



GRAN SASSO ACQUA S.p.A.

Via Ettore Moschino, 23/B
67100 L'AQUILA (AQ)

**PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell'Aquila
Ovest - CUP:B15H22001110005**

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

PROGETTISTA:



**C.&S. DI GIUSEPPE
INGEGNERI ASSOCIATI S.r.l.**
D.T. : Ing. Berardo GIANGIULIO
66010 Palombaro (CH)
Tel. 0871.895660 – Fax 0871.895218
email: info@c-sdigiuseppe.com



ISO 9001:2015 cert. n. IT307326-1



ISO 14001:2015 cert. n. IT307902



ISO 45001:2018 cert. n. IT307900

COMMITTENTE:



IL PRESIDENTE:
Dott. Alessandro Piccinini
RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Dott. Ing. Alessandra MARONO
DIRETTORE DELL'ESECUZIONE DEL CONTRATTO
Dott. Ing. Alessandra MARONO

ELABORATI SPECIALISTICI RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.

Elaborato n°	Codice elaborato	Numero di Pagine
3.3	905PFTE03030000_00	247

Rev	Data	Descrizione/Modifica	Redatto	Verificato	Approvato
00	Sett. 2023	PRIMA EMISSIONE	Ing. Simone SCIARRA	Ing. Evandro SERAFINI	Ing. Berardo GIANGIULIO

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		
		Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 3 di 247	

INDICE

1	PREMESSA	6
2	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	7
3	SICUREZZA E PRESTAZIONI ATTESE	8
3.1	VITA NOMINALE.....	9
3.2	CLASSE D’USO.....	9
3.3	PERIODO DI RIFERIMENTO PER L’AZIONE SISMICA.....	10
3.4	STATI LIMITE	11
3.4.1	Stati Limite Ultimi.....	12
3.4.2	Stati Limite di Esercizio	13
3.5	AZIONI SULLE COSTRUZIONI.....	15
3.5.1	Classificazione delle azioni.....	15
3.5.2	Combinazione delle azioni	16
3.5.3	Valutazione dell’azione sismica	18
4	MATERIALI.....	37
4.1	CALCESTRUZZO STRUTTURALE.....	37
4.2	ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO.....	39
4.3	ACCIAIO DA CARPENTERIA (STRUTTURA IN ELEVAZIONE).....	40
5	CARATTERISTICHE E AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO	41
5.1	DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA SISMICAD	41
5.2	SPECIFICHE TECNICHE	41
5.3	BASI TEORICHE ED ALGORITMI IMPIEGATI.....	42
5.3.1	Il solutore ad elementi finiti	42
5.3.2	Principali caratteristiche del programma.....	43
5.3.3	Struttura del file di input ed organizzazione del programma	43
5.3.4	Il check dei dati	43
5.3.5	La modellazione strutturale.....	43
5.4	TIPICI DI ANALISI	44
5.4.1	L’analisi statica lineare	44
5.4.2	L’analisi dinamica	46
5.4.3	La risposta allo spettro e le tecniche di combinazione.....	47
5.4.4	L’analisi P-delta.....	48
5.4.5	L’analisi per instabilità globale (buckling).....	50
5.4.6	L’analisi non lineare in controllo di forze.....	50
5.4.7	L’analisi non lineare in controllo di spostamento (Path-Following).....	51
5.4.8	Convenzioni sui segni.....	52
6	MODELLO GEOTECNICO	58
7	VANO DI EQUALIZZAZIONE E SEDIMENTAZIONE MECCANICA	60
7.1	DEFINIZIONE GENERALE DELLA STRUTTURA	60
7.2	QUOTE.....	68
7.2.1	Livelli	68

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		
		Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 4 di 247	

7.2.2	Falde	68
7.2.3	Tronchi.....	69
7.3	ANALISI DEI CARICHI	70
7.3.1	Azioni	70
7.3.2	Definizione dei carichi	96
7.4	ELEMENTI DI INPUT.....	100
7.4.1	Fili fissi	100
7.4.2	Travi C.A.....	102
7.4.3	Travi in acciaio	103
7.4.4	Pilastrini C.A.....	103
7.4.5	Piastre C.A.....	104
7.4.6	Pareti C.A.	106
7.4.7	Aperture su pareti	107
7.4.8	Carichi concentrati	108
7.4.9	Carichi superficiali	109
7.4.10	Carichi terreno.....	110
7.4.11	Fori su piastre e carichi superficiali	111
7.5	MODELLO AD ELEMENTI FINITI	112
7.5.1	Preferenze di analisi	117
7.6	RISULTATI DI CALCOLO.....	118
7.6.1	Risposta modale.....	118
7.6.2	Configurazioni deformate principali.....	119
7.6.3	Valori di sollecitazione.....	128
7.7	VERIFICHE.....	136
7.8	ADEMPIMENTI DI CUI AL §10.2 DELLE NTC 2018.....	140
7.8.1	Informazioni generali sull’elaborazione	140
7.8.2	Controlli.....	141
7.8.3	Giudizio motivato di accettabilità dei risultati	143
8	LOCALE PRE-ISPESSIMENTO FANGHI	144
8.1	DEFINIZIONE GENERALE DELLA STRUTTURA	144
8.2	QUOTE.....	149
8.2.1	Livelli	149
8.2.2	Falde	149
8.2.3	Tronchi.....	150
8.3	ANALISI DEI CARICHI	151
8.3.1	Azioni	151
8.3.2	Definizione dei carichi	162
8.4	ELEMENTI DI INPUT.....	165
8.4.1	Fili fissi	165
8.4.2	Travi in acciaio	167
8.4.3	Colonne in acciaio	169
8.4.4	Piastre C.A.....	170
8.4.5	Fondazioni di piastre	170
8.4.6	Carichi superficiali	171
8.5	MODELLO AD ELEMENTI FINITI	172
8.5.1	Preferenze di analisi	174

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 5 di 247	

8.6	<i>RISULTATI DI CALCOLO</i>	175
8.6.1	<i>Risposta modale</i>	175
8.6.2	<i>Configurazioni deformate principali</i>	176
8.6.3	<i>Valori di sollecitazione</i>	185
8.7	<i>VERIFICHE</i>	194
8.8	<i>ADEMPIMENTI DI CUI AL §10.2 DELLE NTC 2018</i>	195
8.8.1	<i>Informazioni generali sull’elaborazione</i>	195
8.8.2	<i>Controlli</i>	196
8.8.3	<i>Giudizio motivato di accettabilità dei risultati</i>	197
9	VANO DI DISINFEZIONE	198
9.1	<i>DEFINIZIONE GENERALE DELLA STRUTTURA</i>	198
9.2	<i>QUOTE</i>	203
9.2.1	<i>Livelli</i>	203
9.2.2	<i>Tronchi</i>	203
9.3	<i>ANALISI DEI CARICHI</i>	204
9.3.1	<i>Azioni</i>	204
9.3.2	<i>Definizione dei carichi</i>	217
9.4	<i>ELEMENTI DI INPUT</i>	218
9.4.1	<i>Fili fissi</i>	218
9.4.2	<i>Piastre C.A.</i>	219
9.4.3	<i>Pareti C.A.</i>	220
9.4.4	<i>Aperture su pareti</i>	220
9.4.5	<i>Carichi superficiali</i>	221
9.4.6	<i>Carichi terreno</i>	222
9.5	<i>MODELLO AD ELEMENTI FINITI</i>	223
9.5.1	<i>Preferenze di analisi</i>	226
9.6	<i>RISULTATI DI CALCOLO</i>	227
9.6.1	<i>Risposta modale</i>	227
9.6.2	<i>Configurazioni deformate principali</i>	228
9.6.3	<i>Valori di sollecitazione</i>	237
9.7	<i>VERIFICHE</i>	241
9.8	<i>ADEMPIMENTI DI CUI AL §10.2 DELLE NTC 2018</i>	243
9.8.1	<i>Informazioni generali sull’elaborazione</i>	243
9.8.2	<i>Controlli</i>	244
9.8.3	<i>Giudizio motivato di accettabilità dei risultati</i>	246
10	PIANO PRELIMINARE DI MONITORAGGIO GEOTECNICO E STRUTTURALE	247

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		
		Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 6 di 247	

1 PREMESSA

Il presente elaborato costituisce la “*Relazione tecnica opere civili e strutture in c.a.*”.

La relazione è così articolata:

- Il **Capitolo 2** elenca le Normative di riferimento;
- Il **Capitolo 3** illustra i criteri adottati per la valutazione della sicurezza e delle prestazioni;
- Il **Capitolo 4** descrive i materiali utilizzati;
- Il **Capitolo 5** descrive le caratteristiche e l’affidabilità dei codici di calcolo utilizzati;
- Il **Capitolo 6** descrive il modello geotecnico adottato;
- I **Capitoli dal 7 al 9** sono relativi alle strutture in oggetto ovvero, rispettivamente:

- **Capitolo 7:** Vano di equalizzazione e sedimentazione meccanica;
- **Capitolo 8:** Locale pre-ispessimento fanghi;
- **Capitolo 9:** Vano di disinfezione;

Ciascuno dei capitoli illustra i seguenti aspetti:

- Definizione generale della struttura;
- Quote;
- Analisi dei carichi (e combinazione delle azioni);
- Elementi di input;
- Modello di calcolo (vengono riportati i criteri di modellazione e le preferenze di analisi);
- Risultati (in forma grafica) relativi a deformazioni e sollecitazioni;
- Verifiche (viene riportato l’esito delle verifiche effettuate su tutti gli elementi nonché le eventuali verifiche non riscontrabili nei tabulati di calcolo);
- Adempimenti di cui al §10.2 delle NTC2018.
- **Capitolo 10:** Piano preliminare di monitoraggio geotecnico e strutturale.
- **Tabulati di calcolo strutturale** per i tabulati di calcolo relativi alla modellazione agli elementi finiti (FEM), ai risultati in termini di deformazioni e sollecitazioni (in forma tabellare) nonché alle verifiche di sicurezza per tutte le strutture oggetto della progettazione, si rimanda alla relativa relazione.

<u>Progettista</u> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.		
		Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 7 di 247	

2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Si richiamano nel seguito le normative vigenti per gli aspetti connessi alla progettazione strutturale:

- Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008 “*Nuove norme tecniche per le costruzioni*” - Allegato A “*Pericolosità sismica*” e Allegato B “*Tabelle dei parametri che definiscono l’azione sismica*”;
- Decreto ministeriale del 17 gennaio 2018 *Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”*;
- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.. Istruzioni per l'applicazione dell’ “*Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni*” di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018 (GU n. 35 del 11-2-2019 - Suppl. Ordinario n.5);
- Eurocodice 1 - Basi di calcolo ed azioni sulle strutture - Parte 1: Basi di calcolo;
- Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture in calcestruzzo armato;
- Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica;
- Eurocodice 8 - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

<p style="text-align: center;"><i>Progettista</i></p> <p style="text-align: center;">C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A.</p> <p>PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila</p> <p>Ovest - CUP:B15H22001110005</p> <p>RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		<p>Rev.</p>	<p>Data</p>
	<p>00</p>	<p>Set. 2023</p>		
	<p>Pag. 8 di 247</p>			

3 SICUREZZA E PRESTAZIONI ATTESE

L’analisi e le verifiche strutturali dei manufatti sono redatte ai sensi del **D.M. 17 Gennaio 2018** e dunque con il metodo semiprobabilistico agli stati limite. Secondo tale metodologia la sicurezza e le prestazioni di un’opera o di una parte di essa devono essere valutate in relazione agli stati limite che si possono verificare durante la vita nominale. Si definisce “*Stato limite*” la condizione superata la quale l’opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata.

Per la sicurezza strutturale, la resistenza dei materiali e le azioni sono rappresentate dai valori caratteristici, R_{ki} e F_{kj} definiti, rispettivamente, come il frattile inferiore delle resistenze e il frattile (superiore o inferiore) delle azioni che minimizzano la sicurezza. In genere, i frattili sono assunti pari al 5%. Per le grandezze con piccoli coefficienti di variazione, ovvero per grandezze che non riguardino univocamente resistenze o azioni, si possono considerare frattili al 50% (valori mediani). Per la sicurezza di opere e sistemi geotecnici, i valori caratteristici dei parametri fisico-meccanici dei terreni sono definiti nel §6.2.2 delle NTC2018.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi di resistenza si effettua con il “*metodo dei coefficienti parziali*” di sicurezza espresso dall’equazione formale:

$$R_d \geq E_d$$

nella quale:

- R_d è la resistenza di progetto, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali e ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate;
- E_d è il valore di progetto dell’effetto delle azioni, valutato in base ai valori di progetto $F_{dj} = F_{kj} \cdot F_j$ delle azioni come indicato nel § 2.5.3, o direttamente $E_{dj} = E_{kj} \cdot E_j$.

I coefficienti parziali di sicurezza, γ_{Mi} e γ_{Fj} , associati rispettivamente al materiale i-esimo e all’azione j-esima, tengono in conto la variabilità delle rispettive grandezze e le incertezze relative alle tolleranze geometriche e alla affidabilità del modello di calcolo. La verifica della sicurezza, nei riguardi degli stati limite di esercizio, si esprime controllando aspetti di funzionalità e stato tensionale.

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 9 di 247	

3.1 Vita nominale

La vita nominale di un’opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tabella 3-1.

<i>Tipi di costruzioni</i>		<i>Valori minimi di V_N (anni)</i>
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Tabella 3-1 - Vita nominale per diversi tipi di opere (Tab. 2.4.I delle NTC2018)

Per la valutazione della sicurezza dell’opera in esame è stata assunta una costruzione di *Tipo 2* ed una vita nominale di $V_N = 50$ anni.

3.2 Classe d’uso

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di un’interruzione dell’esercizio della struttura a causa di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in n.4 classi d’uso, come definite in Tabella 3-2.

<i>Classi d’uso</i>	
Classe I	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
Classe II	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l’ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l’ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d’uso III o in Classe d’uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
Classe III	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l’ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d’uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
Classe IV	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l’ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n.6792, “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”, e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Tabella 3-2 - Classi d’uso (§2.4.2 delle NTC2018)

Le opere in esame, poiché si tratta di un impianto di depurazione, ricadono nella **Classe III**.

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		
		Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 10 di 247	

3.3 *Periodo di riferimento per l’azione sismica*

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione devono essere valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d’uso C_U . Tale coefficiente assume i valori riportati in Tabella 3-3.

<i>Classi d’uso</i>				
Classe d’uso	I	II	III	IV
Coefficiente C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Tabella 3-3 - Coefficienti d’uso per le rispettive classi (Tab. 2.4.II delle NTC2018)

Poiché l’opera in esame ricade nella *Classe III*, il coefficiente d’uso vale $C_U = 1,5$.

Il periodo di riferimento è dunque:

$$V_R = C_U \cdot V_N = 1,5 \cdot 50 \text{ anni} = 75 \text{ anni}$$

<p style="text-align: center;"><u>Progettista</u> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		
		Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 11 di 247	

3.4 Stati limite

Il metodo di verifica adottato è il "metodo agli Stati Limite" come specificato nel D.M. 17 Gennaio 2018 *Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni"*. Si definisce *Stato Limite* uno stato raggiunto il quale la struttura, o uno dei suoi elementi costitutivi, non può più assolvere la sua funzione o non soddisfa più le condizioni per cui è stata concepita. Secondo il metodo agli stati limite, la sicurezza nei riguardi delle condizioni ritenute pregiudizievoli (stati limite) viene garantita, per quanto possibile, su basi statistiche.

In generale gli stati limite si suddividono in due categorie:

- *Stati Limite Ultimi (SLU)*: capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l’incolumità delle persone ovvero comportare la perdita di beni, ovvero provocare gravi danni ambientali e sociali, ovvero mettere fuori servizio l’opera:
 - perdita di equilibrio della struttura o di una sua parte, considerati come corpi rigidi;
 - spostamenti o deformazioni eccessive;
 - raggiungimento della massima capacità di resistenza di parti di strutture, collegamenti, fondazioni;
 - raggiungimento della massima capacità di resistenza della struttura nel suo insieme;
 - raggiungimento di una condizione di cinematismo irreversibile;
 - raggiungimento di meccanismi di collasso nei terreni;
 - rottura di membrature e collegamenti per fatica;
 - rottura di membrature e collegamenti per altri effetti dipendenti dal tempo;
 - instabilità di parti della struttura o del suo insieme;
- *Stati Limite di Esercizio (SLE)*: capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio:
 - danneggiamenti locali (ad es. eccessiva fessurazione del calcestruzzo) che possano ridurre la durabilità della struttura, la sua efficienza o il suo aspetto;
 - spostamenti e deformazioni che possano limitare l’uso della costruzione, la sua efficienza e il suo aspetto;
 - spostamenti e deformazioni che possano compromettere l’efficienza e l’aspetto di elementi non strutturali, impianti, macchinari;
 - vibrazioni che possano compromettere l’uso della costruzione;
 - danni per fatica che possano compromettere la durabilità;
 - corrosione e/o eccessivo degrado dei materiali in funzione dell’ambiente di esposizione.

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		
		<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		Pag. 12 di 247	

3.4.1 Stati Limite Ultimi

Le strutture in progetto, data la loro tipologia, dovranno essere compatibili con i seguenti Stati Limite Ultimi (SLU):

- STR: Stato limite di resistenza strutturale, relativo agli elementi principali, che forniscono un contributo significativo nel fornire la resistenza complessiva;
- GEO: Stato limite di resistenza del terreno, qualora la rottura del terreno risulti significativa nel fornire la resistenza complessiva.

Come precisato nel §2.6.1 delle NTC, nelle verifiche STR e GEO possono essere adottati, in alternativa, due diversi approcci progettuali: l’approccio A1 e l’approccio A2.

Nell’Approccio 1 si impiegano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A), per la resistenza dei materiali (M) e, eventualmente, per la resistenza globale del sistema (R). Nella Combinazione 1 dell’Approccio 1, per le azioni si impiegano i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1 della Tabella 3-6. Nella Combinazione 2 dell’Approccio 1, si impiegano invece i coefficienti γ_F riportati nella colonna A2 della Tabella 3-6.

Nell’Approccio 2 si impiega un’unica combinazione dei gruppi di coefficienti parziali definiti per le Azioni (A), per la resistenza dei materiali (M) ed, eventualmente, per la resistenza globale (R). In tale approccio, per le azioni si impiegano i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1 Tabella 3-6.

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 13 di 247	

3.4.2 Stati Limite di Esercizio

Le opere in calcestruzzo devono essere verificate nei confronti degli stati limite di esercizio. A tale scopo, il progetto deve esplicitare le prescrizioni relative agli spostamenti compatibili e le prestazioni attese per l'opera stessa. Per ciascun stato limite di esercizio deve essere rispettata la condizione:

$$C_d \geq E_d$$

dove E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni e C_d è il prescritto valore limite dell'effetto delle azioni. Quest'ultimo deve essere stabilito in funzione del comportamento della struttura in elevazione.

Le strutture in progetto dovranno essere oggetto delle seguenti verifiche agli SLE:

- verifica di fessurazione (opere in calcestruzzo);
- verifica delle tensioni di esercizio (opere in calcestruzzo);
- verifica degli spostamenti verticali (opere in acciaio da carpenteria);
- verifica degli spostamenti laterali (opere in acciaio da carpenteria).

3.4.2.1 Verifica di fessurazione (opere in calcestruzzo)

In ordine di severità decrescente si distinguono i seguenti stati limite:

- stato limite di decompressione nel quale, per la combinazione di azioni prescelta, la tensione normale è ovunque di compressione ed al più uguale a 0;
- stato limite di formazione delle fessure, nel quale, per la combinazione di azioni prescelta, la tensione normale di trazione nella fibra più sollecitata è: $\sigma_t = \frac{f_{ctm}}{1,2}$
- stato limite di apertura delle fessure, nel quale, per la combinazione di azioni prescelta, il valore limite di apertura della fessura calcolato al livello considerato è pari ad uno dei seguenti valori nominali: $w_1 = 0,2$ mm; $w_2 = 0,3$ mm; $w_3 = 0,4$ mm.

Lo stato limite di fessurazione deve essere fissato in funzione delle condizioni ambientali e della sensibilità delle armature alla corrosione. Si prendono in considerazione le combinazioni quasi permanenti e le combinazioni frequenti. 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 Tabella 3-4 con riferimento alle classi di esposizione definite nelle Linee Guida per il calcestruzzo strutturale emesse dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

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

Tabella 3-4 - Descrizione delle condizioni ambientali (Tab. 4.1.III delle NTC2018)

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 14 di 247	

Nel caso specifico si tratta di vasche contenenti liquami per cui si considerano, ai sensi delle norme UNI 11104 e UNI EN 206-1:2006, le opere di progetto rientranti nella Categoria “*Calcestruzzo armato ordinario in esterni con superfici soggette ad alternanze di asciutto ed umido a contatto con acque reflue. Contenitori e vasche per acque reflue*”. Pertanto, la classe di esposizione sarà **XAI** (UNI 11104 / UNI EN 206-1). Facendo riferimento alla Tabella 3-4, le **condizioni ambientali** di riferimento saranno quelle **Aggressive**. Nella Tabella 3-5 sono indicati i criteri di scelta dello stato limite di fessurazione con riferimento alle esigenze sopra riportate.

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

Tabella 3-5 - Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione (Tab. 4.1.IV delle NTC2018)

dove w_1 , w_2 , w_3 sono definiti al § 4.1.2.2.4, il valore di calcolo w_k è definito al § 4.1.2.2.4.5 delle NTC 2018.

Nel caso in esame, essendo le armature di tipo *poco sensibile*, le aperture delle fessure risultanti dal calcolo dovranno essere inferiori a $w_2 = 0,3$ mm e a $w_1 = 0,2$ mm (rispettivamente nelle combinazioni allo *SLE frequente* ed allo *SLE quasi permanente*).

3.4.2.2 Verifica delle tensioni di esercizio (opere in calcestruzzo)

Valutate le azioni interne nelle varie parti delle strutture, dovute alle combinazioni caratteristica e quasi permanente delle azioni, si calcolano le massime tensioni sia nel calcestruzzo sia nelle armature; si deve verificare che tali tensioni siano inferiori ai massimi valori consentiti di seguito riportati. La massima tensione di compressione del calcestruzzo σ_c deve rispettare la limitazione seguente:

- $\sigma_c \leq 0,60 f_{ck}$ per combinazione caratteristica (rara);
- $\sigma_c \leq 0,45 f_{ck}$ per combinazione quasi permanente.

Per l'acciaio la tensione massima σ_s , per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica deve rispettare la limitazione seguente:

- $\sigma_s \leq 0,80 f_{yk}$

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		
		<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		Pag. 15 di 247	

3.5 Azioni sulle costruzioni

3.5.1 Classificazione delle azioni

Le azioni sulle costruzioni sono classificate nel seguente modo (§2.5.1.3. delle NTC2018):

- *permanenti* (G): azioni che agiscono durante tutta la vita nominale di progetto della costruzione, la cui variazione di intensità nel tempo è molto lenta e di modesta entità:
 - o peso proprio di tutti gli elementi strutturali; peso proprio del terreno, quando pertinente; forze indotte dal terreno (esclusi gli effetti di carichi variabili applicati al terreno); forze risultanti dalla pressione dell’acqua (quando si configurino costanti nel tempo) (G_1);
 - o peso proprio di tutti gli elementi non strutturali (G_2);
 - o spostamenti e deformazioni impressi, incluso il ritiro;
 - o presollecitazione (P);
- *variabili* (Q): azioni che agiscono con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel corso della vita nominale della struttura:
 - o sovraccarichi;
 - o azioni del vento;
 - o azioni della neve;
 - o azioni della temperatura.

Le azioni variabili sono dette di lunga durata se agiscono con un’intensità significativa, anche non continuativamente, per un tempo non trascurabile rispetto alla vita nominale della struttura. Sono dette di breve durata se agiscono per un periodo di tempo breve rispetto alla vita nominale della struttura. A seconda del sito ove sorge la costruzione, una medesima azione climatica può essere di lunga o di breve durata.
- *eccezionali* (A): azioni che si verificano solo eccezionalmente nel corso della vita nominale della struttura:
 - o incendi;
 - o esplosioni;
 - o urti ed impatti;
- *sismiche* (E): azioni derivanti dai terremoti

<p style="text-align: center;"><u>Progettista</u> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">Rev.</td> <td style="text-align: center;">Data</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">00</td> <td style="text-align: center;">Set. 2023</td> </tr> </table>	Rev.	Data	00	Set. 2023
	Rev.	Data				
	00	Set. 2023				
Pag. 16 di 247						

3.5.2 Combinazione delle azioni

Ai fini delle verifiche con il metodo degli *Stati Limite*, si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni (§2.5.3. delle NTC2018):

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

Tale combinazione va sviluppata scegliendo i coefficienti in funzione della tipologia di opera e quindi in funzione degli stati limite ultimi da verificare.

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{K2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{K3} + \dots$$

Come stati limite ultimi si distinguono:

- o Stato limite di equilibrio come corpo rigido: **EQU**
- o Stato limite di resistenza della struttura compresi gli elementi di fondazione: **STR**
- o Stato limite di resistenza del terreno: **GEO**

Per la tipologia di opera si considerano le combinazioni per gli stati limite STR e GEO. Per le verifiche nei confronti di tali stati limite si possono adottare in alternativa due diversi approcci progettuali. Viene scelto l’approccio 2 e si impiegano i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1 della Tabella 3-6.

