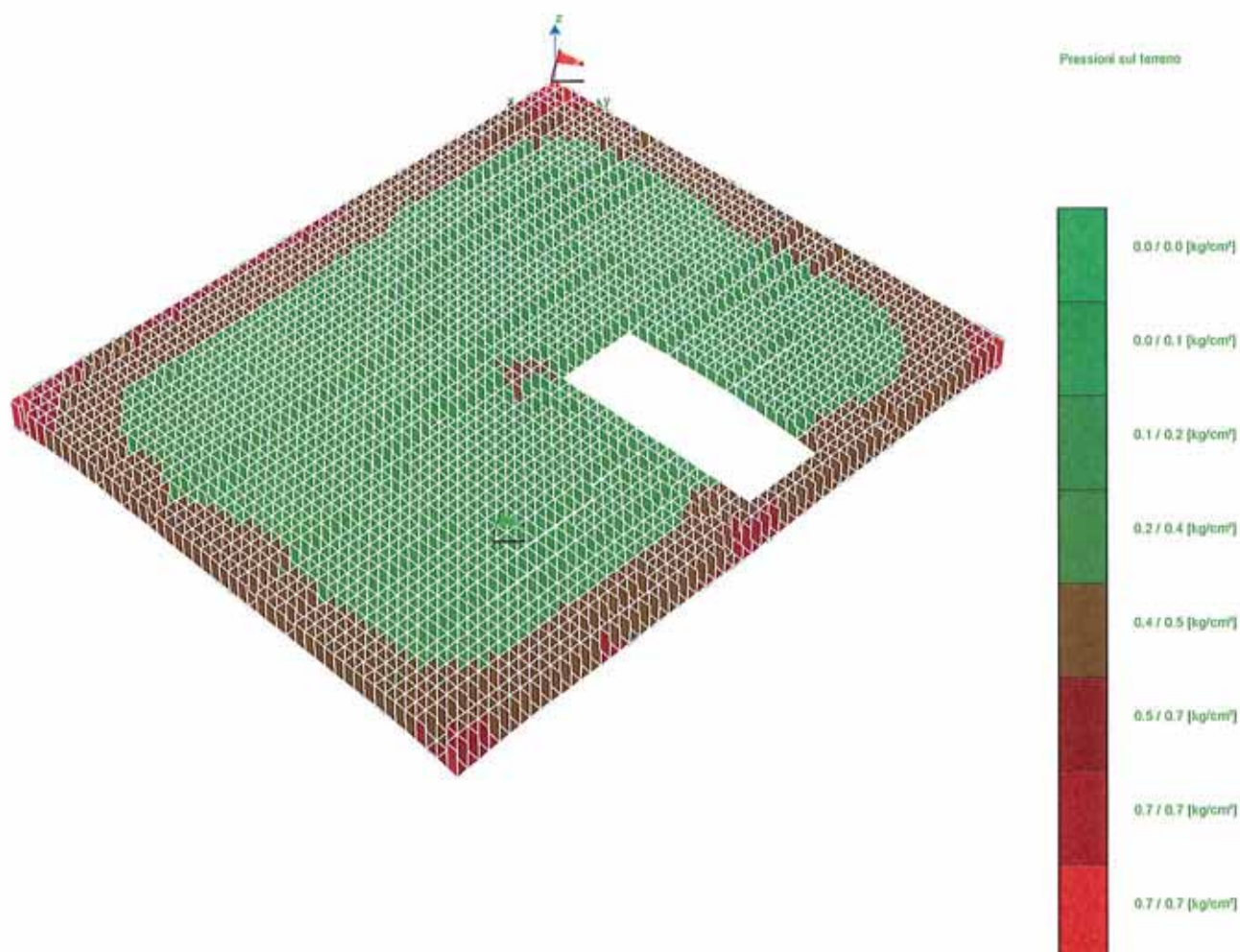


Figura 16 – Opificio: involucro pressioni terreno di fondazione

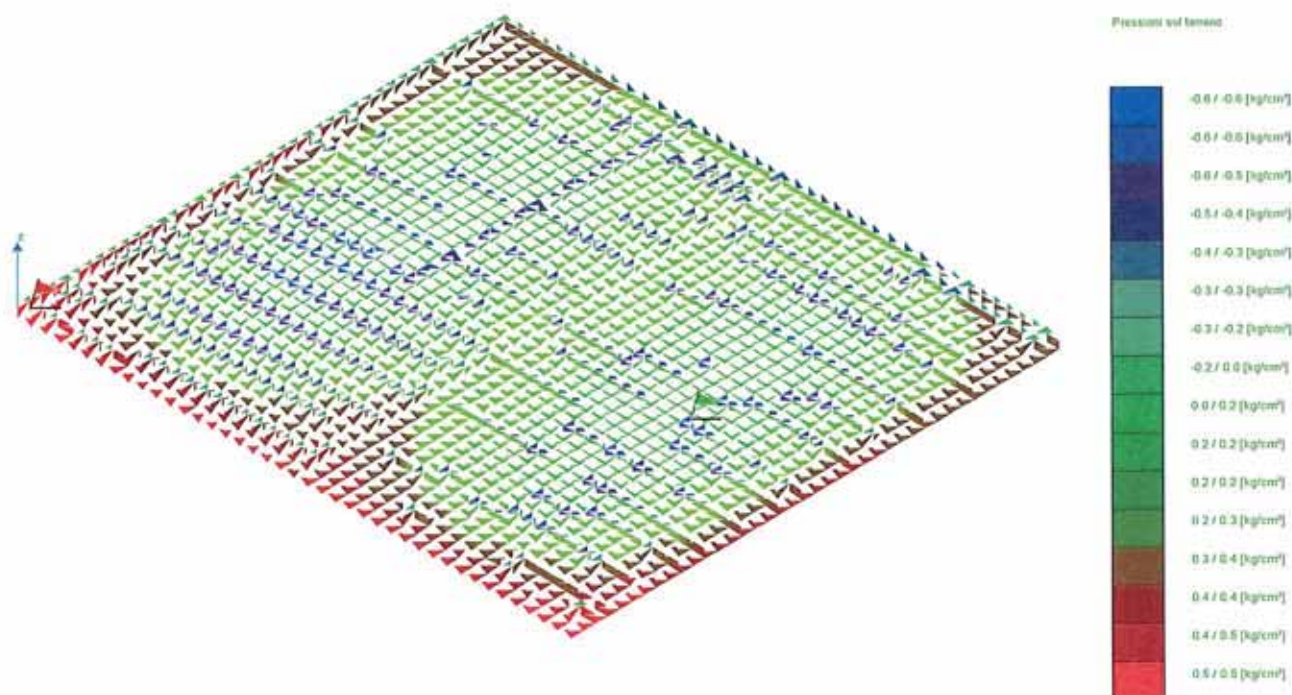


Figura 17 – Depositi: involucro pressioni terreno di fondazione

Le sollecitazioni in alcuni elementi significativi a campione sono state confrontate con valutazioni numeriche semplificate, ottenendo risultati confrontabili e conseguentemente validando in via preliminare la modellazione delle strutture dell'edificio.

Le sollecitazioni negli elementi strutturali sono risultate compatibili con le dimensioni delle sezioni adottate.



(Ing. Marco Bettazzi)