		Coefficiente γ_F	EQU	A1	A2
Carichi permanenti G1	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,30	1,00
Carichi permanenti non strutturali G2	favorevoli	γ_{G2}	0,80	0,80	0,80
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili Q	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30

Tabella 3-6 - Valori dei coefficienti parziali per le azioni o per l’effetto delle azioni nelle verifiche SLU (Tab. 2.6.I delle NTC2018)

- **Combinazione caratteristica (rara)**, generalmente impiegata per gli *Stati Limite di Esercizio (SLE Rara)* irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{K2} + \psi_{03} \cdot Q_{K3} + \dots$$

- **Combinazione frequente**, generalmente impiegata per gli *Stati Limite di Esercizio (SLE Frequente)* reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{K2} + \psi_{23} \cdot Q_{K3} + \dots$$

- **Combinazione quasi permanente** (Quasi permanente), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{K2} + \psi_{23} \cdot Q_{K3} + \dots$$

- **Combinazione sismica**, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all’azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{K2} + \dots$$

<u>Progettista</u> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 17 di 247	

La combinazione sismica verrà ulteriormente divisa (in funzione dell’entità della E), nelle:

- SLD
- SLV
- SLV fondazioni: ottenuta amplificando tutte le azioni di un fattore pari a 1,10 o 1,30 a seconda che si tratti di struttura progettata CD”B” (bassa duttilità) o CD”A” (alta duttilità)

- **Combinazione eccezionale**, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d :

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

Nelle combinazioni per gli *SLE*, si intende che vengono omissi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

Si riportano nella Tabella 3-7 i valori dei coefficienti di combinazione ψ_{kj} .

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

Tabella 3-7 - Valori dei coefficienti di combinazione (Tab. 3.1.II delle NTC2018)

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		<p>Rev. Data</p>
	<p>00 Set. 2023</p>		
			<p>Pag. 18 di 247</p>

3.5.3 Valutazione dell’azione sismica

3.5.3.1 Inquadramento normativo

Ai sensi del D.lgs. 31 marzo 1998, n. 112, art. 93, comma 1, lettera g), rientrano nelle attribuzioni dello Stato la definizione dei criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche, nonché l’emanazione delle norme tecniche per le costruzioni nell’ambito delle stesse. Alla Regione competono, ai sensi dell’art. 94, comma 2, lett. a) dello stesso decreto, l’individuazione della relativa zonizzazione e suo aggiornamento, sulla base dei criteri stabiliti dallo Stato. Ai sensi dell’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n. 3274, tutti i comuni italiani risultano classificati in zona sismica, ripartiti in quattro ambiti riferiti a diversi livelli di rischio decrescente da 1 a 4. Le successive modifiche al quadro normativo in materia hanno portato una nuova definizione delle zone sismiche nazionali e la mappa di pericolosità di riferimento. Sulla base di quanto riportato nella OPCM 3519/06 oltre alla proposta di nuova classificazione sismica del territorio in 12 fasce, gli ambiti amministrativi comunali non risultano più necessariamente caratterizzati integralmente da un unico ed omogeneo livello di rischio bensì possono essere contraddistinti dall’appartenenza a più fasce e a più zone con differenti valori di rischio. Recentemente, le disposizioni in merito alle verifiche di resistenza delle costruzioni sottoposte all’azione sismica sono state riviste con il Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018 *Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni"*.

3.5.3.2 Caratterizzazione sismica del territorio

Con specifico riferimento alla zonizzazione operata a scala comunale, in ottemperanza alle disposizioni di cui all’OPCM n. 3274 *“Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”*, i comuni appartenenti al territorio regionale abruzzese sono stati classificati secondo il loro livello di rischio sismico. I territori comunali a maggiore livello di rischio sono quelli caratterizzati da un indice di zona pari a 1, mentre i restanti comuni assumono un indice di zona decrescente in funzione del relativo rischio sismico. È da osservare che, data l’elevata sismicità del territorio abruzzese, non esistono territori comunali appartenenti alla zona n. 4, pertanto la mappatura sismica regionale (Gruppo di Lavoro MPS, 2004) include solamente le Zone 1÷3 (Figura 3-1).

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		<table border="1"> <tr> <td>Rev.</td> <td>Data</td> </tr> <tr> <td>00</td> <td>Set. 2023</td> </tr> </table>	Rev.	Data	00	Set. 2023
	Rev.	Data					
	00	Set. 2023					
		<p>Pag. 19 di 247</p>					

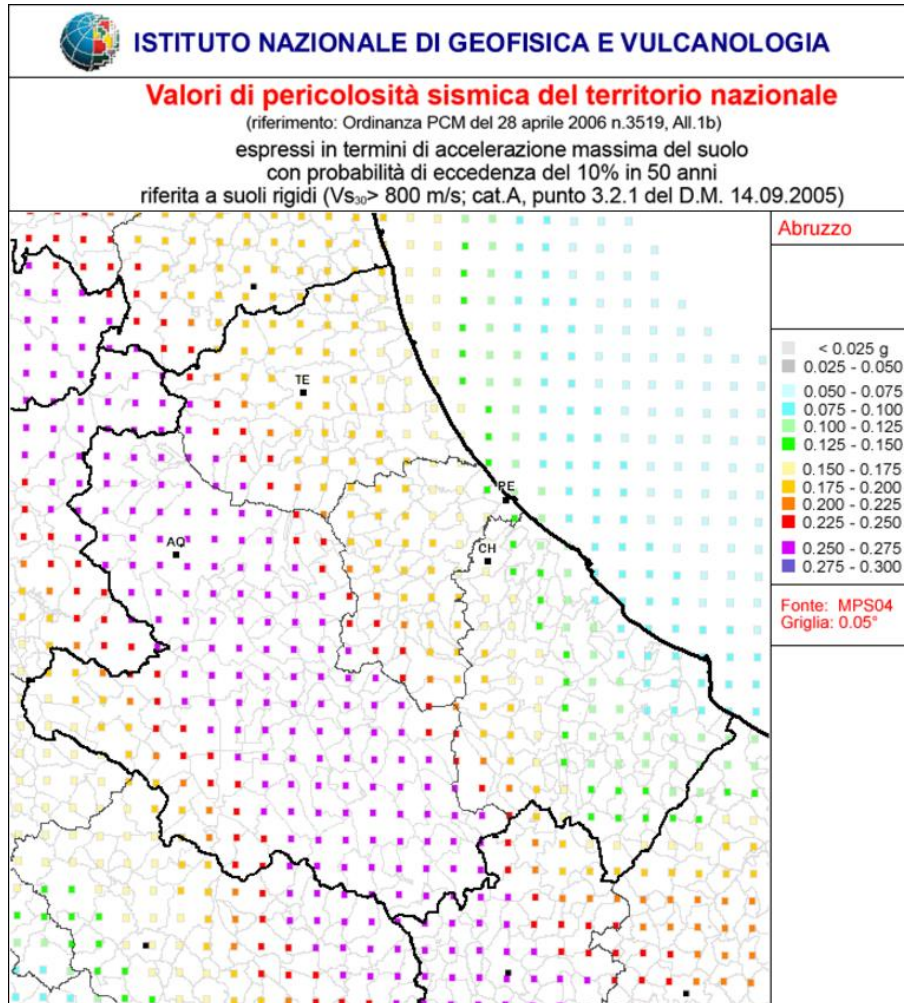


Figura 3-1 - Zonizzazione sismica della Regione Abruzzo (Gruppo di Lavoro MPS, 2004)

Per quanto riguarda il territorio interessato dagli interventi in oggetto, ricadente interamente nel Comune di **L’Aquila - località Sassa (AQ)**, la categoria sismica di appartenenza è la **zona 2**, secondo quanto riportato nell’elenco della classificazione sismica vigente dei comuni Abruzzesi, di cui alla Delibera di Giunta Regionale n.438 del 29 marzo 2003.

N.B.: Tale trattazione è riportata a mero titolo di completezza in quanto il D.M. 17/01/2018 elimina, di fatto, i riferimenti alle zone sismiche.

L’attuale mappatura della pericolosità sismica è quella elaborata dall’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) e prevede un maggiore livello di dettaglio rispetto a quello comunale utilizzato precedentemente. Il quadro della mappatura sismica, utilizzato ai fini delle presenti valutazioni, viene meglio descritto nel paragrafo seguente.

<p style="text-align: center;"><u>Progettista</u> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005</p> <p style="text-align: center;">RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">Rev.</td> <td style="text-align: center;">Data</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">00</td> <td style="text-align: center;">Set. 2023</td> </tr> </table>	Rev.	Data	00	Set. 2023
	Rev.	Data					
	00	Set. 2023					
		Pag. 20 di 247					

3.5.3.2.1 Accelerazione massima al suolo

Sulla base delle osservazioni fatte in precedenza, una rappresentazione più coerente del livello di rischio sismico può essere dedotta dalla nuova mappatura proposta dall’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia redatta secondo le indicazioni metodologiche dell’OPCM n. 3519. Il lavoro svolto dall’INGV ha consentito di realizzare, adottando le stesse procedure e gli stessi dati in input utilizzati per la redazione della nuova mappa di riferimento della pericolosità sismica in Italia, le mappe della pericolosità sismica relative ad altre 8 probabilità di eccedenza in 50 anni, rendendo così possibile la definizione delle curve di Hazard (curve di probabilità per il calcolo della pericolosità sismica) per ogni sito della griglia di calcolo utilizzata.

La mappatura dell’INGV è stata adottata, a livello normativo, con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, il quale prevede che la pericolosità sismica, intesa come "accelerazione massima attesa a_g su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (cat. A - $V_{s30} > 800$ m/s)", venga definita funzione del sito e non più in relazione alla zona sismica del comune cui appartiene l'area oggetto dell'intervento. La stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto (allegato A del D.M. 14 gennaio 2008) deve, quindi, essere effettuata direttamente per il sito in esame sulla base delle informazioni disponibili nel reticolo di riferimento riportato nella Tabella 1 nell'allegato B del D.M. 14 gennaio 2008. Il reticolo di riferimento è costituito da 10.751 nodi (distanziati di non più di 10 km) e copre l'intero territorio nazionale ad esclusione delle isole dove vengono forniti parametri spettrali costanti per tutto il territorio (Tabella 2 nell'allegato B del D.M. 14 gennaio 2008). Per ciascuno dei nodi, e per 9 differenti valori del periodo di ritorno compresi tra 30 e 2 475 anni, sono forniti i valori dei parametri a_g (espresso in g/10), F_o (adimensionale) e T^*_c (espresso in secondi) necessari per la definizione dell'azione sismica. Una volta individuate le coordinate del sito oggetto d'intervento, il calcolo di ciascuno dei relativi parametri spettrali sopra indicati può essere effettuato attraverso la media pesata dei corrispondenti valori nei 4 punti della griglia di accelerazioni (Tabella 1 in Allegato B del D.M. 14 gennaio 2008) che circondano il sito in esame secondo la seguente formula:

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

dove:

- p è il parametro di interesse nel punto in esame;
- p_i è il valore del parametro di interesse nell’i-esimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame;
- d_i è la distanza del punto in esame dall’i-esimo punto della maglia suddetta.

Qualora il tempo di ritorno considerato non coincida con nessuno dei 9 tempi di ritorno forniti in tabella, per ricavare il valore del parametro di interesse sarà necessario effettuare un'ulteriore interpolazione (tra i valori dei parametri corrispondenti ai due tempi di ritorno che comprendono quello di calcolo) con la formula seguente:

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 21 di 247	

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

dove:

p è il valore del parametro di interesse corrispondente al periodo di ritorno T_R considerato;

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

Le coordinate dei quattro punti del reticolo di riferimento più vicini al sito oggetto d'intervento sono riportati in Tabella 3-8.

Sito 1	ID: 26304	Lat: 42,385	Lon: 13,287
Sito 2	ID: 26305	Lat: 42,385	Lon: 13,355
Sito 3	ID: 26526	Lat: 42,335	Lon: 13,287
Sito 4	ID: 26527	Lat: 42,335	Lon: 13,355

Tabella 3-8 - Coordinate dei nodi del reticolo

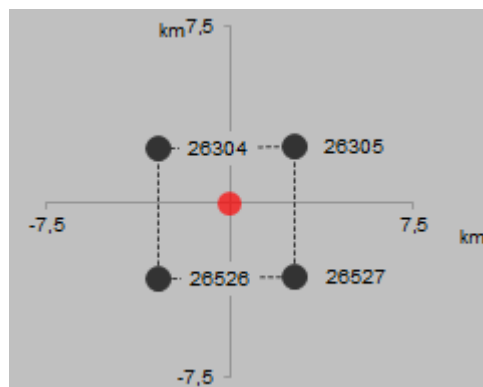


Figura 3-2 - Nodi del reticolo intorno al sito

N.B. E' stato adottato, **per tutte le strutture oggetto della progettazione**, un **unico sito di riferimento (posto nel punto baricentrico rispetto all'area dell'impianto di depurazione oggetto di intervento)** in quanto i parametri di riferimento dell'azione sismica non variano sensibilmente tra i siti di ubicazione delle singole strutture.

<p style="text-align: center;"><u>Progettista</u> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 22 di 247	

3.5.3.2.2 Categoria di sottosuolo

Per la determinazione dell’appartenenza del sito ad una categoria di suolo di fondazione, è necessario conoscere la stratigrafia del sito e la velocità delle onde S negli strati di copertura, per la precisione nei primi 30 metri di terreno. In questo modo si identificano 5 classi (A, B, C, D, E) a cui è associato uno spettro di risposta elastico.

Fattori geomorfologici e stratigrafici locali possono modificare le caratteristiche del moto sismico, filtrando le onde nel passaggio dal bedrock alla superficie. Attraverso diverse relazioni, è possibile stimare l’amplificazione sismica in superficie. Si definisce, così, uno spettro di risposta elastico del terreno a cui è associato un valore corrispondente all’accelerazione sismica orizzontale di picco nel bedrock in funzione della categoria sismica in cui ricade il sito.

I valori di V_S sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all’approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall’espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con:

h_i spessore dell’i-esimo strato;

$V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell’i-esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

La prospezione geofisica MASW (di cui alla **Relazione geologica**) ha determinato il seguente valore di velocità delle onde di taglio $V_{S,eq}$, funzione della stratigrafia del terreno, dal piano campagna:

$$V_{S,eq} = 345 \text{ m/s}$$

Pertanto ai sensi della *Tab. 3.2.II* delle NTC2018 (Tabella 3-9 di seguito riportata), poiché il valore di velocità delle onde di taglio è compreso tra 180 m/s e 360 m/s, il suolo di fondazione rientra nella

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 23 di 247	

Categoria C (“*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s*”).

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti,</i> caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D,</i> con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella 3-9 - Categorie di suolo di fondazione (Tab. 3.2.II delle NTC2018)

Inoltre, ai sensi della *Tab.3.2.III* delle NTC 2018 (riportata nella seguente Tabella 3-10), il terreno di fondazione rientra nella **categoria topografica T1** (*Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$*) come riportato nella **Relazione geologica** allegata al presente progetto).

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 3-10 - Categorie topografiche (Tab. 3.2.III delle NTC2018)

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 24 di 247	

3.5.3.2.3 Risultati dell’analisi sismica

Considerando una vita nominale $V_N = 50$ anni ed una Classe d’uso III ($C_U = 1,5$), si ottiene un periodo di riferimento $V_R = 75$ anni e di conseguenza, i tempi di ritorno riportati in Figura 3-3.

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N	50	info
Coefficiente d’uso della costruzione - C_U	1,5	info
Valori di progetto		
Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R	75	info
Periodi di ritorno per la definizione dell’azione sismica (in anni) - T_R		info
Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	45
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	75
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	712
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	1462

Figura 3-3 - Tempi di ritorno per la definizione dell’azione sismica

A tali tempi di ritorno corrispondono i parametri di riferimento riportati in Tabella 3-11.

STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	45	0,098	2,347	0,278
SLD	75	0,124	2,318	0,289
SLV	712	0,299	2,383	0,355
SLC	1462	0,380	2,424	0,372

Tabella 3-11 - Valori dei parametri a_g , F_o e T_C^*

A partire da questi parametri di riferimento dell’azione sismica, si ricavano gli *Spettri di risposta Elastici* della componente orizzontale del moto per i diversi *Stati Limite*, dalle equazioni riportate nel D.M.17/01/2018 al § 3.2.3.2.1:

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & \quad S_o(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & \quad S_o(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \\
 T_C \leq T < T_D & \quad S_o(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & \quad S_o(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

<p style="text-align: center;"><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">Rev.</td> <td style="text-align: center;">Data</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">00</td> <td style="text-align: center;">Set. 2023</td> </tr> </table>	Rev.	Data	00	Set. 2023
	Rev.	Data				
	00	Set. 2023				
Pag. 25 di 247						

dove:

- S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente:

$$S = S_S \cdot S_T$$

essendo S_S il *coefficiente di amplificazione stratigrafica*, funzione dei parametri di riferimento (ricavati in Tabella 3-11) e della categoria di sottosuolo (definita al sottoparagrafo 3.5.3.2.2 “*Categoria di sottosuolo*”):

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Tabella 3-12 - Valori dei parametri S_S e C_C (Tab. 3.2.IV delle NTC2018)

ed essendo S_T il *coefficiente di amplificazione topografica*, ricavabile dalla Tabella 3-13:

Categoria topografica	Ubicazione dell’opera o dell’intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Tabella 3-13 - Valori del parametro S_T (Tab. 3.2.V delle NTC2018)

nel caso in esame si hanno *categoria di sottosuolo C* e *categoria topografica T1* (*Superficie pianeggiante, pendii con inclinazione media $\leq 15^\circ$*), per cui il valore di S_S rimane comunque funzione dello *Stato Limite* richiesto, mentre $S_T = 1$;

- η è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali ξ diversi dal 5%, mediante la relazione:

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

nel caso in esame si adotta un fattore di smorzamento $\xi = 5\%$ per cui risulta $\eta = 1$;

- F_o è il fattore che quantifica l’amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2;

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 26 di 247	

- T_C è il periodo corrispondente all’inizio del tratto a velocità costante dello spettro dato da:

$$T_C = C_C \cdot T_c^*$$

Essendo T_C^* uno dei parametri di riferimento dell’azione sismica (definito in Tabella 3-11) e C_C un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo (calcolabile dalla Tabella 3-12). Entrambi i coefficienti sono funzione dello *Stato Limite* considerato.

- T_B è il periodo corrispondente all’inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante dato da:

$$T_B = T_C/3$$

- T_D è il periodo corrispondente all’inizio del tratto dello spettro a spostamento costante dato da:

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

Le *Forme spettrali Elastiche* (ovvero gli *Spettri di risposta Elastici a meno del fattore S*) della componente orizzontale del moto per i diversi *Stati Limite* sono riportati nella Figura 3-4.

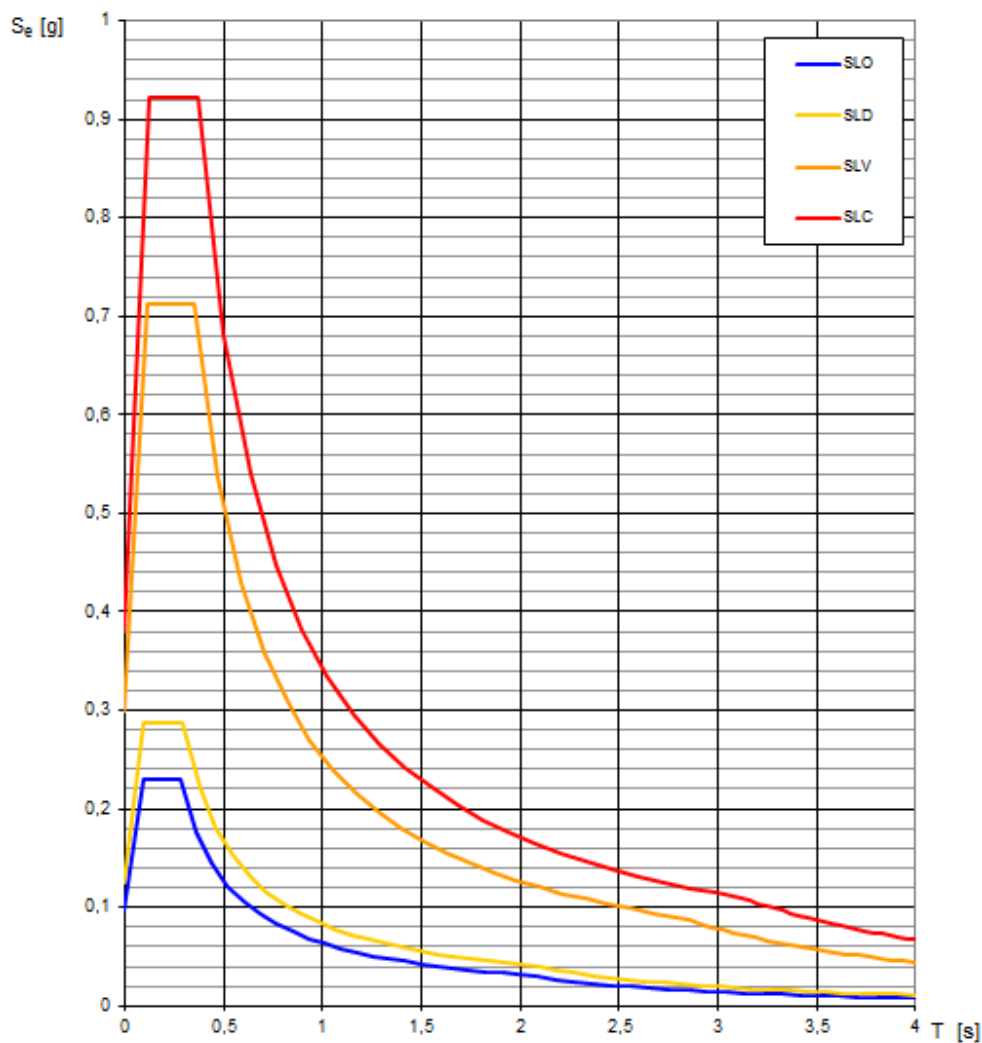


Figura 3-4 - Forme spettrali Elastiche (Spettri di risposta Elastici a meno del fattore S) per i diversi Stati Limite

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.		Rev.	Data
			00	Set. 2023
			Pag. 27 di 247	

A questo punto, ai sensi del §3.2.3.5 del D.M.17/01/2018, poiché l’azione sismica viene implementata attraverso un’analisi dinamica lineare, lo Spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi, si ottiene sostituendo alle equazioni dello Spettro di risposta Elastico $S_e(T)$ (sopra riportate) il termine η con $1/q$, dove q è il **fattore di comportamento** del manufatto da progettare.

Il fattore di comportamento (definito nel §7.3.1 del D.M.17/01/2018) permette di abbattere i valori dello spettro di risposta elastico tenendo conto della **duttilità** della struttura stessa. Il valore del fattore di comportamento q dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità, dai criteri di progettazione adottati e tiene conto, convenzionalmente, delle capacità dissipative del materiale. Le strutture possono essere classificate come appartenenti ad una tipologia in una direzione orizzontale e ad un’altra tipologia nella direzione orizzontale ortogonale alla precedente, utilizzando per ciascuna direzione il fattore di comportamento corrispondente.

Il limite superiore q_{lim} del fattore di comportamento relativo allo SLV è calcolato tramite la seguente espressione:

$$q_{lim} = q_0 \cdot K_R$$

dove:

q_0 è il valore base del fattore di comportamento allo SLV, i cui massimi valori sono riportati in tabella 7.3.II in dipendenza della Classe di Duttilità, della tipologia strutturale, del coefficiente λ di cui al §7.9.2.1 e del rapporto α_w/α_1 tra il valore dell’azione sismica per il quale si verifica la plasticizzazione in un numero di zone dissipative tale da rendere la struttura un meccanismo e quello per il quale il primo elemento strutturale raggiunge la plasticizzazione a flessione; la scelta di q_0 deve essere esplicitamente giustificata;

K_R è un fattore che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione, con valore pari a 1 per costruzioni regolari in altezza e pari a 0,8 per costruzioni non regolari in altezza.

Si riportano nella Tabella 3-14 le limitazioni sul fattore di comportamento, secondo la **Tab.7.3.I** delle NTC2018.

STATI LIMITE		Lineare (Dinamica e Statica)		Non Lineare	
		Dissipativo	Non Dissipativo	Dinamica	Statica
SLE	SLO	$q = 1.0$ § 3.2.3.4	$q = 1.0$ § 3.2.3.4	§ 7.3.4.1	§ 7.3.4.2
	SLD	$q \leq 1,5$ § 3.2.3.5	$q \leq 1,5$ § 3.2.3.5		
SLU	SLV	$q \geq 1,5$ § 3.2.3.5	$q \leq 1,5$ § 3.2.3.5		
	SLC	---	---		

Tabella 3-14 - Limiti su q (Tab. 7.3.I delle NTC2018)

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 28 di 247	

Per quanto concerne i requisiti di regolarità si fa riferimento al §7.2.1 del D.M.17/01/2018 riportato nella Figura 3-5.

<p>Per quanto riguarda gli edifici, una costruzione è <i>regolare in pianta</i> se tutte le seguenti condizioni sono rispettate:</p> <p>a) la distribuzione di masse e rigidezze è approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali e la forma in pianta è compatta, ossia il contorno di ogni orizzontamento è convesso; il requisito può ritenersi soddisfatto, anche in presenza di rientranze in pianta, quando esse non influenzano significativamente la rigidezza nel piano dell’orizzontamento e, per ogni rientranza, l’area compresa tra il perimetro dell’orizzontamento e la linea convessa circoscritta all’orizzontamento non supera il 5% dell’area dell’orizzontamento;</p> <p>b) il rapporto tra i lati del rettangolo circoscritto alla pianta di ogni orizzontamento è inferiore a 4;</p> <p>c) ciascun orizzontamento ha una rigidezza nel proprio piano tanto maggiore della corrispondente rigidezza degli elementi strutturali verticali da potersi assumere che la sua deformazione in pianta influenzi in modo trascurabile la distribuzione delle azioni sismiche tra questi ultimi e ha resistenza sufficiente a garantire l’efficacia di tale distribuzione.</p> <p>Sempre riferendosi agli edifici, una costruzione è <i>regolare in altezza</i> se tutte le seguenti condizioni sono rispettate:</p> <p>d) tutti i sistemi resistenti alle azioni orizzontali si estendono per tutta l’altezza della costruzione o, se sono presenti parti aventi differenti altezze, fino alla sommità della rispettiva parte dell’edificio;</p> <p>e) massa e rigidezza rimangono costanti o variano gradualmente, senza bruschi cambiamenti, dalla base alla sommità della costruzione (le variazioni di massa da un orizzontamento all’altro non superano il 25%, la rigidezza non si riduce da un orizzontamento a quello sovrastante più del 30% e non aumenta più del 10%); ai fini della rigidezza si possono considerare regolari in altezza strutture dotate di pareti o nuclei in c.a. o di pareti e nuclei in muratura di sezione costante sull’altezza o di telai controventati in acciaio, ai quali sia affidato almeno il 50% dell’azione sismica alla base;</p> <p>f) il rapporto tra la capacità e la domanda allo <i>SLV</i> non è significativamente diverso, in termini di resistenza, per orizzontamenti successivi (tale rapporto, calcolato per un generico orizzontamento, non deve differire più del 30% dall’analogo rapporto calcolato per l’orizzontamento adiacente); può fare eccezione l’ultimo orizzontamento di strutture intelaiate di almeno tre orizzontamenti;</p> <p>g) eventuali restringimenti della sezione orizzontale della costruzione avvengano con continuità da un orizzontamento al successivo; oppure avvengano in modo che il rientro di un orizzontamento non superi il 10% della dimensione corrispondente all’orizzontamento immediatamente sottostante, né il 30% della dimensione corrispondente al primo orizzontamento. Fa eccezione l’ultimo orizzontamento di costruzioni di almeno quattro orizzontamenti, per il quale non sono previste limitazioni di restringimento.</p>
--

Figura 3-5 - Requisiti di regolarità in pianta e in elevazione (§7.2.1. D.M.17/01/2018)

Ai sensi del §7.2.1 del D.M.17/01/2018 ed in base alle caratteristiche geometriche delle singole opere (la descrizione dei singoli manufatti è riportata nei Paragrafi “*Definizione generale della struttura*” della presente Relazione) vengono valutati i requisiti di regolarità nella Tabella 3-15 di seguito riportata.

UNITA’	TIPOLOGIA STRUTTURALE	REGOLARITA’ IN PIANTA	REGOLARITA’ IN ALTEZZA	K _R
Vano di equalizzazione e sedimentazione meccanica	Struttura a pareti non accoppiate	No	No	0,8
Locale pre-ispessimento fanghi	Struttura a telaio in acciaio	Sì	Sì	1,0
Vano di disinfezione	Struttura a pareti non accoppiate	No	No	0,8

Tabella 3-15 - Requisiti di regolarità per le singole strutture

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 29 di 247	

Nella successiva Tabella 3-16 viene riportato il valore di q_0 (funzione della tipologia strutturale dell’opera) da adottare per ciascuna struttura in c.a., valutato ai sensi della Tab. 7.3.II del D.M.17/01/2018 per la classe di duttilità $CD''B''$.

UNITA'	TIPOLOGIA STRUTTURALE	q_0
Vano di equalizzazione e sedimentazione meccanica	Struttura a pareti non accoppiate	3,0
Locale pre-ispessimento fanghi	Struttura a telaio in acciaio	4,0
Vano di disinfezione	Struttura a pareti non accoppiate	3,0

Tabella 3-16 - Riepilogo valori di q_0 per le singole strutture

Nel §7.3.1 del D.M.17/01/2018, relativamente al valore α_u/α_1 , viene specificato quanto segue:

Per le costruzioni regolari in pianta, qualora non si proceda a un’analisi non lineare finalizzata alla sua valutazione, per il rapporto α_u/α_1 , possono essere adottati i valori indicati per le diverse tipologie costruttive.

Per le costruzioni non regolari in pianta, si possono adottare valori di α_u/α_1 pari alla media tra 1,0 e i valori di volta in volta forniti per le diverse tipologie costruttive.

Come si evince dalla Tabella 3-16, le opere in oggetto non sono interessate dal valore di α_u/α_1 .

Inoltre, ai fini della valutazione del fattore q_0 relativamente alle strutture realizzate con pareti in calcestruzzo armato, nel §7.3.1 del D.M.17/01/2018 viene indicato che *qualora nella costruzione siano presenti pareti di calcestruzzo armato, per prevenirne il collasso fragile, i valori di q_0 devono essere ridotti mediante il fattore k_w , con:*

$$k_w = \begin{cases} 1,00 & \text{per strutture a telaio e miste equivalenti a telai} \\ 0,5 \leq (1 + \alpha_0) / 3 \leq 1 & \text{per strutture a pareti, miste equivalenti a pareti, torsionalmente deformabili} \end{cases}$$

dove α_0 è il valore assunto in prevalenza dal rapporto tra altezza totale (dalle fondazioni o dalla struttura scatolare rigida di base di cui al § 7.2.1, fino alla sommità) e lunghezza delle pareti; nel caso in cui gli α_0 delle pareti non differiscano significativamente tra di loro, il valore di α_0 per l’insieme delle pareti può essere calcolato assumendo, come altezza, la somma delle altezze delle singole pareti, come lunghezza, la somma delle lunghezze.

Per le opere in esame costituite da strutture a pareti in c.a., a favore di sicurezza, si decide di porre:

$$k_w = 0,5$$

Determinati il valore di k_R e di q_0 per tutte le opere in oggetto, si passa alla determinazione del **fattore di comportamento q** che viene riportato, per ciascuna opera in esame, nella successiva Tabella 3-17.

UNITA'	TIPOLOGIA STRUTTURALE	q_0	K_R	K_w	$q_{CD''B''}$	$q_{ND} = 2/3 q_{CD''B''}$	q
Vano di equalizzazione e sedimentazione meccanica	Struttura a pareti non accoppiate	3,0	0,8	0,5	1,20	0,80	1,00
Locale pre-ispessimento fanghi	Struttura a telaio in acciaio	4,0	1,0	1,0	4,00	2,67	1,50
Vano di disinfezione	Struttura a pareti non accoppiate	3,0	0,8	0,5	1,20	0,80	1,00

Tabella 3-17 - Calcolo del **fattore di comportamento q** per le singole strutture

<u>Progettista</u> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 30 di 247	

N.B.: In merito alla precedente Tabella 3-17 si precisa che, **poiché tutte le strutture sono state progettate considerando un comportamento strutturale non dissipativo**, la normativa prevede di adottare un fattore di comportamento q_{ND} , ridotto rispetto al valore minimo relativo alla CD “B” secondo la relazione:

$$1 \leq q_{ND} = \frac{2}{3} q_{CD"B"} \leq 1,5$$

Per cui risulta quanto segue:

- poiché, come osservabile dalla precedente Tabella 3-17, per **tutte le strutture a pareti in c.a.** il valore q_{ND} risulterebbe inferiore a 1, le strutture stesse sono state calcolate considerando per lo *Stato Limite SLV* un *fattore di comportamento*:

$$q = 1,00$$

- poiché per il *Locale pre-ispessimento fanghi*, costituito da **edificio a telaio in acciaio**, il valore q_{ND} risulterebbe superiore a 1,5, la struttura in oggetto viene calcolata considerando per lo *Stato Limite SLV* un *fattore di comportamento*:

$$q = 1,50$$

Nella successiva Figura 3-5 si riportano gli *Spettri di risposta di progetto allo Stato Limite SLV* per le opere in elevazione relative alle *strutture a pareti in c.a.* ($q = 1,00$).

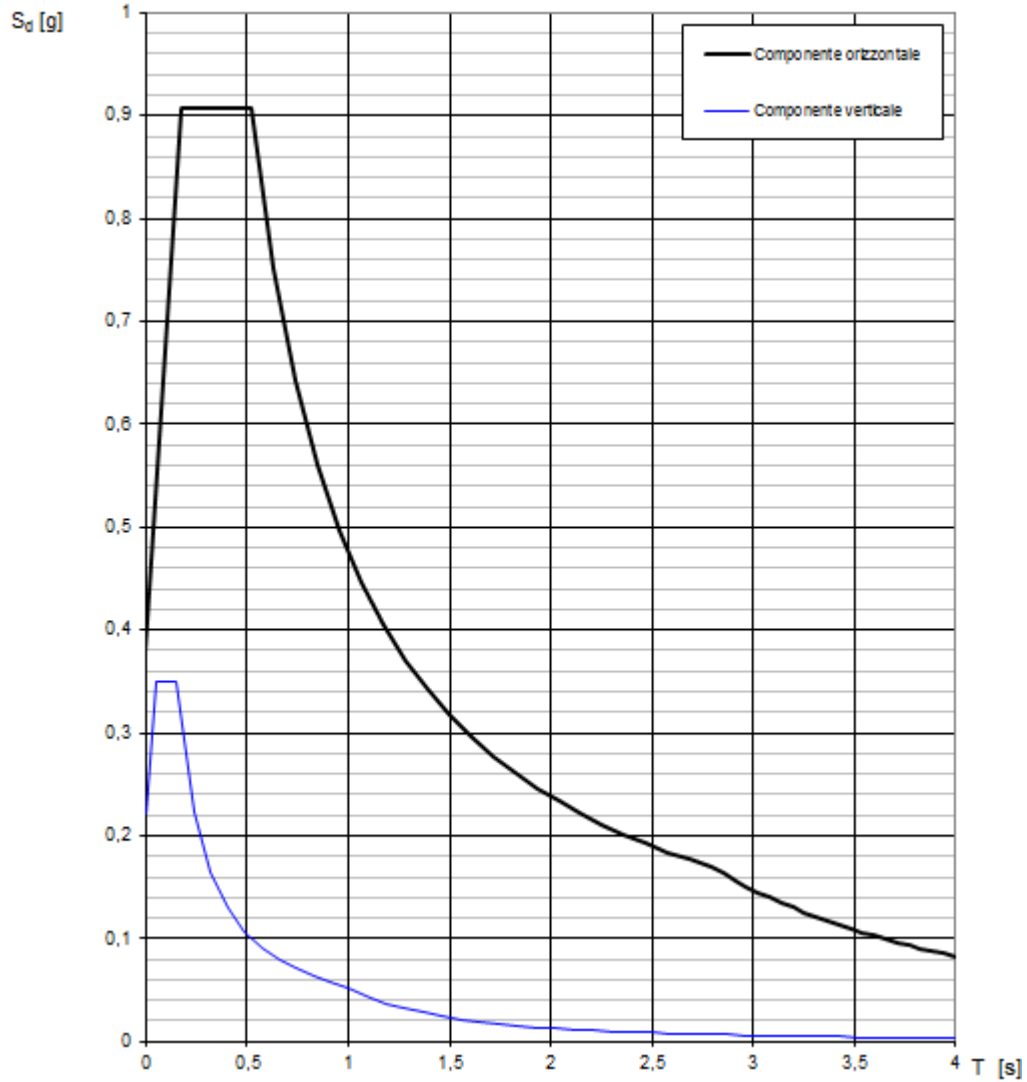


Figura 3-6 - Spettri di risposta per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) - *Strutture in elevazione a pareti in c.a.* - $q = 1,00$

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 32 di 247	

Nella successiva Figura 3-5 si riportano gli *Spettri di risposta di progetto allo Stato Limite SLV* per le opere in elevazione del *Locale pre-ispessimento fanghi* costituito da *struttura a telaio in acciaio* ($q = 1,50$).

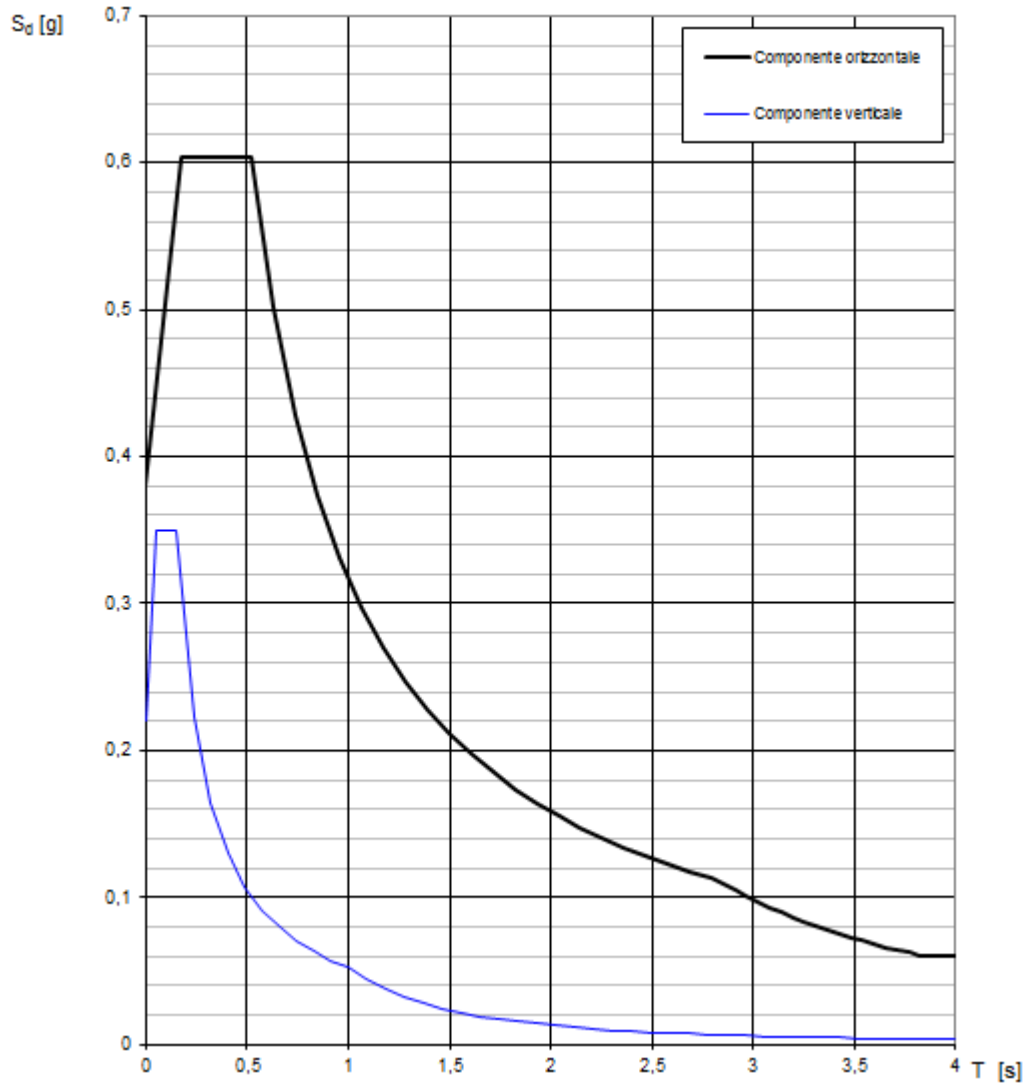


Figura 3-7 - Spettri di risposta per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) - *Strutture in elevazione a telaio in acciaio* - $q = 1,50$

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 33 di 247	

Ai sensi del §7.2.5 del D.M. 17/01/2018, il dimensionamento delle **strutture di fondazione** e la verifica di sicurezza del complesso fondazione-terreno sono eseguiti assumendo come azione in fondazione, trasmessa dagli elementi soprastanti, quella derivante dall’analisi strutturale eseguita ipotizzando un **comportamento strutturale non dissipativo**, ovvero assumendo come **fattore di comportamento $q = 1$** .

A tal proposito, si riporta nella Figura 3-8 il grafico dello **spettro di risposta di progetto** relativo allo **Stato Limite SLV** per le **strutture di fondazione** di tutte le opere in oggetto ($q = 1,00$).

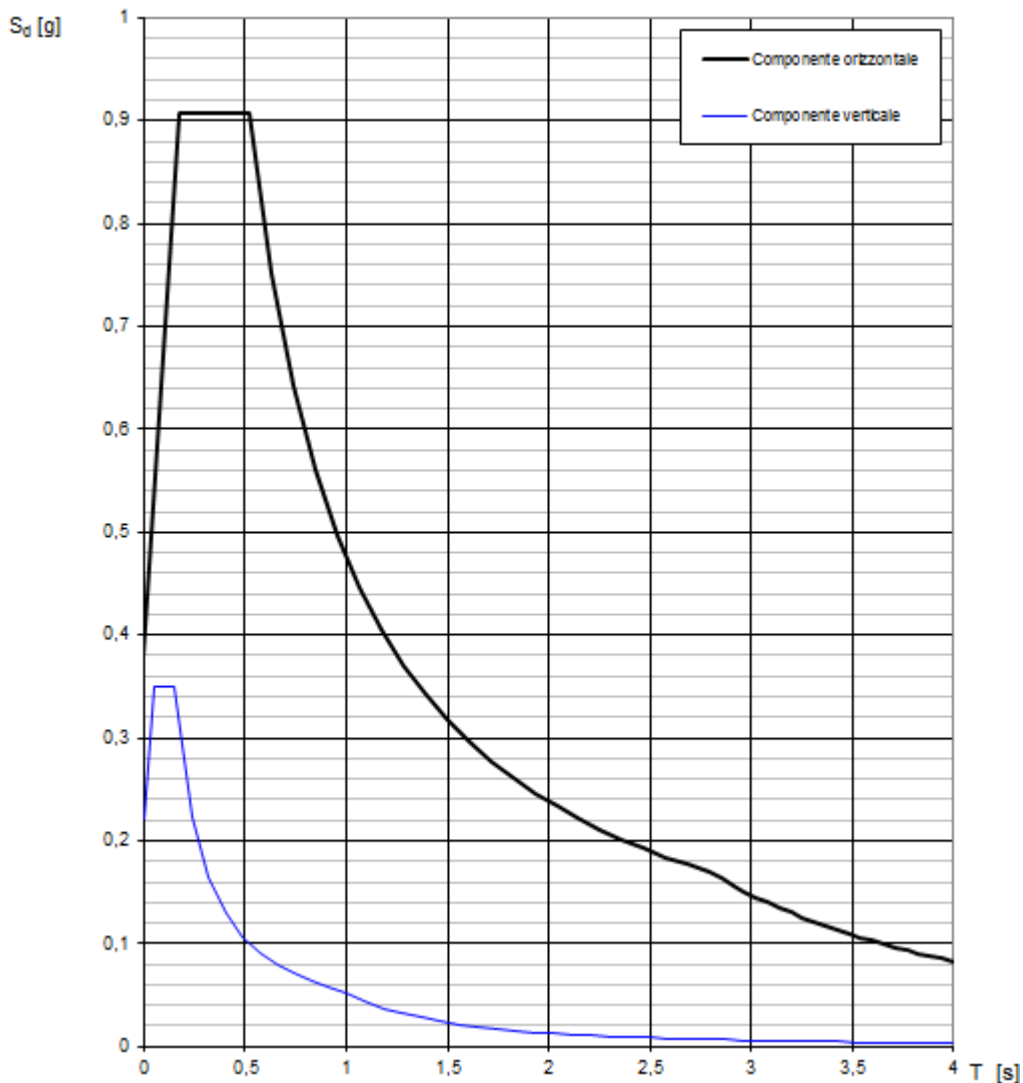


Figura 3-8 - Spettri di risposta per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) - **Strutture di fondazione** - $q = 1,00$

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005</p> <p>RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		<p>Rev. Data</p>
			<p>00 Set. 2023</p>
			<p>Pag. 34 di 247</p>

Per quanto riguarda gli *Stati Limite di Esercizio (SLE)*, ai sensi della Tabella 3-14 (ovvero *Tab. 7.3.I* delle NTC2018) precedentemente riportata, si adottano i seguenti valori del **fattore di comportamento** per gli Stati Limite previsti, relativamente a tutte le opere in oggetto:

- **Stato Limite di Danno (SLD):**
 - $q = 1 (\leq 1,5)$ per le **strutture a pareti in c.a.**;
 - $q = 1,5 (\leq 1,5)$ per le **strutture a telaio in acciaio.**
- **Stato Limite di Operatività (SLO):** $q=1$

Nelle successive figure si riportano i grafici degli spettri di risposta allo *Stato Limite di Danno (SLD)* e allo *Stato Limite di Operatività (SLO)*.

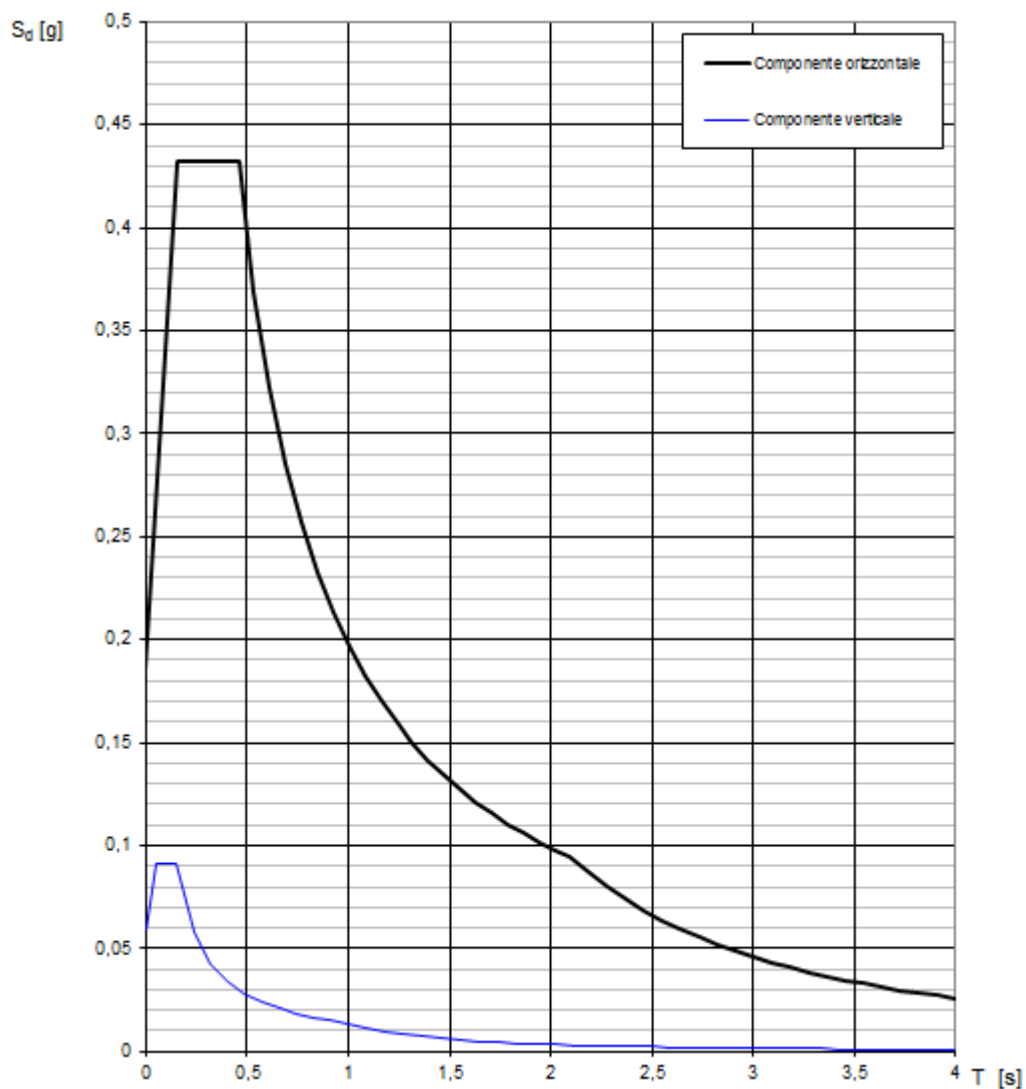


Figura 3-9 - Spettri di risposta per lo Stato Limite di Danno (SLD) - *Strutture a pareti in c.a - q = 1,00*

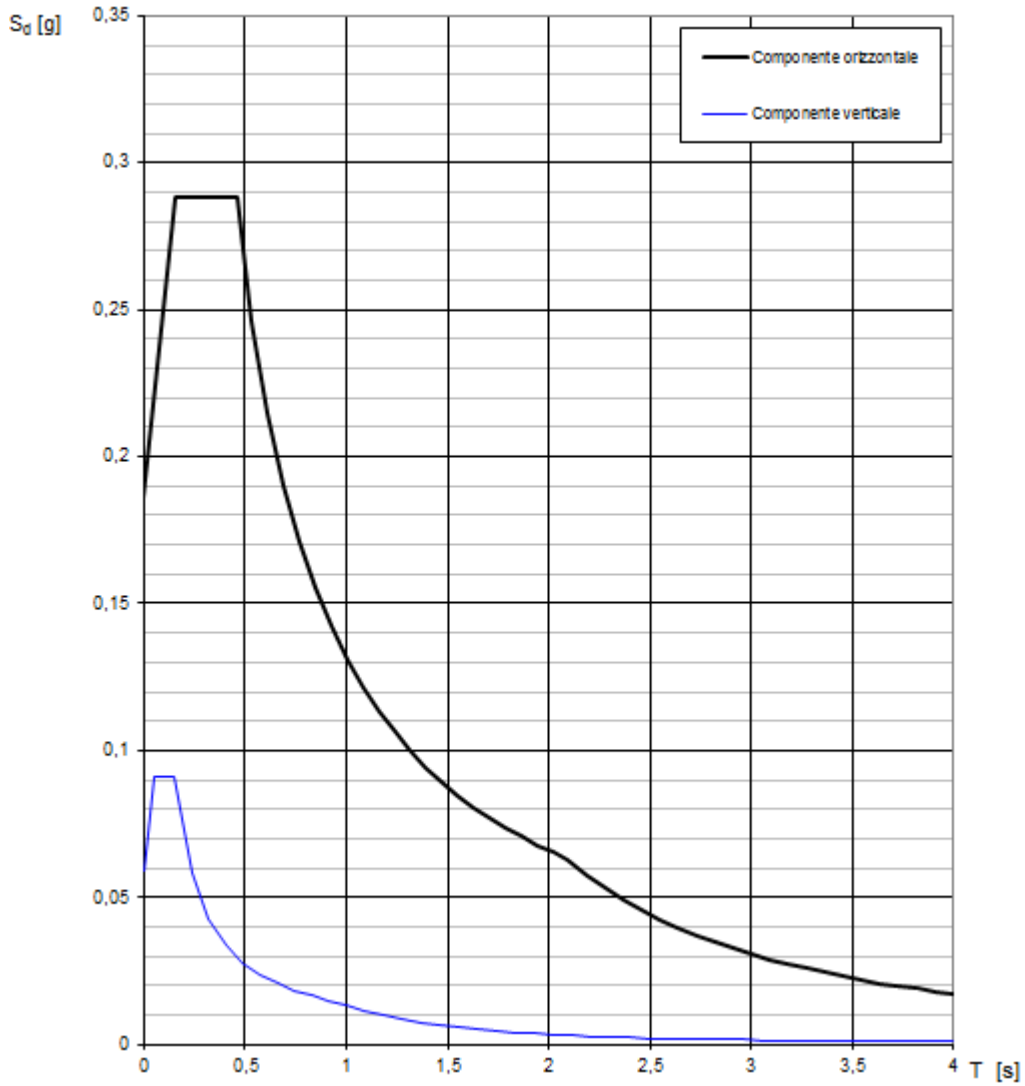


Figura 3-10 - Spettri di risposta per lo Stato Limite di Danno (SLD) - *Strutture a telaio in acciaio - q = 1,50*

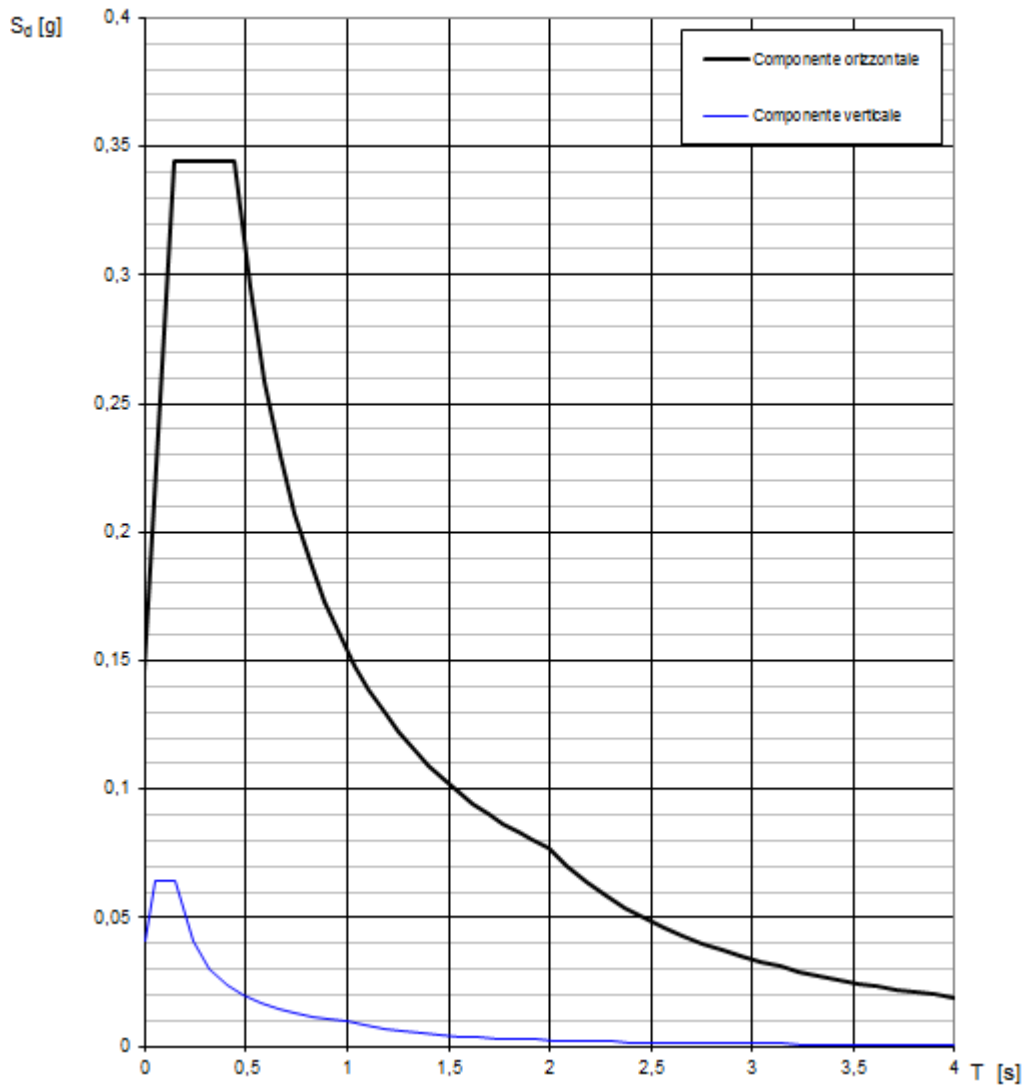


Figura 3-11 - Spettri di risposta per lo Stato Limite di Operatività (SLO) - $q = 1,00$

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		<p>Rev. Data</p>
	<p>00 Set. 2023</p>		
			<p>Pag. 37 di 247</p>

4 MATERIALI

Per la realizzazione dei manufatti si prevede l'utilizzo dei seguenti materiali:

4.1 Calcestruzzo strutturale

Gli impasti di conglomerato cementizio per le strutture gettate in opera si otterranno dall'intimo mescolamento di componenti attivi quali acqua e cemento, e di materiali inerti sabbia, ghiaia, tali da avere una classe di resistenza non inferiore a C28/35 per le strutture. Tale valore caratteristico della resistenza cubica è valutato su provini cubici delle dimensioni di cm 15x15x15.

- Calcestruzzo strutturale

- classe di resistenza **C28/35**;
- classe di esposizione **XA1**;
- Slump **S5**;
- resistenza cilindrica caratteristica $f_{ck} = 28 \text{ N/mm}^2$;
- fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica = **0,83**;
- fattore di riduzione per carichi di lungo periodo = **0,85**;
- coefficiente di sicurezza calcestruzzo $\gamma_c = 1,5$;
- resistenza di calcolo a compressione semplice $f_{cd} = 15,87 \text{ N/mm}^2$;
- modulo elastico $E_c = 32.308 \text{ N/mm}^2$;
- Modulo di Poisson $\nu = 0,20$;
- peso specifico $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$;
- coefficiente di espansione termica $\alpha = 1,00E-05 \text{ 1/}^\circ\text{C}$.

- Magrone di sottofondo

- classe di resistenza C20/25.

Il cemento sarà del tipo ad alta resistenza tipo 42,5, ed esso sarà fornito in sacchi sigillati, o in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazioni, ovvero alla rinfusa. Sui sacchi e sugli imballaggi devono essere stampati il nome della ditta fabbricante e dello stabilimento di produzione, la qualità del legante, la quantità di acqua per la malta normale e, infine, le resistenze minime a trazione e compressione dopo 28 giorni di maturazione dei provini. Se invece i cementi sono forniti alla rinfusa, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità potrà essere accertata mediante prelievo di campioni, con modalità previste dalle leggi e normative vigenti.

Copriferro minimo ai fini della verifica a fessurazione pari a 40 mm.

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		<p>Rev. Data</p>
	<p>00</p>	<p>Set. 2023</p>	
			<p>Pag. 38 di 247</p>

La resistenza meccanica e i requisiti fisico-chimico e le relative modalità di prova sono definite nel Cap. 11- *Materiali e Prodotti per uso Strutturale* di cui al D.M. 14.01. La presa deve avere inizio non prima di 45 minuti, dalla manipolazione con acqua, né terminare prima di 12 ore. Comunque, i tempi di presa possono variare sensibilmente anche per lo stesso cemento; il prodotto fresco di fabbricazione fa presa più rapidamente di quello stagionato; in ambiente caldo e asciutto i tempi si accelerano sensibilmente.

Gli inerti occupano in generale una frazione rilevante (70% - 80%) del volume del getto. La sabbia più adatta è quella viva del tipo preferibilmente silicea, a grana ruvida e ad elementi di diametro assortito da 0 a 3 mm circa. La sabbia può essere di provenienza fluviale o di cava e non deve contenere parti terrose o fango. Sono da escludersi sabbie provenienti da rocce in decomposizione, non resistenti alle azioni atmosferiche.

Ottime sabbie sono quelle proveniente dai frantoi o molazze mediante macinazione di pietre o pietrisco, purché provengano da rocce adatte e presentino spigoli vivi e dimensioni assortite.

La sabbia deve esser lavata se contiene limo, terreno vegetale, materiale melmoso, humus, ecc, in maniera tale da non asportare la parte più fine. Sabbie prodotte da frantoi contengono la polvere costituita dai grani più piccoli, che non debbono essere asportati. E' necessario evitare sabbie di grana uniforme, in quanto grani di dimensioni diverse riempiono meglio gli spazi lasciati tra gli elementi di ghiaia.

La sabbia natura o artificiale, da usare nel calcestruzzo, deve risultare ben assortita in grossezza e costituita di grani resistenti non provenienti da rocce gessose o decomposte. Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose.

La ghiaia o il pietrisco costituiscono la parte grossa dell'impasto, ed hanno grande importanza sulle sue proprietà. Gli elementi che formano la ghiaia o il pietrisco variano molto di grandezza, di solito da 5 a 30 mm. Anche la ghiaia deve avere grani di dimensioni assortite per conferire maggiore compattezza al calcestruzzo. La ghiaia o il pietrisco non devono contenere impurità, fango, terriccio, polvere; devono avere le superfici scabre, non devono provenire da materiali friabili o gelivi; sono da escludere materiali tufacei e teneri. Il calcare duro, compatto dà ottime ghiaie e ottimi pietrischi; anche il granito e le rocce silicee in genere danno buone ghiaie.

Per la ghiaia ed il pietrisco di genere si prescrive che la ghiaia deve essere ben assortita, formata da elementi resistenti e non gelivi, scevra di sostanze estranee, di parti friabili, terrose o comunque dannose.

L'acqua per gli impasti deve essere limpida, non contenere sali (cloruri e solfati) in percentuale dannosa e non deve essere aggressiva. Sono da escludere le acque di rifiuto e in special modo quelle provenienti da stabilimenti industriali, poiché anomalie nel fenomeno di presa ed indurimento del cemento possono essere provocate da olii, zuccheri, materiale organico.

L'acqua di mare non può essere impiegata. Quando sussistono dubbi sull'idoneità dell'acqua da impiegare negli impasti, è opportuno ricorrere ad analisi chimiche.

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		
		<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		Pag. 39 di 247	

4.2 Acciaio per calcestruzzo armato

- Acciaio per cemento armato ad aderenza migliorata

- tipo **B450C**
- resistenza a rottura $f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$;
- resistenza a snervamento $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$;
- coefficiente di sicurezza acciaio $\gamma_s = 1.15$;
- resistenza di calcolo $f_{yd} = 391 \text{ N/mm}^2$;
- modulo di elasticità $E_s = 206.000 \text{ N/mm}^2$;
- copriferro minimo **4 cm**.

Tutti i copriferri dovranno essere garantiti con appositi distanziatori.

Le barre devono presentare struttura uniforme, essere prive di screpolature, bruciature o altre soluzioni di continuità; non devono presentare ruggine, per quanto sia accertato che una leggera ossidazione non riesce dannosa, in quanto il calcestruzzo avvolgente, dopo qualche tempo, la fa scomparire.

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 40 di 247	

4.3 Acciaio da carpenteria (struttura in elevazione)

- **Acciaio da carpenteria per HEB, IPE, OMEGA, flange e piastre di collegamento**

- Classe di esecuzione UNI EN 1090: **EXC2**
- Tipologia ai sensi delle UNI EN 10025: **S235**
- Resistenza caratteristica a trazione: **$f_{uk} = 360 \text{ N/mm}^2$** ;
- Resistenza caratteristica a snervamento: **$f_{yk} = 235 \text{ N/mm}^2$** ;
- coefficiente di sicurezza per *Resistenza delle sezioni trasversali*: **$\gamma_{M0} = 1,05$** ;
- coefficiente di sicurezza per *Resistenza delle membrature all’instabilità*: **$\gamma_{M1} = 1,05$** ;
- coefficiente di sicurezza per *Resistenza delle sezioni trasversali in tensione per frattura*: **$\gamma_{M2} = 1,25$** ;
- Resistenza di calcolo (γ_{M0} e γ_{M1}): **$f_{yd} = 223,81 \text{ N/mm}^2$** ;
- Resistenza di calcolo (γ_{M2}): **$f_{yd} = 188 \text{ N/mm}^2$** ;
- Modulo elastico: **$E = 210.000 \text{ N/mm}^2$** ;
- Modulo di Poisson: **$\nu = 0,30$** ;
- Modulo tangenziale: **$G = 81.000 \text{ N/mm}^2$** ;
- peso specifico: **$\gamma = 78 \text{ KN/m}^3$** ;
- coefficiente di espansione termica: **$\alpha = 1,20E-05 \text{ 1/}^\circ\text{C}$**

N.B.: Tutti i profilati metallici saranno sottoposti a zincatura.

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		<p>Rev. Data</p>
	<p>00</p>	<p>Set. 2023</p>	
			<p>Pag. 41 di 247</p>

5 CARATTERISTICHE E AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO

5.1 *Descrizione del programma Sismicad*

Si tratta di un programma di calcolo strutturale che nella versione più estesa è dedicato al progetto e verifica degli elementi in cemento armato, acciaio, muratura e legno di opere civili. Il programma utilizza come analizzatore e solutore del modello strutturale un proprio solutore agli elementi finiti tridimensionale fornito col pacchetto. Il programma è sostanzialmente diviso in tre moduli: un pre-processore che consente l'introduzione della geometria e dei carichi e crea il file dati di input al solutore; il solutore agli elementi finiti; un post processore che a soluzione avvenuta elabora i risultati eseguendo il progetto e la verifica delle membrature e producendo i grafici ed i tabulati di output.

5.2 *Specifiche tecniche*

Denominazione del software: Sismicad 12.21

Produttore del software: Concrete

Concrete srl, via della Pieve, 15, 35121 PADOVA - Italy

<http://www.concrete.it>

Rivenditore: CONCRETE SRL - Via della Pieve 19 - 35121 Padova - tel.049-8754720

Versione: 12.20

Identificatore licenza: SW-8143257

Intestatario della licenza: C.&S. DI GIUSEPPE INGEGNERI ASS.TI SRL - VIA CAVOUR, 45 -
PALOMBARO (CH)

Versione regolarmente licenziata.

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		
		<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		Pag. 42 di 247	

5.3 Basi teoriche ed algoritmi impiegati

5.3.1 Il solutore ad elementi finiti

Sismicad è dotato di un solutore per l’analisi numerica delle strutture condotta attraverso l’utilizzo del metodo degli elementi finiti.

Esso nasce per soddisfare le seguenti esigenze:

- dotare il programma ad elementi finiti di un file di input e di output facilmente interpretabile da parte dell’utenza;
- eseguire un accurato controllo della correttezza dei dati prima di passare alla fase di soluzione vera e propria;
- consentire l’introduzione modulare di nuovi elementi finiti e procedure di analisi senza modificare l’impianto generale del programma;
- consentire facilmente la sostituzione degli elementi finiti esistenti con altri la cui formulazione derivi dai progressi scientifici nel campo dell’analisi numerica delle strutture;
- offrire all’utenza le tecniche di soluzione e le formulazioni più aggiornate nel campo dell’analisi numerica;
- essere pronti ad accogliere le prescrizioni di calcolo dettate dalla normativa vigente;
- costituire la base di un programma per la ricerca scientifica nel campo dell’analisi numerica.

Il programma è dotato di una vasta libreria di elementi finiti mono e bidimensionali la cui formulazione è basata su lavori di ricerca pubblicati sulle più autorevoli riviste internazionali.

A corredo del programma è fornito il presente manuale illustrativo, un manuale di esempi svolti di comparazione con i risultati teorici, un manuale in forma abbreviata riguardante l’impostazione del file di input e un manuale in forma estesa con la descrizione di tutte le basi teoriche adottate nella formulazione degli elementi finiti, i metodi di analisi, la descrizione del file di input e di quelli di output a cui si rimanda per gli ulteriori approfondimenti.

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		
		<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		Pag. 43 di 247	

5.3.2 Principali caratteristiche del programma

Il solutore ad elementi finiti consente di eseguire le seguenti analisi strutturali:

- analisi statica lineare delle strutture;
- analisi dinamica lineare delle strutture;
- risposta allo spettro;
- analisi P-Delta;
- analisi per l’instabilità globale (Buckling);
- analisi statica non-lineare in controllo di forze;
- analisi statica non-lineare in controllo di spostamento (Path-Following).

5.3.3 Struttura del file di input ed organizzazione del programma

Il solutore ad elementi finiti è un programma aperto dal punto di vista dell’immissione dei dati, i quali sono immessi attraverso un separatore alfabetico iniziale e da una successione di stringhe alfabetiche seguite da un segno di eguale e dal valore numerico.

I blocchi dati possono essere immessi senza alcuna priorità e tutti i dati letti vengono di volta in volta processati, controllati e archiviati in file binari o sequenziali avendo quindi la possibilità, in ogni momento dell’elaborazione, di attingere dati da files ove se ne ravvisi la necessità.

Questa organizzazione del programma lo rende quindi di facile sviluppo ed ampliamento senza che ne venga sconvolto l’impianto generale e consente facilmente successivi aggiornamenti.

5.3.4 Il check dei dati

È la fase più complessa del programma. Ogni dato immesso viene processato, ne viene controllata la compatibilità e, in caso di errore, viene segnato a video e in un file di errore il problema riscontrato.

5.3.5 La modellazione strutturale

Il programma consente di analizzare strutture tridimensionali discretizzate attraverso elementi finiti mono e bidimensionali che si connettono in certi punti detti nodi. Ogni nodo possiede 6 gradi di libertà, 3 traslazioni e 3 rotazioni che sono espressi nel sistema di riferimento globale a cui è riferita la struttura. Su ogni nodo strutturale possono essere assegnati carichi e coppie concentrate, masse traslazionali e rotazionali.

Ogni nodo strutturale può essere collegato ad altri nodi strutturali attraverso legami di tipo rigido che rispettano la meccanica dei corpi rigidi. In particolare, è possibile modellare piani rigidi, disassamenti strutturali (ad esempio tra pilastri), connessioni totalmente rigide tra nodi.

Tutti i carichi, le coppie, le masse traslazionali e rotazionali assegnate ai nodi dipendenti sono riportate in automatico ai nodi principali attraverso il loro valore e coppie di trasporto.

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		<p>Rev. Data</p>
	<p>00</p>	<p>Set. 2023</p>	
			<p>Pag. 44 di 247</p>

5.4 Tipi di analisi

5.4.1 L’analisi statica lineare

La soluzione del problema di equilibrio della struttura discretizzata si traduce nella soluzione del seguente sistema algebrico di equazioni lineari:

$$Ku=f$$

i cui coefficienti sono costituiti dai termini della matrice di rigidezza K, le incognite sono gli spostamenti e le rotazioni nodali contenuti nel vettore u e i termini noti sono costituiti dai vettori dei carichi f in numero pari alle condizioni di carico indipendenti dichiarate.

La matrice di rigidezza, almeno nei casi comuni, risulta essere una matrice di tipo sparso nel senso che molti coefficienti sono nulli. Opportune numerazioni dei nodi della struttura riescono a compattare i coefficienti intorno alla diagonale principale della matrice dando luogo a una banda. Se per ogni riga della matrice si calcolano, a partire dall’elemento diagonale, il numero di elementi oltre il quale i termini sono tutti nulli, si definisce ampiezza di banda il numero massimo di elementi riscontrati per ogni riga.

Si definisce inoltre profilo della matrice di rigidezza la somma dei termini contenuti in ogni colonna partendo dall’elemento diagonale e finendo al primo termine non nullo partendo dall’alto nella colonna considerata.

Un’ottima numerazione dei nodi, quella cioè per cui il profilo risulta essere minimo consente, da un punto di vista computazionale, notevoli risparmi di risorse potendo memorizzare solo i termini utili ed evitando in fase di risoluzione inutili operazioni sugli zeri della matrice di rigidezza.

Il programma prevede in cascata un duplice metodo di minimizzazione del profilo della matrice di rigidezza e il programma valuta quale dei due metodi abbia dato i migliori risultati rinumerando quindi in modo ottimo i nodi. Le procedure di minimizzazione sono tratte dai Rif. [45] e [46].

Durante la fase di assemblaggio della matrice di rigidezza viene controllata la presenza di elementi nulli posti lungo la diagonale principale; in quest’ultimo caso l’elaborazione termina con l’indicazione del numero di equazione ove si è riscontrata l’anomalia.

- La risoluzione del sistema di equazioni è condotta attraverso il metodo di Gauss che consiste nel decomporre la matrice di rigidezza nel prodotto di una matrice triangolare inferiore avente sulla diagonale principale tutti i termini pari all’unità con una matrice triangolare superiore:

$$K=LU$$

Il solutore ad elementi finiti consente di risolvere il sistema di equazioni attraverso due metodi.

Il primo metodo memorizza la matrice di rigidezza sotto forma di un’unica colonna compatta (skyline storage), con la definizione di un ulteriore vettore contenente i puntatori agli elementi diagonali della matrice di rigidezza oppure in blocchi di vettori compatti contenenti all’interno i puntatori posti in coda.

<p style="text-align: center;"><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		
		<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		<i>Pag. 45 di 247</i>	

La decomposizione della matrice di rigidezza è basata sul metodo di Crout modificato e i metodi di risoluzione sono tratti dai Rif. [47] e [48].

In fase di riduzione della matrice di rigidezza viene controllato che il generico termine diagonale della matrice ridotta sia maggiore di zero. In caso contrario l’elaborazione termina con la segnalazione di errore grave.

Quando porzioni molto rigide della struttura sono connesse a porzioni molto deformabili il sistema di equazioni può risultare mal condizionato. Una stima sull’approssimazione della soluzione è indicata dalla seguente quantità:

$$n_i = \log_{10}(K_{ii}) - \log_{10}(U_{ii})$$

In essa n_i è il numero di figure perse, K_{ii} è il termine diagonale della matrice di rigidezza e U_{ii} è il termine diagonale della matrice triangularizzata.

Di solito il numero delle figure perse è dell’ordine di 4 e pertanto la soluzione è pienamente accettabile. Se il numero di figure perse è compreso tra 6 e 11 il programma segnala anomalia pur continuando ad elaborare; in questo caso la soluzione deve essere accettata con cautela solo dopo aver controllato gli equilibri globali. Se il numero di figure perse è superiore a 11 il programma termina l’elaborazione con la segnalazione di errore grave.

In caso di errori il programma evidenzia il numero di equazione, il nodo, il grado di libertà ove si è verificato e la tripletta delle coordinate nodali espresse nel sistema di riferimento globale della struttura.

Il secondo metodo, denominato metodo delle matrici sparse, memorizza in un vettore tutti i termini non nulli della matrice di rigidezza e i puntatori.

Il codice, che è stato implementato nel solutore ad elementi finiti, è basato su un lavoro riportato nel Rif. [49] ed è distribuito dalla ditta Aspentech con sede in U.S.A.

Questo codice si compone di tre parti e rispettivamente una prima parte che è dedicata a riordinare il sistema di equazioni, una seconda che è dedicata a fattorizzare la matrice di rigidezza mentre una terza parte, dato il vettore dei termini noti, calcola la soluzione del sistema di equazioni.

Il riordino del sistema di equazioni è basato sui Rif. [50] e [51].

In fase di riduzione della matrice di rigidezza viene controllato che il generico termine diagonale della matrice ridotta sia maggiore di zero. In caso contrario l’elaborazione termina con la segnalazione di errore grave.

Al termine dell’elaborazione, è controllato il bilancio globale delle forze confrontando tra loro le risultanti e i momenti risultanti delle forze attive e reattive. Il risultato di questo confronto è l’unico che può garantire l’attendibilità della soluzione trovata.

<p style="text-align: center;"><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		
		<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		<i>Pag. 46 di 247</i>	

5.4.2 L’analisi dinamica

5.4.2.1 Il metodo della proiezione nel sottospazio

L’analisi dinamica della struttura consiste nel determinare le frequenze proprie di vibrazione e le deformate modali, cioè gli autovalori e gli autovettori della matrice dinamica. Dalla seguente equazione:

$$(K - \lambda M) \varphi = 0$$

in cui K è la matrice di rigidità e M è la matrice delle masse si determinano le frequenze proprie λ e la deformata modale descritta dal vettore φ .

Quando il numero dei gradi di libertà della struttura è notevole e non è richiesto il calcolo di tutti gli autovalori ma solo di quelli collegati ai periodi più alti, allora è conveniente ricorrere al metodo iterativo della proiezione nel sottospazio adottando un certo numero di vettori iterativi. Il metodo per la ricerca delle frequenze di vibrazione e per la determinazione delle deformate modali è contenuto nel Rif. [55].

Pur avendo scelto un numero sufficientemente ampio di vettori iterativi può accadere in alcuni problemi specifici che gli autovalori nel gruppo che si sta iterando non siano sufficientemente separati per cui la velocità di convergenza risulta estremamente bassa.

In tali condizioni è utile applicare la procedura dello “shift” che aumenta notevolmente la velocità di convergenza.

5.4.2.2 Il metodo dei vettori di Ritz

In vista dell’analisi dinamica di edifici soggetti a terremoti, si dimostra che i modi di vibrare a forte componente rotazionale intorno all’asse verticale contribuiscono poco alla risposta dello spettro.

Alla luce di questa considerazione si è dimostrato valido un approccio differente per il calcolo dei modi di vibrare della struttura. Questo metodo prende in nome di estrazione dei modi di vibrare attraverso i vettori di Ritz Rif. [56] e [57].

Il metodo numerico è stato originato per essere applicato a problemi di risposta dinamica del tipo time-history e con qualche modifica può essere adoperato per trovare con una ragionevole approssimazione i modi di vibrare della struttura e le pulsazioni ad essi associati.

Questo metodo ha lo scopo di generare una sequenza di vettori massa ortogonali i quali, attraverso un’unica proiezione nel sottospazio, vengono ruotati per generare i vettori di Ritz finali.

Si segnala che la procedura precedentemente esposta offre da un punto di vista computazionale notevoli vantaggi in termini di velocità di elaborazione (da 1/2 a 1/3 del tempo di CPU rispetto al calcolo classico degli autovalori).

Essa inoltre consente di raggiungere la percentuale delle masse partecipanti con un numero di vettori inferiori rispetto all’analisi dinamica classica in quanto il metodo, per un numero limitato di vettori, scarta le rotazioni di impalcato che non danno contributo al calcolo delle masse partecipanti. Le rotazioni di impalcato iniziano a manifestarsi all’aumentare del numero di vettori richiesti.

<p style="text-align: center;"><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		<p>Rev. Data</p>
	<p>00</p>	<p>Set. 2023</p>	
			<p>Pag. 47 di 247</p>

Alla luce di quanto esposto, si ritiene che questo metodo, sia del tutto alternativo al metodo classico e comunque costituisce un indispensabile e agevole strumento per il predimensionamento strutturale.

5.4.2.3 *Il troncamento modale*

Nella valutazione della risposta di strutture soggette a carichi dinamici, spesso si ritiene accettabile considerare un numero limitato di autovettori al fine di ottenere una soluzione convenientemente approssimata. Tale operazione viene detta troncamento modale.

Un parametro che tiene conto in modo forfetario dell’ammissibilità del troncamento modale è il cosiddetto fattore percentuale delle masse traslazionali e di quelle rotazionali partecipanti.

La nostra normativa, similmente a quella americana, impone di considerare tanti modi di vibrare fino a che le percentuali delle masse traslazionali partecipanti attingano valori superiori al 85%.

5.4.3 La risposta allo spettro e le tecniche di combinazione

In generale su una struttura possono agire contemporaneamente terremoti lungo due direzioni ortogonali nel piano X, Y e lungo Z aventi ognuno uno spettro di risposta. Il solutore ad elementi finiti prevede questa ipotesi.

Assegnato uno spettro di risposta, per ogni modo di vibrare, il programma calcola i massimi spostamenti e le massime sollecitazioni associate allo spettro assegnato.

Il metodo più noto per combinare la generica entità è quello della radice quadrata della somma dei quadrati detto anche SRSS. Modellazioni numeriche hanno mostrato che questo metodo è efficiente solo quando le frequenze di vibrazione sono ben separate tra loro.

Un metodo che ha mostrato buoni risultati anche quando le frequenze modali sono ravvicinate è il cosiddetto metodo CQC (combinazione quadratica completa) funzione anche del fattore di smorzamento inteso come frazione di quello critico (cfr. Rif. [58]). Nel programma è previsto l’adozione di uno o dell’altro metodo di combinazione.

Un parametro importante nell’analisi di risposta allo spettro è costituito dallo sforzo di taglio alla base dell’edificio.

Il programma, per ogni modo di vibrare e per ogni direzione di ingresso del sisma, fornisce le forze di taglio lungo gli assi globali del sistema di riferimento e lungo le direzioni di ingresso del terremoto.

Queste forze vengono combinate sia attraverso il metodo CQC sia attraverso il metodo SRSS per fornire il massimo valore.

Quando vengono assegnati terremoti contemporanei lungo le tre direzioni ortogonali (1-2-Z), il programma per determinare il tagliante risultante, adopera il metodo della radice quadrata della somma dei quadrati (SRSS) per combinare la risposta sia in termini di CQC che in termini di SRSS. Una buona progettazione strutturale dovrebbe fare in modo che la struttura resista con adeguato coefficiente di sicurezza per tutti gli angoli di ingresso del terremoto.

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		
		<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		<i>Pag. 48 di 247</i>	

La nostra normativa, come altre, prevede tuttavia che l’edificio sia analizzato solo per una coppia di terremoti agenti ortogonalmente tra loro la cui direzione è lasciata alla sensibilità del progettista.

Di solito l’angolo di ingresso del terremoto viene posto lungo una direzione parallela alla tessitura degli elementi preposti ad assorbire le azioni sismiche. Questa non è detto che sia la scelta più opportuna in quanto il progettista dovrebbe tentare con più direzioni di ingresso di valutare quale caso sia il più gravoso.

Se si dispone la struttura con un asse che si ritiene principale lungo una direzione del sistema di riferimento globale (ad esempio X), si può valutare almeno quale sia l’angolo di ingresso del sisma che induce il massimo taglio proprio lungo quella direzione (ad esempio X).

Il programma prevede la possibilità di calcolare l’angolo che si ritiene critico e i valori dei taglianti attinti sotto questa condizione. La valutazione viene ovviamente condotta con riferimento alla combinazione CQC e SRSS.

5.4.4 L’analisi P-delta

Questo tipo di analisi consente di includere gli effetti del carico assiale sul comportamento flessionale di alcuni elementi finiti e questo tipo di non-linearità geometrica è conosciuta come effetto p-delta.

L’opzione è particolarmente utile per considerare gli effetti dei pesi propri e dei sovraccarichi permanenti sulla rigidità laterale di strutture intelaiate. Essa è anche utile per l’analisi di strutture dotate di cavi come ponti sospesi, tensostrutture ecc.

Il programma ottiene, attraverso successive iterazioni, le equazioni di equilibrio che includono l’effetto p-delta dovuto a una combinazione di casi di carico che sono applicati alla struttura. Queste equazioni poi sono utilizzate per tutti gli altri casi di carico e i risultati possono essere combinati.

Per ogni modello strutturale analizzato dal programma deve essere definita un’unica combinazione di carico che crea l’effetto p-delta. Questa combinazione è una combinazione arbitraria dei carichi applicati alla struttura come carichi nodali, carichi indotti dai pesi propri, dalle variazioni termiche, dalle pressioni ecc.

Quando è attivata l’opzione p-delta, la struttura prima è soggetta ai carichi p-delta e poi è analizzata iterativamente per determinare gli effetti p-delta sulla matrice di rigidità globale e sulle matrici locali sforzo-spostamento delle travi.

Le matrici di rigidità risultanti e quelle relative alle relazioni sforzo-spostamento che includono l’effetto p-delta sono utilizzate per tutte le analisi seguenti. Queste includono tutte le condizioni di carico statico, l’analisi dinamica e la risposta allo spettro. Poiché queste matrici sono costanti, queste analisi sono tutte lineari avendo come conseguenza una grande efficienza computazionale e consentendo la sovrapposizione degli effetti.

<p style="text-align: center;"><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A.</p> <p>PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila</p> <p>Ovest - CUP:B15H22001110005</p> <p>RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		<p>Rev.</p>	<p>Data</p>
	<p>00</p>	<p>Set. 2023</p>		
			<p>Pag. 49 di 247</p>	

Affinché i risultati siano ragionevoli, lo sforzo normale che viene a generarsi nelle combinazioni di carico non deve differire di molto da quello determinato attraverso la combinazione p-delta. L’accuratezza del risultato è lasciata al giudizio dell’utente.

Il metodo P-delta adottato dal programma è basato sulle seguenti ipotesi:

- si assume una legge di tipo cubico per gli spostamenti;
- si assume una legge esatta non lineare tra le deformazioni e gli spostamenti;
- il legame tra le tensioni e le deformazioni è di tipo lineare;
- nel funzionale dell’energia potenziale vengono trascurati i termini di ordine superiore al terzo.

In base a queste assunzioni si viene a determinare una matrice di rigidezza che è somma di due termini.

Il primo è la comune matrice di rigidezza che dipende dalle caratteristiche elastiche della trave mentre la seconda è funzione lineare dello sforzo normale agente nella trave stessa e dalla lunghezza della trave e pertanto in letteratura viene definita convenzionalmente matrice di rigidezza geometrica.

L’effetto combinato dell’analisi p-delta, dell’analisi dinamica e della conseguente risposta allo spettro non è di facile predizione.

Negli edifici, specie in quelli alti, l’effetto p-delta risulta essere predominante nei pilastri a causa dei carichi gravitazionali che includono i sovraccarichi permanenti e quelli accidentali; infatti i pilastri diventano più deformabili e per conseguenza la struttura diventa lateralmente più deformabile.

Nelle strutture in zona sismica sottoposte ad azioni sismiche statiche di tipo equivalente, di solito, per sisma in una direzione, ci si limita a considerare le seguenti combinazioni di carico:

- 1) Permanenti + accidentali (caso statico)
- 2) permanenti \pm sisma x (massima possibile inversione del momento sotto un appoggio delle travi o in testa e al piede di qualche pilastro)
- 3) permanenti + accidentali \pm sisma x (massimo momento in corrispondenza degli appoggi delle travi o alla testa e al piede dei pilastri)

Da un punto di vista teorico sarebbe necessario analizzare separatamente con l’effetto P-delta le combinazioni 1), 2) e 3) (in totale cinque) ma da un punto di vista operativo è sufficiente imporre come effetto P-delta solo la combinazione n° 1 in quanto ai fini della deformabilità laterale della struttura in conseguenza dei carichi assiali la scelta è cautelativa per la combinazione 2) ed all’incirca equivalente per la combinazione 3).

Per la combinazione 2) solitamente l’incremento di sforzo normale nei pilastri per effetto del sisma non è superiore al carico indotto dai sovraccarichi accidentali mentre per la combinazione 3) globalmente in alcuni pilastri vi è un aumento di compressione (aumento di deformabilità) ed in altri vi è una diminuzione di sforzo normale (aumento di rigidezza) con conseguente bilanciamento della rigidezza laterale di tutta la struttura.

Il metodo P-delta si presta ottimamente allo studio delle strutture a cavi pretesi.

<p style="text-align: center;"><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		<p><i>Rev.</i></p>	<p><i>Data</i></p>
	<p>00</p>	<p>Set. 2023</p>		
			<p><i>Pag. 50 di 247</i></p>	

5.4.5 L’analisi per instabilità globale (buckling)

Attraverso questa opzione è possibile valutare il moltiplicatore dei carichi definiti nella combinazione P-delta che porta al collasso la struttura. Si tratta quindi di risolvere la seguente equazione scritta, per semplicità, per la generica asta:

$$(K_e + \lambda N K_g)u=0$$

in cui K_e è la matrice di rigidezza, K_g è la matrice di rigidezza geometrica, N è lo sforzo normale nell’asta, λ è il fattore che rende la matrice di rigidezza semidefinita positiva.

E’ da risolvere, quindi, un classico problema agli autovalori e autovettori del tipo:

$$K_e u = - \lambda N K_g u$$

In cui λ è l’autovalore e u è il corrispondente autovettore. In pratica l’autovettore u , o meglio le sue componenti in termini di spostamento generalizzato rappresentano la forma della deformata sotto il carico di collasso.

5.4.6 L’analisi non lineare in controllo di forze

Il programma consente di analizzare strutture per le quali si sia dichiarata la non linearità del materiale. In questa analisi si possono includere gli effetti P-Delta.

Il programma analizza la struttura sotto una serie di combinazioni di carico definite dall’utente in quanto, come è noto, in campo non lineare non è ammessa la sovrapposizione degli effetti.

Si deve quindi risolvere il seguente sistema di equazioni non lineari:

$$r(u)=f$$

in cui r è la risultante degli elementi finiti, u è il vettore degli spostamenti e f è il vettore dei carichi.

La soluzione del problema non lineare è condotta per via iterativa adottando il metodo della secante (metodo diretto) e quello della tangente (Newton-Raphson).

Il metodo della secante prevede la costruzione della matrice di rigidezza secante K_s valutata in funzione degli spostamenti determinati nell’iterazione precedente $k-1$ e nella soluzione del seguente sistema di equazioni:

$$K_s u_k = f$$

Il metodo di Newton-Raphson prevede la costruzione di una successione di spostamenti incrementali Δu_k tali che:

$$u_{k+1} = u_k + \Delta u_k$$

e la soluzione del seguente sistema di equazioni:

$$K_t \Delta u_k = f - r(u_k)$$

in cui K_t è la matrice di rigidezza tangente e $r(u_k)$ è il vettore della risultante degli elementi finiti valutata sotto il campo di spostamento u_k .

<p style="text-align: center;"><i>Progettista</i></p> <p>C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A.</p> <p>PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila</p> <p>Ovest - CUP:B15H22001110005</p> <p>RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		
		<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		<i>Pag. 51 di 247</i>	

Per entrambi i metodi, le iterazioni si arrestano in corrispondenza della tolleranza assegnata sulla norma residuale degli spostamenti o al raggiungimento del numero massimo di iterazioni. (cfr. Rif. [7]).

Alla fine dell’analisi è condotto il bilancio globale delle forze. Questo metodo, anche se non computazionalmente efficiente, garantisce nella maggior parte dei casi la convergenza.

5.4.7 L’analisi non lineare in controllo di spostamento (Path-Following)

Per molti sistemi strutturali è necessario calcolare la relazione non lineare tra i carichi applicati e le corrispondenti deformazioni strutturali.

Tracciando questi percorsi di equilibrio, è possibile identificare fenomeni di collasso e, in generale, comprendere il comportamento delle strutture. Il metodo è regolato dalla soluzione del seguente sistema di equazioni non-lineari:

$$r(u) = f_d + \lambda f_L$$

in cui u è il vettore degli spostamenti nodali, r è la risultante degli elementi finiti sotto lo spostamento u , f_d è il vettore dei carichi gravitazionali (in generale carichi permanenti e accidentali), λ è il moltiplicatore di un sistema di carichi assegnati f_L (distribuzione dei carichi laterali per strutture in zona sismica).

Il metodo prevede l’individuazione di un nodo di controllo strutturale e del relativo grado di libertà associato (in genere spostamento lungo l’asse X o Y del sistema di riferimento globale della struttura). Assegnata quindi l’entità dello spostamento si vuole determinare il moltiplicatore dei carichi laterali sotto lo spostamento assegnato.

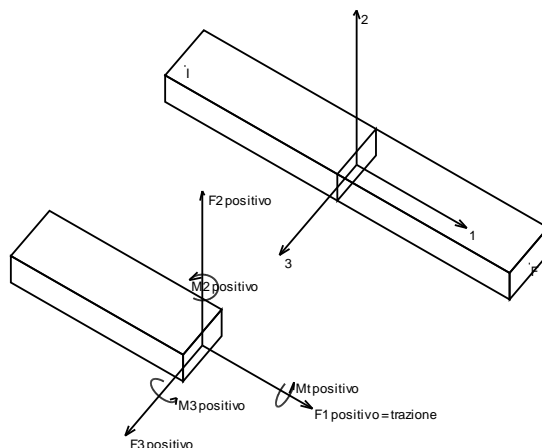
<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		Rev.	Data
			00	Set. 2023
			Pag. 52 di 247	

5.4.8 Convenzioni sui segni

5.4.8.1 Convenzioni di segno aste

Le abbreviazioni relative alle sollecitazioni sugli elementi aste sono da intendersi:

- F1 (N): sforzo normale nell’asta;
- F2: sforzo di taglio agente nella direzione dell’asse locale 2;
- F3: sforzo di taglio agente nella direzione dell’asse locale 3;
- M1 (Mt): momento attorno all’asse locale 1 (equivale al momento torcente);
- M2: momento attorno all’asse locale 2;
- M3: momento attorno all’asse locale 3.



La convenzione sui segni per i parametri di sollecitazione delle aste è la seguente:

presa un'asta con nodo iniziale i e nodo finale f, asse 1 che va da i a f, assi 2 e 3 presi secondo quanto indicato nei paragrafi successivi relativi al sistema locale delle aste sezionando l’asta in un punto e considerando la sezione sinistra del punto in cui si è effettuato il taglio (sezione da cui esce il versore asse 1) i parametri di sollecitazione sono positivi se hanno verso e direzione concordi con il sistema di riferimento locale dell’asta 1, 2, 3 (per i momenti si adotta la regola della mano destra).

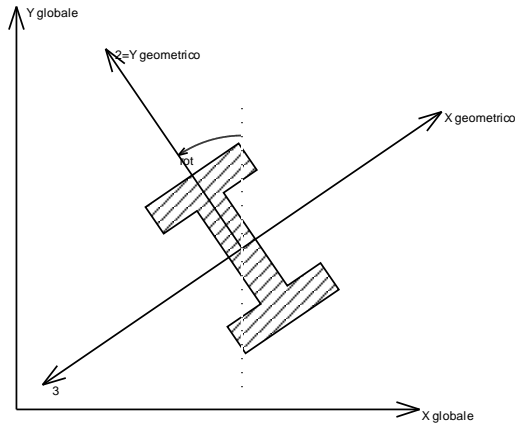
Il sistema è definito diversamente per tre categorie di aste, a seconda che siano originate da:

- aste verticali ad esempio pilastri e colonne;
- aste non verticali non di c.a., ad esempio travi di acciaio o legno;
- aste non verticali in c.a.: travi in c.a. di piano, falda o a quota generica.

Nel seguito si indicano con 1, 2 e 3 il sistema locale dell’asta che non sempre coincide con gli assi principali della sezione. Si ricorda che per assi principali si intendono gli assi rispetto ai quali si hanno il raggio di inerzia minimo e massimo. Gli assi 1, 2 e 3 rispettano la regola della mano destra.

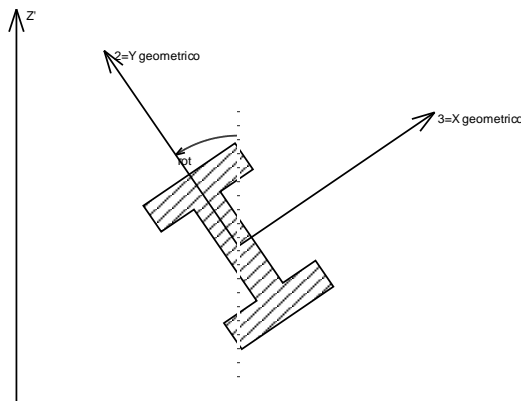
Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 53 di 247	

5.4.8.1.1 Sistema locale aste verticali



Nella figura si considera l’asse 1 uscente dal foglio (l’osservatore guarda in direzione opposta a quella dell’asse 1).

5.4.8.1.2 Sistema locale aste non verticali

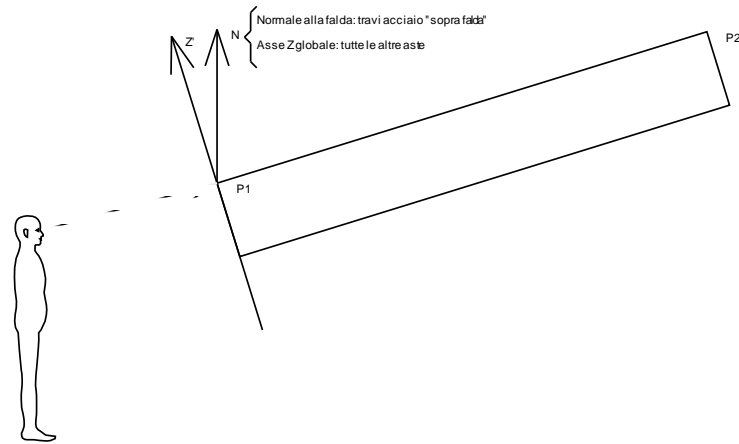


Nella figura si considera l’asse 1 entrante nel foglio (l’osservatore guarda in direzione coincidente a quella dell’asse 1).

L'asse Z' è illustrato nella figura seguente dove:

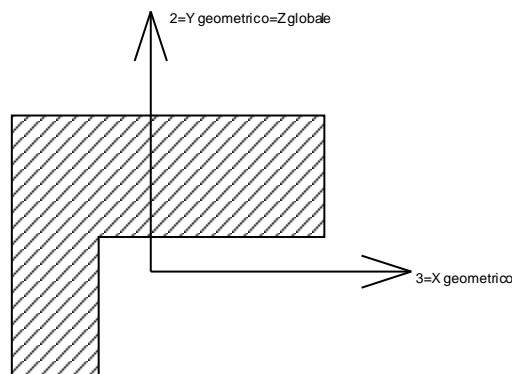
- P1 è il punto di inserimento iniziale dell’asta;
- P2 è il punto di inserimento finale dell’asta;
- N è la normale al piano o falda di inserimento;

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 54 di 247	



Z' è quindi l'intersezione tra il piano passante per $P1$, $P2$ contenente N e il piano della sezione iniziale dell'asta.

5.4.8.1.3 Sistema locale aste derivanti da travi in c.a.



Nella figura si considera l'asse 1 entrante nel foglio (l'osservatore guarda in direzione coincidente a quella dell'asse 1). L'asse 2 è sempre verticale e quindi coincidente con l'asse Z globale nonché con l'asse y geometrico. L'asse 3 coincide con l'asse x geometrico. . Si sottolinea il fatto che gli assi 2 e 3 non corrispondono agli assi principali della sezione.

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		Rev.	Data
			00	Set. 2023
			Pag. 55 di 247	

5.4.8.2 Convenzioni di segno gusci

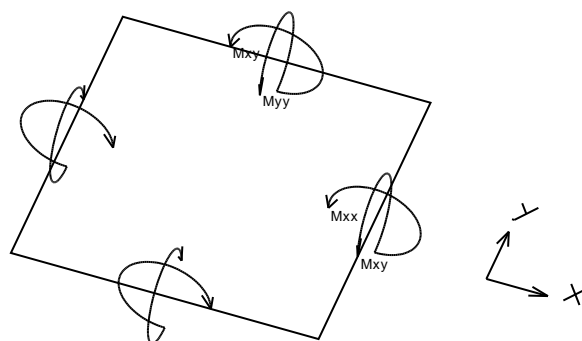
Sono individuate distinte convenzioni di segno in relazione al tipo di elemento strutturale a cui il guscio si riferisce:

- convenzione per gusci non verticali, originati ad esempio da piastre e platee;
- convenzione per gusci verticali, originati ad esempio da pareti e muri.

5.4.8.2.1 Convenzione di segno per gusci non verticali

Il sistema di riferimento nel quale sono espressi i parametri di sollecitazione è così definito: origine appartenente al piano dell'elemento, asse x e y contenuti nel piano dell'elemento e terzo asse (z) ortogonale al piano dell'elemento a formare una terna destrorsa. In particolare l'asse x ha proiezione in pianta parallela ed equiversa all'asse globale X. Nel caso di piastre orizzontali (caso più comune) gli assi x, y e z locali all'elemento sono paralleli ed equiversi agli assi X, Y e Z globali. Si sottolinea che non ha alcun interesse collocare esattamente nel piano dell'elemento la posizione dell'origine in quanto i parametri di sollecitazione sono invarianti rispetto a tale posizione.

In figura è mostrato un elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione M_{xx} , M_{yy} , M_{xy} .

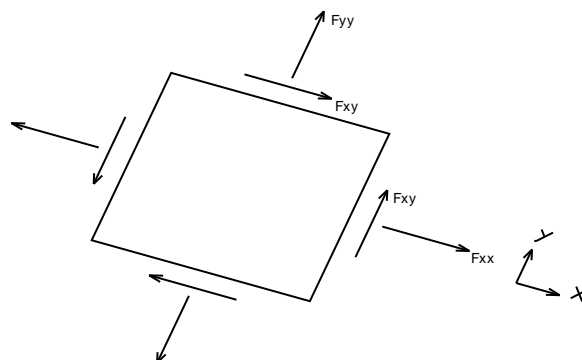


Si definiscono:

- M_{xx} : momento flettente [$\text{Forza} \cdot \text{Lunghezza} / \text{Lunghezza}$] agente sul bordo di normale x (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);
- M_{yy} : momento flettente [$\text{Forza} \cdot \text{Lunghezza} / \text{Lunghezza}$] agente sul bordo di normale y (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);
- M_{xy} : momento torcente [$\text{Forza} \cdot \text{Lunghezza} / \text{Lunghezza}$] agente sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Per quanto riguarda le sollecitazioni estensionali si faccia riferimento alla figura seguente dove per lo stesso elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione F_{xx} , F_{yy} , F_{xy} .

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		Rev.	Data
			00	Set. 2023
			Pag. 56 di 247	



Si definiscono:

- Fxx: sforzo estensionale [Forza/Lunghezza] agente sul bordo di normale x (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l’elemento);
- Fyy: sforzo estensionale [Forza/Lunghezza] agente sul bordo di normale all’asse y (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l’elemento);
- Fxy: sforzo di taglio [Forza/Lunghezza] agente sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

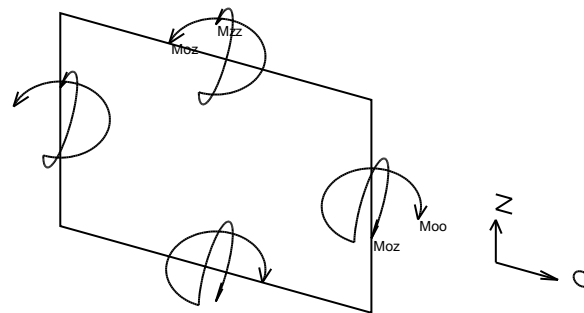
Vengono riportati inoltre i tagli fuori dal piano dell’elemento guscio:

- Vx: taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all’asse x;
- Vy: taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all’asse y.

5.4.8.2.2 Convenzione di segno per gusci verticali

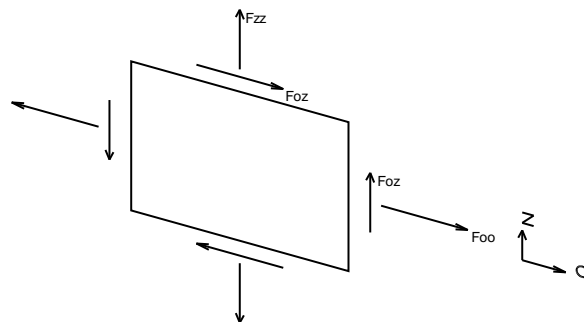
Il sistema di riferimento nel quale sono espressi i parametri di sollecitazione è così definito: origine appartenente al piano dell’elemento, asse O (ascisse) e z (ordinate) contenuti nel piano dell’elemento e terzo asse ortogonale al piano dell’elemento a formare una terna destrorsa. In particolare l’asse O è orizzontale e l’asse z parallelo ed equiverso con l’asse Z globale. Si sottolinea che non ha alcun interesse collocare esattamente nel piano dell’elemento la posizione dell’origine in quanto i parametri di sollecitazione sono invarianti rispetto a tale posizione. In figura è mostrato un elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione M_{oo} , M_{zz} , M_{oz} .

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		Rev.	Data
			00	Set. 2023
			Pag. 57 di 247	



- Moo: momento flettente distribuito $[Forza * Lunghezza / Lunghezza]$ applicato al bordo di normale parallela all'asse O (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);
- Mzz: momento flettente distribuito $[Forza * Lunghezza / Lunghezza]$ applicato al bordo di normale parallela all'asse z (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);
- Moz: momento 'torcente' distribuito $[Forza * Lunghezza / Lunghezza]$ applicato sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Per quanto riguarda le sollecitazioni estensionali si faccia riferimento alla figura seguente dove per lo stesso elemento infinitesimo di shell con indicato il sistema di riferimento i parametri di sollecitazione Foo, Fzz, Foz sono rispettivamente:



- Fzz: sforzo tensionale distribuito $[Forza / Lunghezza]$ applicato al bordo di normale parallela all'asse z (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);
- Foo: sforzo tensionale distribuito $[Forza / Lunghezza]$ applicato al bordo di normale parallela all'asse O (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);
- Foz: sforzo tagliante distribuito $[Forza / Lunghezza]$ applicato sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Vengono riportati inoltre i tagli fuori dal piano dell'elemento guscio:

- Vo: taglio fuori piano applicato al bordo di normale parallela all'asse O;
- Vz: taglio fuori piano applicato al bordo di normale parallela all'asse z.

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		
		Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 58 di 247	

6 MODELLO GEOTECNICO

Il modello geotecnico di riferimento, adottato per tutte le nuove opere da realizzarsi all’interno dell’impianto di depurazione, è stato ricavato secondo quanto riportato nella **Relazione geologica** allegata al presente progetto. In coerenza con le risultanze della campagna di indagini effettuata, si assume il seguente **modello geotecnico** del sottosuolo.

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

Natura geologica: natura geologica del terreno (granulare, coesivo, roccia).

Coesione (c'): coesione efficace del terreno. [kN/m²]

Coesione non drenata (Cu): coesione non drenata (Cu), per terreni eminentemente coesivi (argille). [kN/m²]

Angolo di attrito interno φ: angolo di attrito interno del terreno. [deg]

Angolo di attrito di interfaccia δ: angolo di attrito all'interfaccia tra terreno-cla. [deg]

Coeff. α di adesione della coesione (0;1): coeff. di adesione della coesione all'interfaccia terreno-cla, compreso tra 0 ed 1. Il valore è adimensionale.

Coeff. di spinta K0: coefficiente di spinta a riposo del terreno. Il valore è adimensionale.

γ naturale: peso specifico naturale del terreno in sito, assegnato alle zone non immerse. [kN/m³]

γ saturo: peso specifico saturo del terreno in sito, assegnato alle zone immerse. [kN/m³]

E: modulo elastico longitudinale del terreno. [kN/m²]

v: coefficiente di Poisson del terreno. Il valore è adimensionale.

Descrizione	Coesione	Coesione non drenata	Attrito interno	δ	Adesione	K0	γ naturale	γ saturo	E	Poisson	Rqd
Orizzonte A_L'Aquila-Sassa	8	30	21	14	1	0.64	18	20	6500	0.2	0
Orizzonte B_L'Aquila-Sassa	8	-	30	20	1	0.50	18.5	20	30000	0.3	0

Tabella 6-1 - Parametri geotecnici dei terreni

<u>Progettista</u> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 59 di 247	

La stratigrafia è riportata nella figura seguente.

I valori sono espressi in m

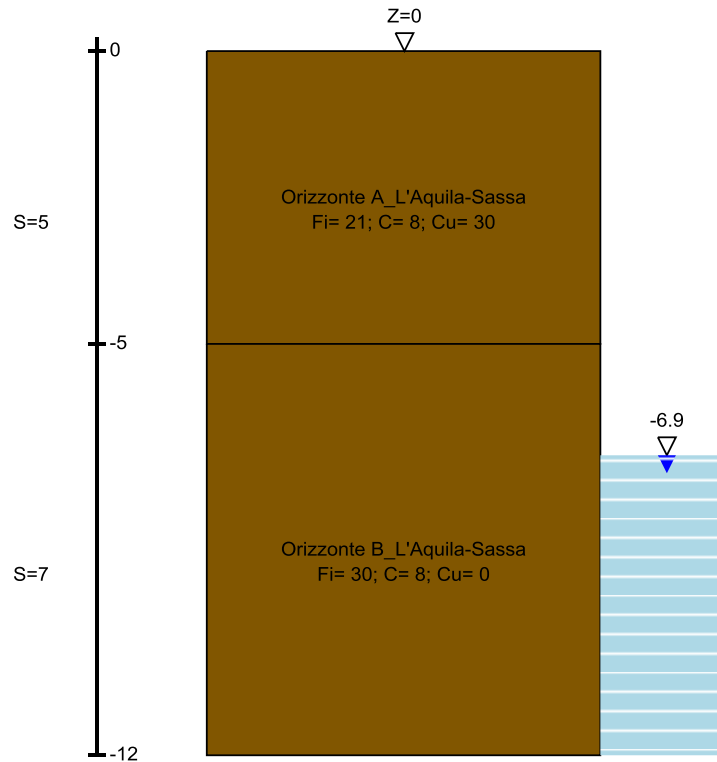


Figura 6-1 - Stratigrafia

Dalla campagna delle indagini geognostiche è stata rilevata la presenza di falda ad una profondità di 6,90 m rispetto al piano campagna.

Le opere di fondazione vengono modellate secondo la *teoria di Winkler*, e sono alloggiate nell’ambito dell’*Orizzonte A* costituito prevalentemente da *colluvi e sedimenti alluvionali a prevalente composizione limo-sabbiosa*. Il valore della costante di sottofondo assunto in sede di modellazione, in accordo a quanto indicato nella *Relazione geologica* allegata al presente progetto vale:

$$K_w = 25.000 \text{ kN/m}^3$$

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 60 di 247	

7 VANO DI EQUALIZZAZIONE E SEDIMENTAZIONE MECCANICA

7.1 Definizione generale della struttura

Il Vano di equalizzazione e sedimentazione meccanica è rappresentato da una **struttura a pareti in c.a.** costituita da:

- una **vasca di equalizzazione** con ingombro in pianta rettangolare di dimensioni esterne pari a 27,50 m x 21,00 m realizzata con pareti perimetrali dello spessore di 0,50 m. La porzione “principale” della vasca presenta un’altezza di 4,50 m ed è fondata su una platea di spessore pari a 0,60 m; mentre la porzione “ribassata” della vasca (dove sono alloggiare le pompe di sollevamento), avente un ingombro interno di dimensioni 26,50 m x 2,00 m, presenta un’altezza di 6,00 m ed è fondata su una platea di spessore pari a 0,60 m. Le due platee di fondazione sono raccordate tra loro da una parete tozza avente altezza di 1,50 m e spessore pari a 0,40 m. La vasca è suddivisa in **n.2 linee di processo** di eguali dimensioni interne mediante parete interna di spessore pari a 0,50 m;
- un **vano di uscita** posto all’interno della vasca e avente ingombro rettangolare di dimensioni 5,00 m x 2,30 m. Il vano presenta altezza di 6,00 m, è realizzato con pareti dello spessore di 0,30 m ed è fondato sulla platea “ribassata” della vasca;
- un **vano di ingresso reflui** (dalla sedimentazione meccanica) avente ingombro rettangolare di dimensioni 5,00 m x 1,30 m. Tale vano è realizzato “a sbalzo” rispetto alla parete della vasca interessata e presenta pareti di spessore 0,30 m ed altezza di 1,20 m. Il vano è fondato su una soletta dello spessore di 0,30 m;
- un **vano di sedimentazione meccanica** realizzato a ridosso della vasca di equalizzazione avente ingombro rettangolare di dimensioni 12,70 m x 5,00 m. Il vano presenta altezza di 3,40 m, è realizzato con pareti dello spessore di 0,40 m ed è fondato su una platea dello spessore di 0,50 m. La copertura del vano è realizzata mediante soletta dello spessore di 0,30 m.

In testa alla parete interna della vasca di equalizzazione che separa le n.2 linee di processo nonché su parte del coronamento del vano di uscita, è posta una soletta di camminamento avente spessore pari a 0,20 m. Sul coronamento della restante parte del vano di uscita e del vano di ingresso è prevista la realizzazione di grigliati di camminamento.

A servizio dell’opera è prevista la realizzazione di una scala esterna in acciaio da carpenteria che permette l’accesso degli operatori sul coronamento dell’opera. La scala presenta lunghezza in pianta di 6,00 m, è realizzata mediante n.2 profilati UPN 160 ed è fondata su una zattera dello spessore di 0,30 m.

La struttura è realizzata parzialmente interrata con quota di estradosso della platea di fondazione “principale” della vasca pari a -1,10 m rispetto al piano campagna, quota di estradosso della platea di fondazione “ribassata” della vasca pari a -2,60 m rispetto al p.c., quota di estradosso della soletta di base del vano di ingresso pari a +2,20 m rispetto al p.c. e quota di estradosso della platea di fondazione

del vano di sedimentazione meccanica pari alla quota del p.c. Il livello di coronamento dell’intera opera è posto alla quota di +3,40 m rispetto al p.c.

Nelle successive figure sono riportati gli architettonici della struttura e delle viste del modello utilizzato nel programma di calcolo.

NUOVA SEDIMENTAZIONE MECCANICA PRIMARIA E VANO DI EQUALIZZAZIONE
 Pianta copertura, grigliati e camminamenti di progetto - macchine non rappresentate
 Scala 1:50

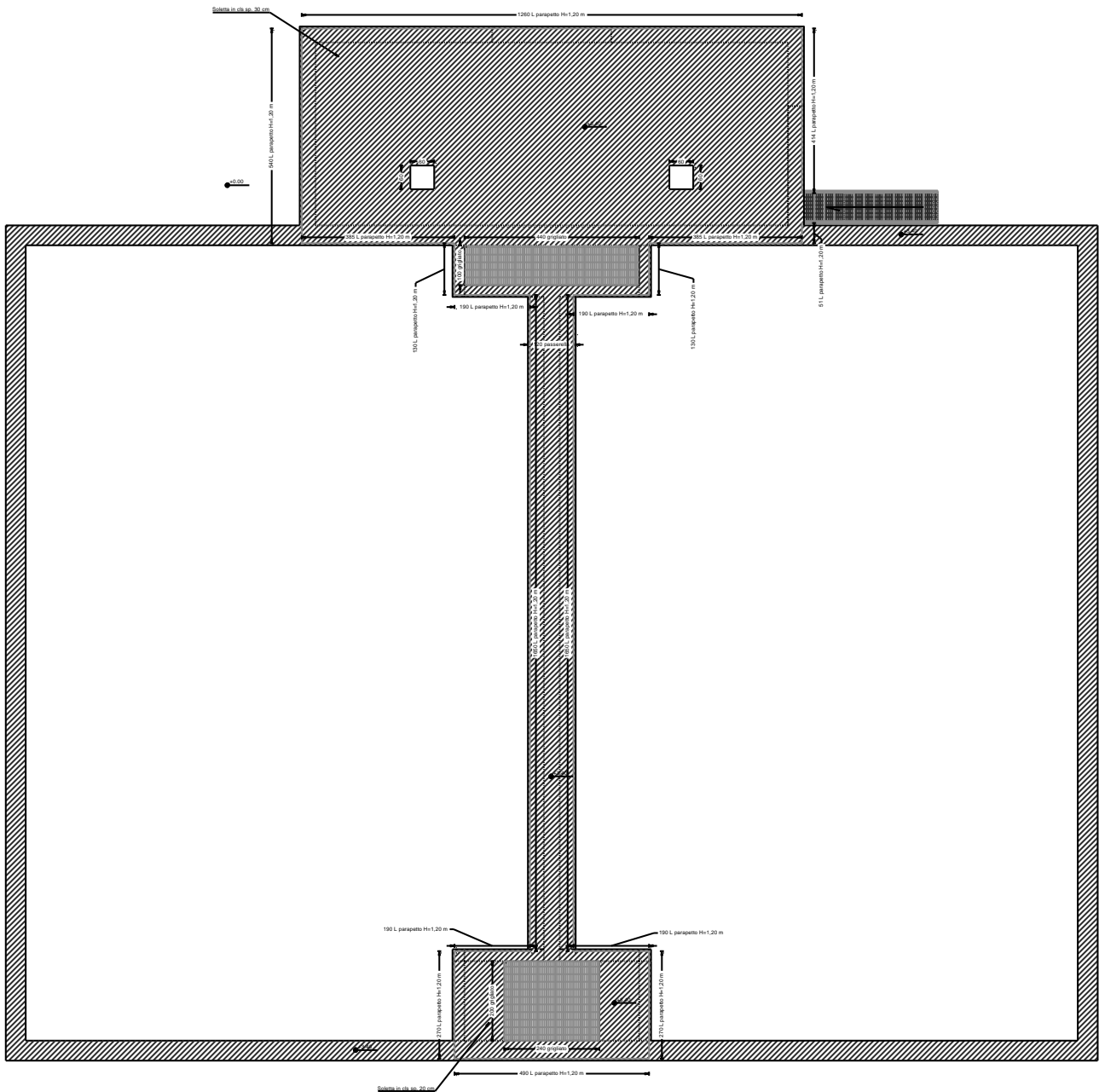


Figura 7-1 - Architettonico, pianta camminamenti

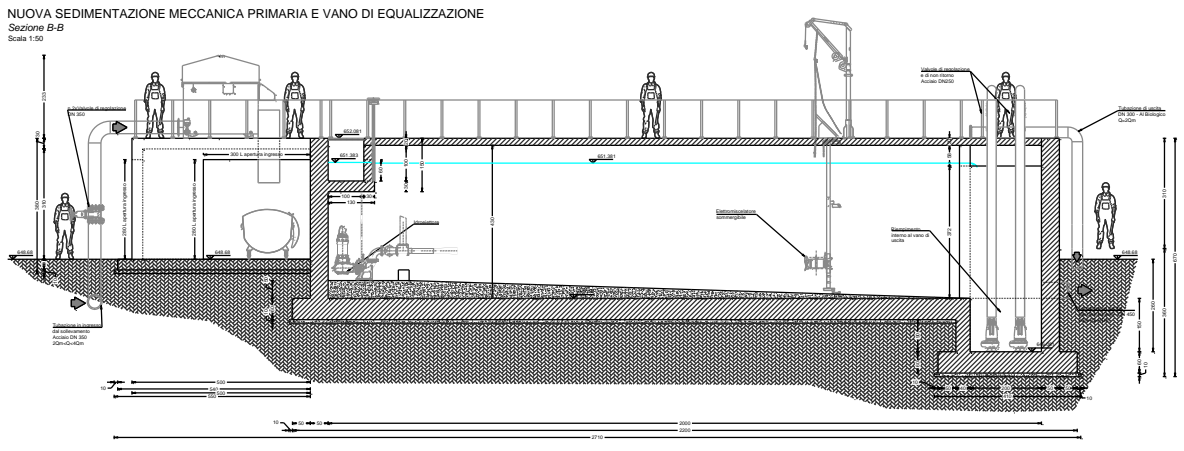
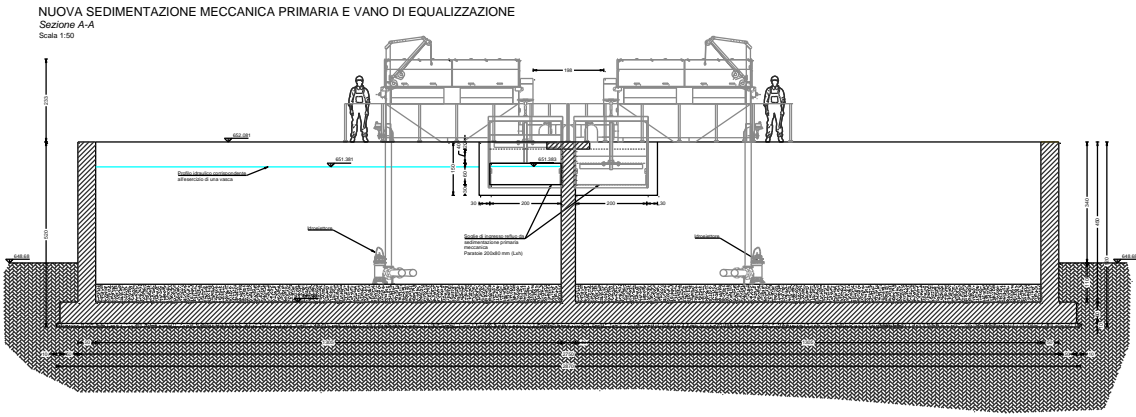


Figura 7-3 - Architettonico, sezioni

<i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		<i>Pag. 64 di 247</i>	

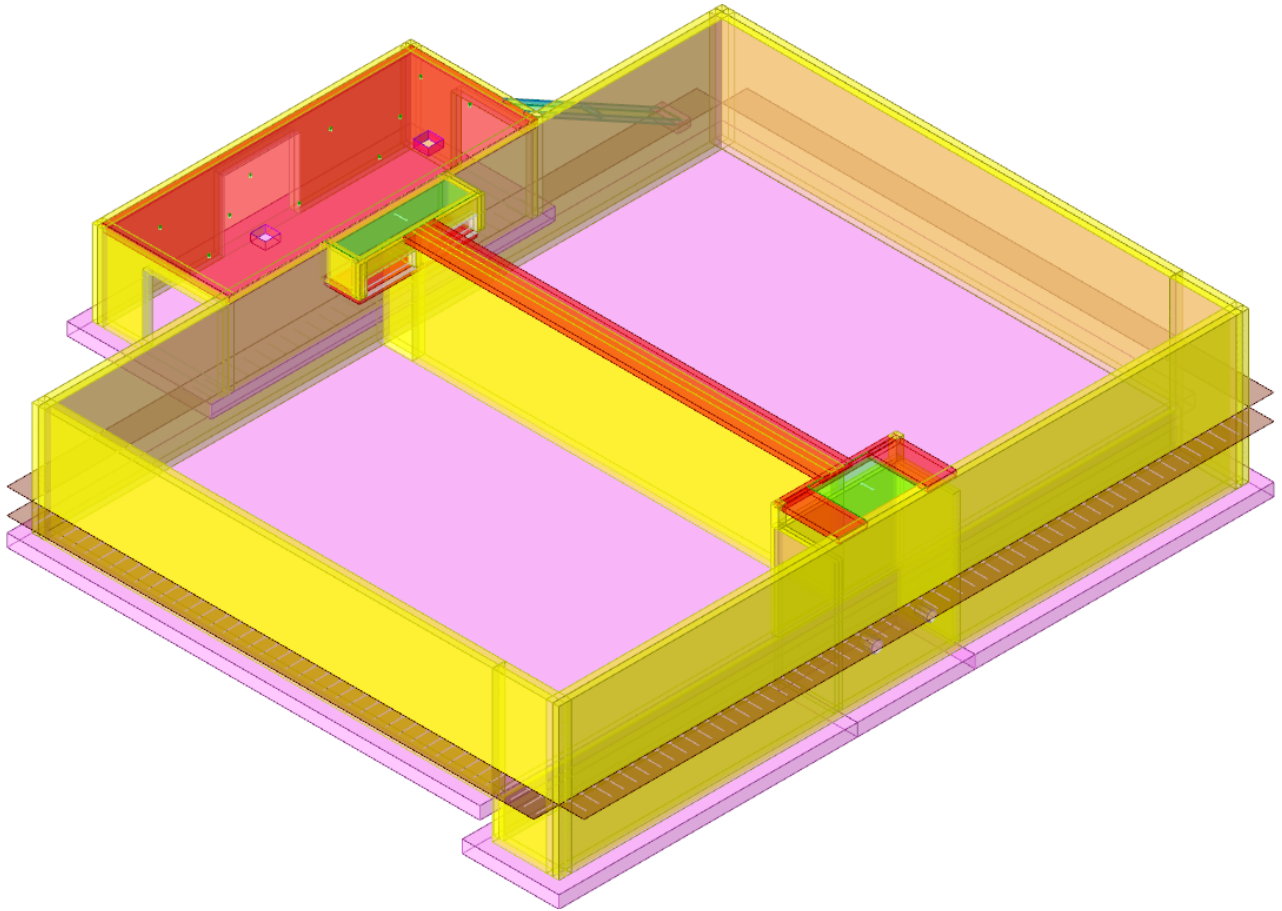


Figura 7-4 - Modello tridimensionale della struttura, vista 1

<i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		<i>Pag. 65 di 247</i>	

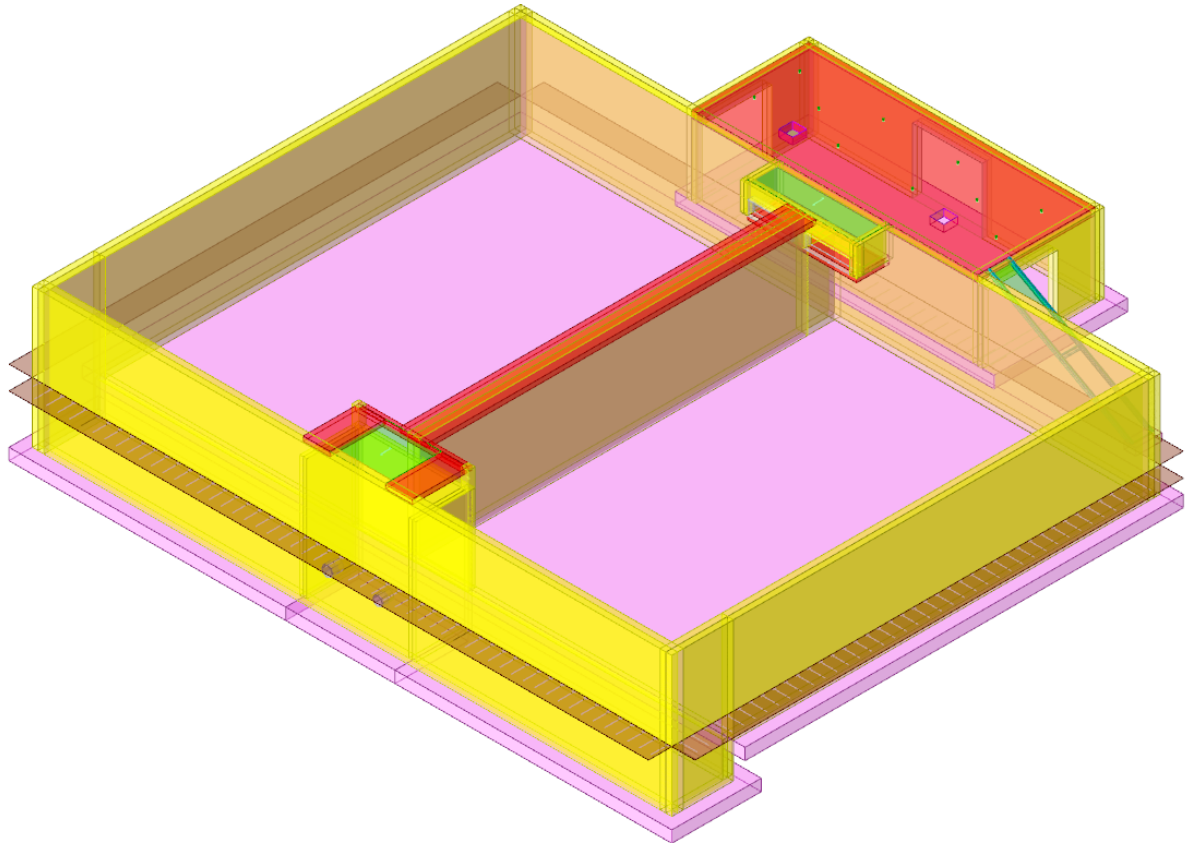


Figura 7-5 - Modello tridimensionale della struttura, vista 2

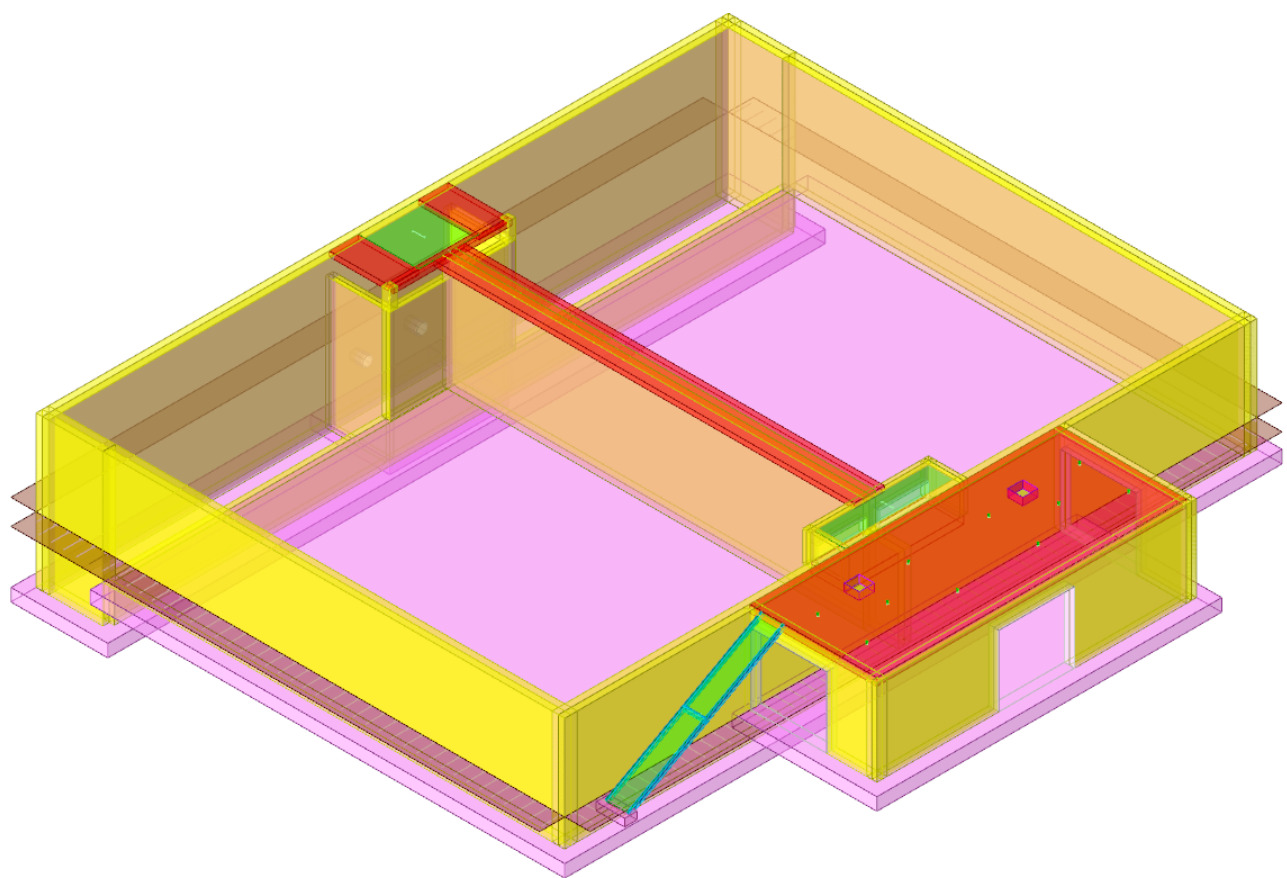
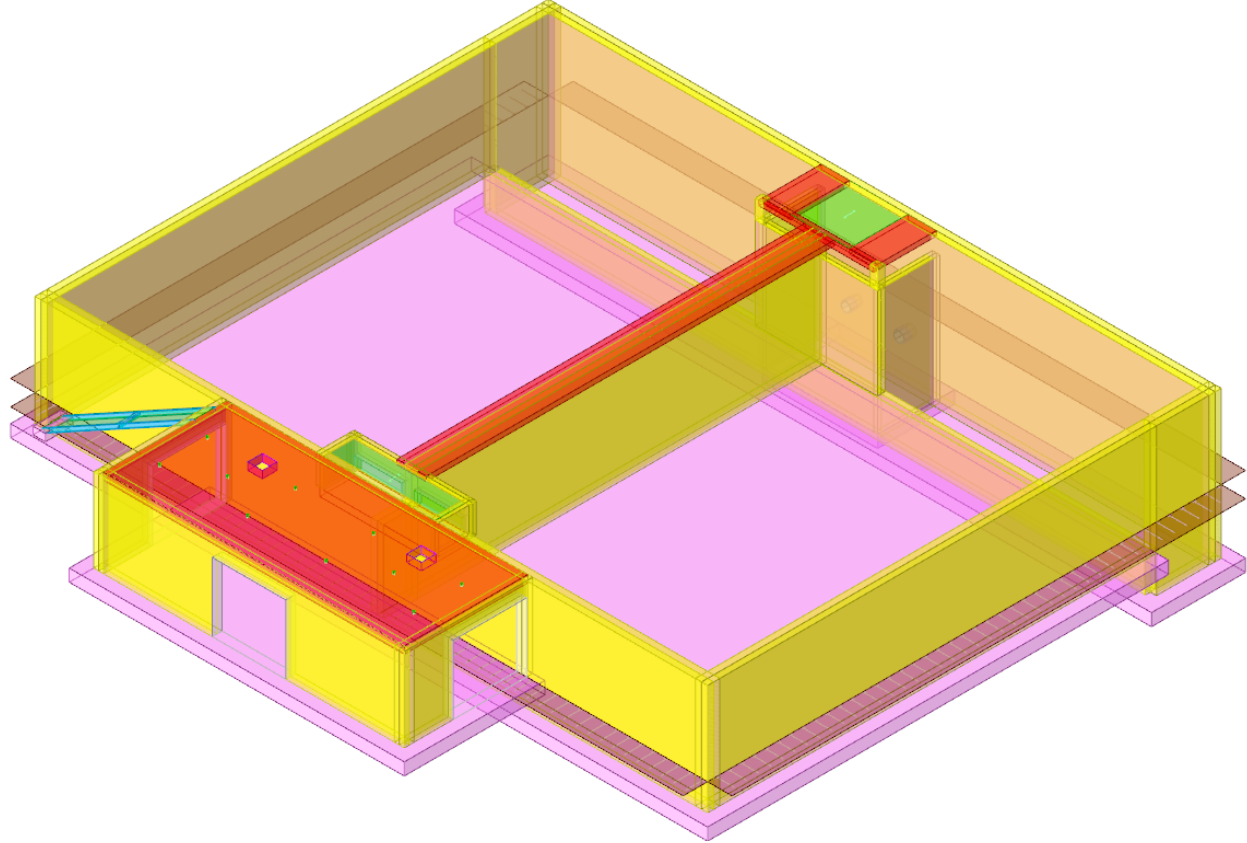


Figura 7-6 - Modello tridimensionale della struttura, vista 3



<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>			
	<i>Rev.</i>	<i>Data</i>		
	00	Set. 2023		
			<i>Pag. 67 di 247</i>	

Figura 7-7 - Modello tridimensionale della struttura, vista 4

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 68 di 247	

7.2 Quote

Nella definizione del modello, è necessario definire delle quote, per le quali si intende non tanto la Z di un punto quanto un piano nella sua accezione geometrica. Nello specifico sono stati definiti livelli, falde e tronchi.

7.2.1 Livelli

Il loro piano geometrico ha la caratteristica di essere orizzontale e sono impiegati per specificare la Z degli elementi orizzontali di una struttura.

Descrizione breve: nome sintetico assegnato al livello.

Descrizione: nome assegnato al livello.

Quota: quota superiore espressa nel sistema di riferimento assoluto. [m]

Spessore: spessore del livello. [m]

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Livello platea ribassata	-2.6	0
L2	Platea di fondazione vasca	-1.1	0
L3	Piano campagna	0	0
L4	Livello soletta paratoie	2.2	0
L5	Livello stramazzi	2.62	0
L6	Livello coronamento	3.4	0

7.2.2 Falde

Descrizione breve: nome sintetico assegnato alla falda.

Descrizione: nome assegnato alla falda.

Sp.: spessore del piano della falda. [m]

Primo punto: primo punto di definizione del piano dell'estradosso della falda.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Quota: quota. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Secondo punto: secondo punto di definizione del piano dell'estradosso della falda.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Quota: quota. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Terzo punto: terzo punto di definizione del piano dell'estradosso della falda.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Quota: quota. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Descrizione breve	Descrizione	Sp.	Primo punto			Secondo punto			Terzo punto		
			X	Y	Quota	X	Y	Quota	X	Y	Quota
F1	Rampa scala esterna	0	19.9	21.233	Livello coronamento	26.1	21.233	Piano campagna	26.1	22.098	Piano campagna

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		
		<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		Pag. 69 di 247	

7.2.3 Tronchi

Si definisce tronco l’intervallo tra due quote altimetriche su cui definire gli elementi verticali.

Descrizione breve: nome sintetico assegnato al tronco.

Descrizione: nome assegnato al tronco.

Quota 1: riferimento della prima quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata.
[m]

Quota 2: riferimento della seconda quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata.
[m]

<i>Descrizione breve</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Quota 1</i>	<i>Quota 2</i>
T1	Platea di fondazione - Livello coronamento	Platea di fondazione vasca	Livello coronamento
T2	Livello platea ribassata - Platea di fondazione vasca	Livello platea ribassata	Platea di fondazione vasca
T3	Livello platea ribassata - Livello coronamento	Livello platea ribassata	Livello coronamento
T4	Platea di fondazione vasca - Livello soletta paratoie	Platea di fondazione vasca	Livello soletta paratoie
T5	Livello soletta paratoie - Livello coronamento	Livello soletta paratoie	Livello coronamento
T6	Platea di fondazione vasca - Livello stramazzi	Platea di fondazione vasca	Livello stramazzi
T7	Livello platea ribassata - Livello stramazzi	Livello platea ribassata	Livello stramazzi
T8	Livello stramazzi - Livello coronamento	Livello stramazzi	Livello coronamento
T9	Piano campagna - Livello coronamento	Piano campagna	Livello coronamento

<p style="text-align: center;"><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">Rev.</td> <td style="text-align: center;">Data</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">00</td> <td style="text-align: center;">Set. 2023</td> </tr> </table>	Rev.	Data	00	Set. 2023
	Rev.	Data					
	00	Set. 2023					
		Pag. 70 di 247					

7.3 *Analisi dei carichi*

In questo capitolo vengono analizzati i carichi agenti sulle costruzioni sulla base di quanto previsto dal D.M. 17.01.2018 al §2.5. La dicitura che segue è conforme con tale disposizione di legge.

7.3.1 **Azioni**

7.3.1.1 *Azioni permanenti*

Per permanenti si intendono le azioni che agiscono durante tutta la vita nominale della costruzione, la cui variazione di intensità nel tempo è così piccola e lenta da poterle considerare con sufficiente approssimazione costanti nel tempo.

Nello specifico possiamo riassumere i carichi agenti sui vari elementi strutturali nel seguente modo:

– **Peso proprio degli elementi strutturali in cls (G1)**

Il peso proprio viene assegnato automaticamente dal programma definite le caratteristiche del materiale e la geometria dell’elemento e rientra nella condizione di carico *Pesi strutturali*. In particolare, si assume il seguente peso specifico del calcestruzzo armato:

$$\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$$

– **Platea di fondazione “principale” vasca di equalizzazione**

- Pressione del liquame (G2)

$$p_l = \gamma_l \cdot H_l = 10 \cdot 3,80 = 38,00 \text{ kN/m}^2$$

dove:

γ_l = peso unità di volume del liquame (kN/m³)

H_l = livello di esercizio del liquame (m)

- Peso del riempimento di fondo (G2)

$$p_r = \gamma_r \cdot H_r = 20 \cdot 0,25 = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

dove:

γ_r = peso unità di volume del riempimento (kN/m³)

H_r = spessore medio del riempimento (m)

Sommando i due contributi sopra calcolati si ottiene:

$$p_{perm.port.} = p_l + p_r = 43 \text{ kN/m}^2$$

Tale azione viene assegnata manualmente all’interno del programma e rientra nella condizione di carico *Permanenti portati*.

<u>Progettista</u> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 71 di 247	

– **Platea di fondazione “ribassata” vasca di equalizzazione**

- Pressione del liquame (G2)

$$p_l = \gamma_l \cdot H_l = 10 \cdot 5,30 = 53,00 \text{ kN/m}^2$$

dove:

γ_l = peso unità di volume del liquame (kN/m³)

H_l = livello di esercizio del liquame (m)

Tale azione viene assegnata manualmente all’interno del programma e rientra nella condizione di carico *Permanenti portati*.

– **Platea di fondazione “ribassata” vasca di equalizzazione: porzione in corrispondenza del vano di uscita**

- Pressione del liquame (G2)

$$p_l = \gamma_l \cdot H_l = 10 \cdot 3,80 = 38,00 \text{ kN/m}^2$$

dove:

γ_l = peso unità di volume del liquame (kN/m³)

H_l = livello di esercizio del liquame (m)

- Peso del riempimento di fondo (G2)

$$p_r = \gamma_r \cdot H_r = 20 \cdot 1,50 = 30,00 \text{ kN/m}^2$$

dove:

γ_r = peso unità di volume del riempimento (kN/m³)

H_r = spessore medio del riempimento (m)

Sommando i due contributi sopra calcolati si ottiene:

$$p_{perm.port.} = p_l + p_r = 68 \text{ kN/m}^2$$

Tale azione viene assegnata manualmente all’interno del programma e rientra nella condizione di carico *Permanenti portati*.

<p style="text-align: center;"><u>Progettista</u> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		<p>Rev. Data</p>
	<p>00 Set. 2023</p>		
			<p>Pag. 72 di 247</p>

– **Pareti perimetrali vasca di equalizzazione**

- Pressione del liquame (G2)

Espressa con l’integrale della seguente distribuzione di pressione sulla parete:

$$p_l(z') = \gamma_l \cdot z'$$

$$p_l(0,00 = +2,70) = \gamma_l \cdot z' = 0,00 \text{ kN/m}^2$$

$$p_l(3,80 = -1,10) = \gamma_l \cdot z' = 38,00 \text{ kN/m}^2$$

dove:

γ_l = peso unità di volume del liquame (kN/m³)

z' = profondità dal livello di esercizio del liquame (m)

Tale azione viene assegnata manualmente all’interno del programma e rientra nella condizione di carico *Permanenti portati*.

- Spinta statica del terreno a riposo (G1)

Espressa con l’integrale della seguente distribuzione di pressione sulla parete:
per profondità $z < Q_f$

$$\vartheta_h(z) = K_0 \cdot \gamma_{nat} \cdot z$$

$$\vartheta_h(0,00) = 0,64 \cdot 18,00 \cdot 0,00 = 0,00 \text{ kN/m}^2$$

$$\vartheta_h(h) = 0,64 \cdot 18,00 \cdot h$$

per profondità $z > Q_f$

$$\vartheta_h(z) = K_0 \cdot (\gamma_{nat} \cdot Q_f + \gamma'(z - Q_f))$$

dove:

$$K_0 = (1 - \sin \phi_d) \cdot OCR^n$$

Z = profondità dal p.c. (m)

Q_f = profondità della falda (m)

OCR = grado di consolidazione, pari a 1

$$n = 0,54 \cdot 10^{\frac{-I_p}{281}}, \text{ con } I_p \text{ indice di plasticità per terreni a grana fine}$$

$\phi_d = \arctan\left(\frac{\tan \phi_k}{\gamma_{\phi M1}}\right)$ angolo di resistenza a taglio che caratterizza il terreno, in dipendenza del coefficiente parziale indicato in normativa pari ad 1,25 per la condizione M2

$\phi_k = 21^\circ$ come desunto dalle indagini geognostiche.

$\gamma_{nat} = 18,00 \text{ kN/m}^3$ peso dell’unità di volume del terreno allo stato naturale come desunto dalle indagini geognostiche

$\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$ peso dell’unità di volume del terreno immerso

Tale azione viene assegnata automaticamente dal programma definite le caratteristiche e le quote del terreno e rientra nella condizione di carico *Pesi strutturali*.

- Spinta statica dell’acqua di falda (G1)

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		<p>Rev. Data</p>
	<p>00 Set. 2023</p>		
			<p>Pag. 73 di 247</p>

Espressa con l'integrale della seguente distribuzione di pressione sulla parete:

per profondità $z > Q_f$

$$p_w(z) = \gamma_w \cdot (z - Q_f)$$

dove:

γ_w = peso unità di volume dell'acqua (kN/m³)

z = profondità dal p.c. (m)

Q_f = profondità della falda (m)

Tale azione viene assegnata automaticamente dal programma e rientra nella condizione di carico *Pesi strutturali*. Nel nostro caso tale valore è pari a 0 in quanto la profondità della falda è maggiore della profondità di imposta della fondazione.

- **Parete di raccordo platee**

- Pressione del liquame (G2)

Espressa con l'integrale della seguente distribuzione di pressione sulla parete:

$$p_l(z') = \gamma_l \cdot z'$$

$$p_l(0,00 = -1,10) = \gamma_l \cdot z' = 38,00 \text{ kN/m}^2$$

$$p_l(5,30 = -2,60) = \gamma_l \cdot z' = 53,00 \text{ kN/m}^2$$

dove:

γ_l = peso unità di volume del liquame (kN/m³)

z' = profondità dal livello di esercizio del liquame (m)

Tale azione viene assegnata manualmente all'interno del programma e rientra nella condizione di carico *Permanenti portati*.

- **Soletta di base canale di ingresso**

- Pressione del liquame (G2)

$$p_l = \gamma_l \cdot H_l = 10 \cdot 0,52 = 5,20 \text{ kN/m}^2$$

dove:

γ_l = peso unità di volume del liquame (kN/m³)

H_l = livello di esercizio del liquame (m)

Tale azione viene assegnata manualmente all'interno del programma e rientra nella condizione di carico *Permanenti portati*.

<u>Progettista</u> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.		
		Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 74 di 247	

- **Pareti canale di ingresso**

- Pressione del liquame (G2)

Espressa con l’integrale della seguente distribuzione di pressione sulla parete:

$$p_l(z') = \gamma_l \cdot z'$$

$$p_l(0,00 = +2,72) = \gamma_l \cdot z' = 0,00 \text{ kN/m}^2$$

$$p_l(0,52 = +2,20) = \gamma_l \cdot z' = 5,20 \text{ kN/m}^2$$

dove:

γ_l = peso unità di volume del liquame (kN/m³)

z' = profondità dal livello di esercizio del liquame (m)

Tale azione viene assegnata manualmente all’interno del programma e rientra nella condizione di carico *Permanenti portati*.

- **Grigliati di camminamento e grigliati costituenti i gradini della scala esterna in acciaio**

- Peso grigliato (G2)

$$p_{grigliato} = 1,00 \text{ kN/m}^2$$

Tale azione viene assegnata manualmente all’interno del programma e rientra nella condizione di carico *Permanenti portati*.

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 75 di 247	

7.3.1.2 Azioni variabili

Per variabili si intendono le azioni che agiscono sulla costruzione con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo (lunga durata o breve durata).

Nello specifico possiamo riassumere i carichi agenti sui vari elementi strutturali nel seguente modo:

- **Solette di camminamento**

- Sovraccarico per manutenzione (Q1)

$$p_{manut} = 2,00 \text{ kN/m}^2$$

Si tratta del sovraccarico generato dal peso di persone e attrezzi che possono passare o sostare sulle solette. La tipologia di carico variabile, valutato ai sensi del §3.1.4 del D.M.17/01/2018, viene considerata appartenente alla **Categoria E2: “Ambienti ad uso industriale, da valutarsi caso per caso”**.

Tale azione viene assegnata manualmente all’interno del programma e rientra nella condizione di carico *Variabile folla*.

- Sovraccarico neve (Q2)

$$p_{neve} = 1,94 \text{ kN/m}^2$$

Tale azione viene assegnata manualmente all’interno del programma e rientra nella condizione di carico *Neve* in funzione della ubicazione del sito e della forma della copertura.

Nello specifico si tratta di *zona II*, quota di 654,61 m s.l.m., classe topografica *Normale* e copertura piana con $\alpha = 0$ (D.M.17/01/2018, §3.4).

- **Grigliati di camminamento e grigliati costituenti i gradini della scala esterna in acciaio**

- Sovraccarico per manutenzione (Q1)

$$p_{manut} = 2,00 \text{ kN/m}^2$$

Si tratta del sovraccarico generato dal peso di persone e attrezzi che possono transitare sugli elementi in oggetto. La tipologia di carico variabile, valutato ai sensi del §3.1.4 del D.M.17/01/2018, viene considerata appartenente alla **Categoria E2: “Ambienti ad uso industriale, da valutarsi caso per caso”**.

Tale azione viene assegnata manualmente all’interno del programma e rientra nella condizione di carico *Variabile folla*.

<u>Progettista</u> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 76 di 247	

– **Pareti perimetrali vasca di equalizzazione**

- Sovraccarico per transito mezzi (Q3)

$$p_{mezzi} = 10 \text{ kN/m}^2$$

Si tratta dell’incremento di spinta indotto dal sovraccarico accidentale dovuto al transito di mezzi. Tale azione viene assegnata manualmente all’interno del programma (associandola ad un carico terreno) e rientra nella condizione di carico *Variabile E (sovraccarico mezzi)*.

– **Platea di fondazione vano di sedimentazione meccanica**

- Sovraccarico apparecchiature (Q3)

$$p_{app.} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

Si tratta del sovraccarico generato dal peso di persone e attrezzi. La tipologia di carico variabile, valutato ai sensi del §3.1.4 del D.M.17/01/2018, viene considerata appartenente alla **Categoria E2: “Ambienti ad uso industriale, da valutarsi caso per caso”**.

Tale azione viene assegnata manualmente all’interno del programma e rientra nella condizione di carico *Variabile E (sovraccarico mezzi)*.

– **Soletta di copertura vano di sedimentazione meccanica**

- Sovraccarico per manutenzione (Q1)

$$p_{manut} = 2,00 \text{ kN/m}^2$$

Si tratta del sovraccarico generato dal peso di persone e attrezzi che possono passare o sostare sulle solette. La tipologia di carico variabile, valutato ai sensi del §3.1.4 del D.M.17/01/2018, viene considerata appartenente alla **Categoria E2: “Ambienti ad uso industriale, da valutarsi caso per caso”**.

Tale azione viene assegnata manualmente all’interno del programma e rientra nella condizione di carico *Variabile folla*.

- Sovraccarico neve (Q2)

$$p_{neve} = 1,94 \text{ kN/m}^2$$

Tale azione viene assegnata manualmente all’interno del programma e rientra nella condizione di carico *Neve* in funzione della ubicazione del sito e della forma della copertura.

Nello specifico si tratta di *zona II*, quota di 654,61 m s.l.m., classe topografica *Normale* e copertura piana con $\alpha = 0$ (D.M.17/01/2018, §3.4).

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		<p>Rev. Data</p>
	<p>00</p>	<p>Set. 2023</p>	
			<p>Pag. 77 di 247</p>

○ Sovraccarico apparecchiature (Q3)

Si tratta del sovraccarico generato dal peso dei sedimentatori meccanici. La tipologia di carico variabile, valutato ai sensi del §3.1.4 del D.M.17/01/2018, viene considerata appartenente alla **Categoria E2: “Ambienti ad uso industriale, da valutarsi caso per caso”**.

Nel caso in esame, ciascun sedimentatore presenta n.5 piedi di appoggio ed il peso complessivo di ciascuna macchina (in condizione di pieno carico di refluo) è pari a:

$$p_{sedim.} = 10.300 \text{ kg} = 103 \text{ kN}$$

Pertanto, il singolo scarico dovuto al sedimentatore meccanico è pari a:

$$p_{sedim.} = 103 \text{ kN}/5 = 20,6 \text{ kN} \Rightarrow 21 \text{ kN}$$

Tale azione viene assegnata manualmente all’interno del programma attraverso n.5 carichi concentrati per ciascun sedimentatore e rientra nella condizione di carico *Variabile E (sovraccarico mezzi)*.

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 78 di 247	

7.3.1.3 Azioni sismiche

Sono le azioni derivanti dai terremoti.

Le azioni sismiche sono assegnate automaticamente dal programma a seguito dell’*analisi dinamica lineare* in funzione degli spettri di progetto definiti nel Par. 3.5.3.2.3 della presente Relazione.

Si riassumono di seguito le azioni sismiche generate dall’incremento di spinta sismico del liquame e del terreno sulle pareti interessate della struttura.

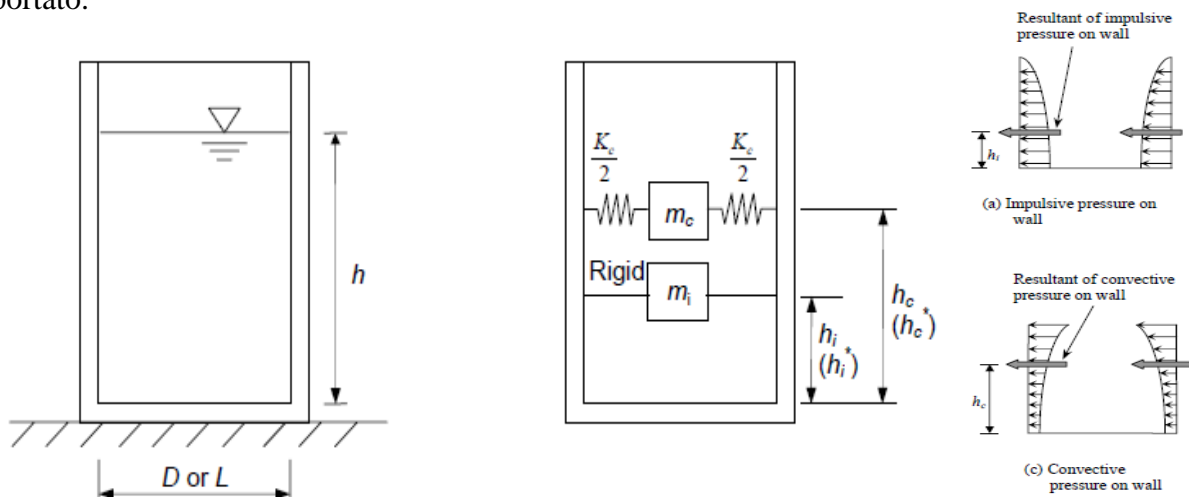
– **Pareti perimetrali vasca di equalizzazione**

- Incremento di spinta sismica del liquame (E)

L’azione sismica attiva la massa dell’acqua interna alla vasca, producendo un incremento di spinta sismica idrostatica su una parete e una riduzione su quella opposta.

Il calcolo della spinta sismica del liquame viene redatto ai sensi dell’Eurocodice 8 - *Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture, Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici, Parte 4: Silos, serbatoi e tubazioni*. In particolare, si adottano la schematizzazione e la formulazione fornite da *Indian Institute of Technology Kanpur – Gujarat State Disaster Management Authority: Guidelines for Seismic Design of Liquid Storage Tanks*.

Secondo il riferimento sopra elencato la spinta sismica del liquame viene considerata come somma di due contributi, una *spinta impulsiva* ed una *spinta convettiva* schematizzate secondo il modello sotto riportato.



Modello di schematizzazione delle masse impulsiva e convettiva ed andamento delle relative spinte lungo la parete

Avendo la vasca ingombro rettangolare, viene valutato l’incremento di spinta sismica in entrambe le direzioni. Di seguito si riportano i risultati relativi al calcolo delle spinte in entrambe le direzioni e per gli *Stati Limite SLV e SLD*.

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p align="center">G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 79 di 247	

CALCOLO SU PARETE IN DIREZIONE Y - SISMA IN DIREZIONE X [SLV]			
Geometria del bacino			
Dimensione	Simbolo	U.M.	Valore
Lunghezza (dir X)	L	m	26,50
Larghezza (dir Y)	B	m	20,00
Altezza parete (dir X)	h_w	m	4,50
Altezza parete (dir Y)	h_w	m	4,50
Spessore parete (dir X)	s_w	m	0,50
Spessore parete (dir Y)	s_w	m	0,50
Densità cls	ρ	kg/m ³	2.551,02
Resistenza cls	f_{ck}	N/mm ²	29,05
Modulo elastico cls	E	N/mm ²	32.588,11
Altezza liquido	h	m	3,80
Calcolo delle masse sismiche			
Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Volume liquido	V_l	m ³	2.014,00
P. spec. liquido	γ	N/m ³	9.810,00
Densità liquido	ρ	kg/m ³	1.000,00
Peso liquido	W_l	kN	19.757,34
Massa liquido	m	kg	2.014.000,00
Calcolo delle masse impulsive e convettive e punto d'applicazione nel modello			
Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
h/L			0,143
m_i/m			0,166
massa impulsiva	m_i	kg	333.483,509
m_c/m			0,781
massa convettiva	m_c	kg	1.573.884,451
h_i/h			0,375
Punto appl. forza impulsiva da fondo vasca	h_i	m	1,425
h_c/h			0,508
Punto appl. forza impulsiva da fondo vasca	h_c	m	1,932
Calcolo del periodo del modo impulsivo e del modo convettivo			
Modo impulsivo			
Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
massa parete perpendicolare al sisma	m_w	kg	114.795,92
altezza centro di massa tra m_i e m_w	h	m	1,76
Carico uniforme su parete perp. al sisma	q	kN/m ²	36,34

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		Rev.	Data
			00	Set. 2023
			Pag. 80 di 247	

Carico concentrato su striscia di 1 m	P	kN	138,09
Momento inerzia striscia da 1 m	I_w	m^4	0,0104167
Spostamento parete	d	m	0,0007410
Periodo modo impulsivo	T_i	sec	0,055
Modo convettivo			
Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Coeff di periodo	C_c		5,50 (*)
Periodo modo convettivo	T_c	sec	9,040
Calcolo del valore di accelerazione in funzione dello spettro di progetto			
Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Acc al periodo T_i	$S_e(T_i)$	m/s^2	0,497 (**)
Acc al periodo T_c	$S_e(T_c)$	m/s^2	0,060 (**)
Calcolo delle sollecitazioni (distribuite sulla lunghezza del muro)			
Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Distrib. lineare sollecit. impulsiva a quota h_i	q_i	kN/m	40,648
Distrib. lineare sollecit. impulsiva a quota h_c	q_c	kN/m	23,160
Calcolo della pressione linearizzata (distribuite sull'altezza del muro)			
Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Pressione impulsiva a quota pelo libero	b_i	kN/m^2	2,674
Pressione impulsiva a quota fondo vasca	a_i	kN/m^2	18,719
Pressione convettiva a quota pelo libero	b_c	kN/m^2	6,401
Pressione convettiva a quota fondo vasca	a_c	kN/m^2	5,788

CALCOLO SU PARETE IN DIREZIONE X - SISMA IN DIREZIONE Y [SLV]			
Geometria del bacino			
Dimensione	Simbolo	U.M.	Valore
Lunghezza (dir Y)	L	m	20,00
Larghezza (dir X)	B	m	26,50
Altezza parete (dir Y)	h_w	m	4,50
Altezza parete (dir X)	h_w	m	4,50
Spessore parete (dir Y)	s_w	m	0,50
Spessore parete (dir X)	s_w	m	0,50
Densità cls	ρ	kg/m^3	2.551,02
Resistenza cls	f_{ck}	N/mm^2	29,05
Modulo elastico cls	E	N/mm^2	32.588,11
Altezza liquido	h	m	3,80
Calcolo delle masse sismiche			

<u>Progettista</u> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.		Rev.	Data
			00	Set. 2023
			Pag. 81 di 247	

Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Volume liquido	V_l	m^3	2.014,00
P. spec. liquido	γ	N/m^3	9.810,00
Densità liquido	ρ	kg/m^3	1.000,00
Peso liquido	W_l	kN	19.757,34
Massa liquido	m	kg	2.014.000,00
Calcolo delle masse impulsive e convettive e punto d'applicazione nel modello			
Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
h/L			0,190
m_i/m			0,219
massa impulsiva	m_i	kg	441.773,543
m_c/m			0,747
massa convettiva	m_c	kg	1.503.675,849
h_i/h			0,375
Punto appl. forza impulsiva da fondo vasca	h_i	m	1,425
h_c/h			0,514
Punto appl. forza impulsiva da fondo vasca	h_c	m	1,955
Calcolo del periodo del modo impulsivo e del modo convettivo			
Modo impulsivo			
Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
massa parete perpendicolare al sisma	m_w	kg	152.104,59
altezza centro di massa tra m_i e m_w	h	m	1,76
Carico uniforme su parete perp. al sisma	q	kN/m^2	36,34
Carico concentrato su striscia di 1 m	P	kN	138,08
Momento inerzia striscia da 1 m	I_w	m^4	0,0104167
Spostamento parete	d	m	0,0007410
Periodo modo impulsivo	T_i	sec	0,055
Modo convettivo			
Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Coeff di periodo	C_c		4,75 (*)
Periodo modo convettivo	T_c	sec	6,782
Calcolo del valore di accelerazione in funzione dello spettro di progetto			
Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Acc al periodo T_i	$S_e(T_i)$	m/s^2	0,497 (**)
Acc al periodo T_c	$S_e(T_c)$	m/s^2	0,060 (**)
Calcolo delle sollecitazioni (distribuite sulla lunghezza del muro)			
Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005</p> <p>RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		Rev.	Data
			00	Set. 2023
			Pag. 82 di 247	

Distrib. lineare sollecit. impulsiva a quota h_i	q_i	kN/m	40,640
Distrib. lineare sollecit. impulsiva a quota h_c	q_c	kN/m	16,699
Calcolo della pressione linearizzata (distribuite sull'altezza del muro)			
Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Pressione impulsiva a quota pelo libero	b_i	kN/m ²	2,674
Pressione impulsiva a quota fondo vasca	a_i	kN/m ²	18,716
Pressione convettiva a quota pelo libero	b_c	kN/m ²	4,777
Pressione convettiva a quota fondo vasca	a_c	kN/m ²	4,012

CALCOLO SU PARETE IN DIREZIONE Y - SISMA IN DIREZIONE X [SLD]			
Geometria del bacino			
Dimensione	Simbolo	U.M.	Valore
Lunghezza (dir X)	L	m	26,50
Larghezza (dir Y)	B	m	20,00
Altezza parete (dir X)	h_w	m	4,50
Altezza parete (dir Y)	h_w	m	4,50
Spessore parete (dir X)	s_w	m	0,50
Spessore parete (dir Y)	s_w	m	0,50
Densità cls	ρ	kg/m ³	2.551,02
Resistenza cls	f_{ck}	N/mm ²	29,05
Modulo elastico cls	E	N/mm ²	32.588,11
Altezza liquido	h	m	3,80
Calcolo delle masse sismiche			
Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Volume liquido	V_l	m ³	2.014,00
P. spec. liquido	γ	N/m ³	9.810,00
Densità liquido	ρ	kg/m ³	1.000,00
Peso liquido	W_l	kN	19.757,34
Massa liquido	m	kg	2.014.000,00
Calcolo delle masse impulsive e convettive e punto d'applicazione nel modello			
Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
h/L			0,143
m_i/m			0,166
massa impulsiva	m_i	kg	333.483,509
m_c/m			0,781
massa convettiva	m_c	kg	1.573.884,451
h_i/h			0,375

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		Rev.	Data
			00	Set. 2023
			Pag. 83 di 247	

Punto appl. forza impulsiva da fondo vasca	h_i	m	1,425
h_c/h			0,508
Punto appl. forza impulsiva da fondo vasca	h_c	m	1,932
Calcolo del periodo del modo impulsivo e del modo convettivo			
Modo impulsivo			
Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
massa parete perpendicolare al sisma	m_w	kg	114795,92
altezza centro di massa tra m_i e m_w	h	m	1,76
Carico uniforme su parete perp. al sisma	q	kN/m ²	36,34
Carico concentrato su striscia di 1 m	P	kN	138,39
Momento inerzia striscia da 1 m	I_w	m ⁴	0,0104167
Spostamento parete	d	m	0,0007410
Periodo modo impulsivo	T_i	sec	0,055
Modo convettivo			
Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Coeff di periodo	C_c		5,50 (*)
Periodo modo convettivo	T_c	sec	9,040
Calcolo del valore di accelerazione in funzione dello spettro di progetto			
Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Acc al periodo T_i	$S_e(T_i)$	m/s ²	0,236 (**)
Acc al periodo T_c	$S_e(T_c)$	m/s ²	0,025 (**)
Calcolo delle sollecitazioni (distribuite sulla lunghezza del muro)			
Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Distrib. lineare sollecit. impulsiva a quota h_i	q_i	kN/m	19,302
Distrib. lineare sollecit. impulsiva a quota h_c	q_c	kN/m	9,650
Calcolo della pressione linearizzata (distribuite sull'altezza del muro)			
Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Pressione impulsiva a quota pelo libero	b_i	kN/m ²	1,270
Pressione impulsiva a quota fondo vasca	a_i	kN/m ²	8,889
Pressione convettiva a quota pelo libero	b_c	kN/m ²	2,667
Pressione convettiva a quota fondo vasca	a_c	kN/m ²	2,412

CALCOLO SU PARETE IN DIREZIONE X - SISMA IN DIREZIONE Y [SLD]			
Geometria del bacino			
Dimensione	Simbolo	U.M.	Valore
Lunghezza (dir Y)	L	m	20,00
Larghezza (dir X)	B	m	26,50

<u>Progettista</u> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell'Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	Rev.	Data
		00	Set. 2023
			Pag. 84 di 247

Altezza parete (dir Y)	h_w	m	4,50
Altezza parete (dir X)	h_w	m	4,50
Spessore parete (dir Y)	s_w	m	0,50
Spessore parete (dir X)	s_w	m	0,50
Densità cls	ρ	kg/m ³	2.551,02
Resistenza cls	f_{ck}	N/mm ²	29,05
Modulo elastico cls	E	N/mm ²	32.588,11
Altezza liquido	h	m	3,80
Calcolo delle masse sismiche			
Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Volume liquido	V_1	m ³	2.014,00
P. spec. liquido	γ	N/m ³	9.810,00
Densità liquido	ρ	kg/m ³	1.000,00
Peso liquido	W_1	kN	19.757,34
Massa liquido	m	kg	2.014.000,00
Calcolo delle masse impulsive e convettive e punto d'applicazione nel modello			
Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
h/L			0,190
m_i/m			0,219
massa impulsiva	m_i	kg	441.773,543
m_c/m			0,747
massa convettiva	m_c	kg	1.503.675,849
h_i/h			0,375
Punto appl. forza impulsiva da fondo vasca	h_i	m	1,425
h_c/h			0,514
Punto appl. forza impulsiva da fondo vasca	h_c	m	1,955
Calcolo del periodo del modo impulsivo e del modo convettivo			
Modo impulsivo			
Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
massa parete perpendicolare al sisma	m_w	kg	152.104,59
altezza centro di massa tra m_i e m_w	h	m	1,76
Carico uniforme su parete perp. al sisma	q	kN/m ²	36,34
Carico concentrato su striscia di 1 m	P	kN	138,08
Momento inerzia striscia da 1 m	I_w	m ⁴	0,0104167
Spostamento parete	d	m	0,0007410
Periodo modo impulsivo	T_i	sec	0,055
Modo convettivo			

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	Rev.	Data
		00	Set. 2023
			Pag. 85 di 247

Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Coeff di periodo	C_c		4,75 (*)
Periodo modo convettivo	T_c	sec	6,782
Calcolo del valore di accelerazione in funzione dello spettro di progetto			
Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Acc al periodo T_i	$S_e(T_i)$	m/s ²	0,236 (**)
Acc al periodo T_c	$S_e(T_c)$	m/s ²	0,025 (**)
Calcolo delle sollecitazioni (distribuite sulla lunghezza del muro)			
Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Distrib. lineare sollecit. impulsiva a quota h_i	q_i	kN/m	19,298
Distrib. lineare sollecit. impulsiva a quota h_c	q_c	kN/m	6,958
Calcolo della pressione linearizzata (distribuite sull'altezza del muro)			
Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Pressione impulsiva a quota pelo libero	b_i	kN/m ²	1,270
Pressione impulsiva a quota fondo vasca	a_i	kN/m ²	8,887
Pressione convettiva a quota pelo libero	b_c	kN/m ²	1,990
Pressione convettiva a quota fondo vasca	a_c	kN/m ²	1,672

(*): Il valore del coefficiente di periodo del moto convettivo C_c viene desunto dal grafico seguente

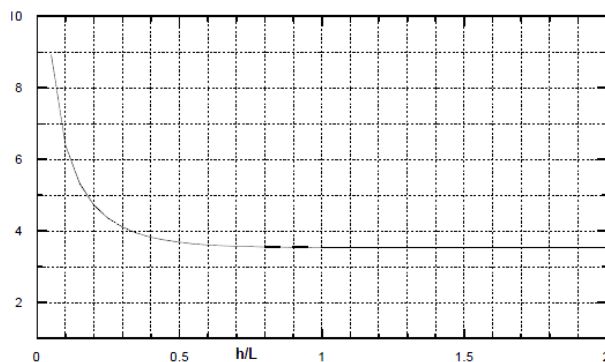


Figure 7 – Coefficient of convective mode time period (C_c) for rectangular tank

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		
		<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		Pag. 86 di 247	

(**): I valori delle accelerazioni corrispondenti ai periodi impulsivo T_i e convettivo T_c sono le ordinate degli spettri di progetto *SLV*, *SLD* e *SLO* (ricavati nel Par 3.5.3.2.3 della presente Relazione) relative ai rispettivi periodi.

In definitiva la spinta sismica del liquame si attribuisce con un diagramma di carico trapezoidale (linearizzato) sulla parete in sovrappressione, calcolato come somma delle due spinte sopra ricavate. Il software di calcolo a disposizione permette infatti di inserire carichi lineari a partire dai valori estremi (ultima parte delle tabelle di cui sopra) e dalle relative quote.

Tali azioni vengono assegnate manualmente all’interno del programma, rientrano nelle condizioni di carico rispettivamente *Sisma liquame X e Y – SLV* e *Sisma liquame X e Y - SLD* e vengono gestite nelle combinazioni di carico assegnando i coefficienti uguali alle condizioni generate automaticamente dal programma relativamente al sisma ed al terreno-sisma.

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		<p>Rev. Data</p>
	<p>00</p>	<p>Set. 2023</p>	
			<p>Pag. 87 di 247</p>

- Incremento dinamico di spinta sismica del terreno (E) - SLV

L'incremento di spinta viene calcolato con il metodo di Wood, usualmente impiegato per muri rigidamente vincolati o di cantina, in cui si associa tale incremento alla spinta litostatica valutata con coefficiente di spinta a riposo K_0 ($K_0 + \text{Wood}$). L'incremento di spinta è proporzionale all'altezza del fronte di spinta e del coefficiente sismico orizzontale, mentre non dipende dalla natura del terreno; questo perché è una teoria basata sulla propagazione dell'onda sismica in un mezzo elastico isotropo, quindi lontano dalle condizioni di rottura del terreno. Il valore di tale incremento è:

$$\Delta P_E = \gamma_s \cdot H_s^2 \cdot k_h$$

$$\Delta P_E = 18,00 \cdot H_s^2 \cdot 0,380$$

dove:

γ_s = peso specifico medio del terreno

$k_h = \beta_m \cdot S \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)$ è il coefficiente sismico orizzontale

β_m , per muri impediti di spostarsi viene posto pari ad 1.

$\frac{a_g}{g}$, calcolato in funzione della localizzazione del sito e del tempo di ritorno per lo stato limite in esame = **0,2989**.

S , fattore che tiene conto della categoria del terreno di fondazione = **1,273** per terreno appartenente alla categoria **C**

H_s = altezza complessiva del fronte di spinta del terreno (m)

Tale azione viene assegnata automaticamente dal programma e rientra nella condizione di carico *Terreno sisma*.

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		<p>Rev. Data</p>
	<p>00</p>	<p>Set. 2023</p>	
			<p>Pag. 88 di 247</p>

- Incremento dinamico di spinta sismica del terreno (E) - SLD

L'incremento di spinta viene calcolato con il metodo di Wood, usualmente impiegato per muri rigidamente vincolati o di cantina, in cui si associa tale incremento alla spinta litostatica valutata con coefficiente di spinta a riposo K_0 ($K_0 + \text{Wood}$). L'incremento di spinta è proporzionale all'altezza del fronte di spinta e del coefficiente sismico orizzontale, mentre non dipende dalla natura del terreno; questo perché è una teoria basata sulla propagazione dell'onda sismica in un mezzo elastico isotropo, quindi lontano dalle condizioni di rottura del terreno. Il valore di tale incremento è:

$$\Delta P_E = \gamma_s \cdot H_s^2 \cdot k_h$$

$$\Delta P_E = 18,00 \cdot H_s^2 \cdot 0,186$$

dove:

γ_s = peso specifico medio del terreno

$k_h = \beta_m \cdot S \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)$ è il coefficiente sismico orizzontale

β_m , per muri impediti di spostarsi viene posto pari ad 1.

$\frac{a_g}{g}$, calcolato in funzione della localizzazione del sito e del tempo di ritorno per lo stato limite in esame = **0,1243**.

S , fattore che tiene conto della categoria del terreno di fondazione = **1,50** per terreno appartenente alla categoria **C**

H_s = altezza complessiva del fronte di spinta del terreno (m)

Tale azione viene assegnata automaticamente dal programma e rientra nella condizione di carico *Terreno sisma*.

<p style="text-align: center;"><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">Rev.</td> <td style="text-align: center;">Data</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">00</td> <td style="text-align: center;">Set. 2023</td> </tr> </table>	Rev.	Data	00	Set. 2023
	Rev.	Data					
	00	Set. 2023					
		Pag. 89 di 247					

- Incremento dinamico di spinta sismica dell’acqua di falda (E)

L’incremento di spinta viene calcolato con la teoria idrodinamica di Westergaard, che prevede un andamento parabolico dell’incremento di pressione. Il valore di tale incremento è espresso in ogni punto, misurato a partire dalla sua profondità y dal pelo libero della falda, attraverso l’equazione:

$$P_{WE} = 7/8 \cdot \gamma_w \cdot N_h \cdot (H_w \cdot y)^{0,5}$$

dove:

γ_w = peso specifico dell’acqua

$N_h = \beta_m \cdot S \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)$ è il coefficiente sismico orizzontale

β_m , per muri impediti di spostarsi viene posto pari ad 1.

$\frac{a_g}{g}$, calcolato in funzione della localizzazione del sito e del tempo di ritorno per lo stato limite in esame.

S , fattore che tiene conto della categoria del terreno di fondazione

H_w = spessore interessato dalla spinta dell’acqua (m)

y = profondità dal pelo libero

Tale equazione, integrata sull’intero spessore con le condizioni al contorno agenti ($p=0$ per $y=0$), restituisce l’espressione della spinta naturale, nota in letteratura come:

$$\Delta P_E = 7/12 \cdot \gamma_w \cdot N_h \cdot H_w^2$$

Nel nostro caso tale valore è pari a 0 in quanto la profondità della falda è maggiore della profondità di imposta della fondazione.

- **Pareti vano di ingresso**

- Incremento di spinta sismica del liquame (E)

Poiché l’altezza del liquame gravante sulle pareti in esame risulta pari a soli 0,52 m, si ritiene del tutto trascurabile l’incremento di spinta sismica del liquame sulle pareti in oggetto.

A seguito della precedente analisi dei carichi, sono stati definiti nel software (manualmente ed automaticamente) le condizioni elementari di carico, le combinazioni di carico ed i carichi effettivamente impiegati.

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 90 di 247	

7.3.1.4 Condizioni elementari di carico

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

Nome breve: nome breve assegnato alla condizione elementare.

I/II: descrive la classificazione della condizione (necessario per strutture in acciaio e in legno).

Durata: descrive la durata della condizione (necessario per strutture in legno).

Psi0: coefficiente moltiplicatore Psi0. Il valore è adimensionale.

Psi1: coefficiente moltiplicatore Psi1. Il valore è adimensionale.

Psi2: coefficiente moltiplicatore Psi2. Il valore è adimensionale.

Var.segno: descrive se la condizione elementare ha la possibilità di variare di segno.

Descrizione	Nome breve	Durata	$\psi0$	$\psi1$	$\psi2$	Con segno
Pesi strutturali	Pesi	Permanente				
Permanenti portati	Port.	Permanente				
Variabile E (sovraccarico mezzi)	Variabile E (sovraccarico mezzi)	Media	1	0.9	0.8	
Variabile folla	Variabile folla	Media	1	0.9	0.8	
Neve	Neve	Media	0.5	0.2	0	
Sisma liquame X_SLV	Sisma liquame X_SLV	Media	0.7	0.5	0.3	
Sisma liquame Y_SLV	Sisma liquame Y_SLV	Media	0.7	0.5	0.3	
Sisma liquame X_SLD	Sisma liquame X_SLD	Media	0.7	0.5	0.3	
Sisma liquame Y_SLD	Sisma liquame Y_SLD	Media	0.7	0.5	0.3	
ΔT	ΔT	Media	0.6	0.5	0	No
Sisma X SLV	SLV X					
Sisma Y SLV	SLV Y					
Sisma Z SLV	SLV Z					
Eccentricità Y per sisma X SLV	EySx SLV					
Eccentricità X per sisma Y SLV	ExSy SLV					
Sisma X SLD	X SLD					
Sisma Y SLD	Y SLD					
Sisma Z SLD	Z SLD					
Eccentricità Y per sisma X SLD	EySx SLD					
Eccentricità X per sisma Y SLD	ExSy SLD					
Sisma X SLO	X SLO					
Sisma Y SLO	Y SLO					
Sisma Z SLO	Z SLO					
Eccentricità Y per sisma X SLO	EySx SLO					
Eccentricità X per sisma Y SLO	ExSy SLO					
Terreno sisma X SLV	Tr sLV X					
Terreno sisma Y SLV	Tr sLV Y					
Terreno sisma Z SLV	Tr sLV Z					
Terreno sisma X SLD	Tr x SLD					
Terreno sisma Y SLD	Tr y SLD					
Terreno sisma Z SLD	Tr z SLD					
Terreno sisma X SLO	Tr x SLO					
Terreno sisma Y SLO	Tr y SLO					
Terreno sisma Z SLO	Tr z SLO					
Rig Ux	Rig Ux					
Rig Uy	Rig Uy					
Rig Rz	Rig Rz					

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	Rev.	Data
		00	Set. 2023
	Pag. 91 di 247		

7.3.1.5 Combinazioni di carico

Tutte le combinazioni di carico vengono raggruppate per famiglia di appartenenza. Le celle di una riga contengono i coefficienti moltiplicatori della i-esima combinazione, dove il valore della prima cella è da intendersi come moltiplicatore associato alla prima condizione elementare, la seconda cella si riferisce alla seconda condizione elementare e così via.

7.3.1.5.1 Famiglia SLU

Il nome compatto della famiglia è SLU.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile E (sovraccarico mezzi)	Variabile folla	Neve	Sisma liquame X_SLV	Sisma liquame Y_SLV	Sisma liquame X_SLD	Sisma liquame Y_SLD	ΔT
1	SLU 1	1.3	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0
2	SLU 2	1.3	1.5	0	0	1.5	0	0	0	0	0
3	SLU 3	1.3	1.5	0	1.5	1.5	0	0	0	0	0
4	SLU 4	1.3	1.5	0	1.5	0	0	0	0	0	0
5	SLU 5	1.3	1.5	0	1.5	0.75	0	0	0	0	0
6	SLU 6	1.3	1.5	1.5	0	1.5	0	0	0	0	0
7	SLU 7	1.3	1.5	1.5	1.5	1.5	0	0	0	0	0
8	SLU 8	1.3	1.5	1.5	1.5	0	0	0	0	0	0
9	SLU 9	1.3	1.5	1.5	1.5	0.75	0	0	0	0	0
10	SLU 10	1.3	1.5	1.5	0	0	0	0	0	0	0
11	SLU 11	1.3	1.5	1.5	0	0.75	0	0	0	0	0

7.3.1.5.2 Famiglia SLE rara

Il nome compatto della famiglia è SLE RA.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile E (sovraccarico mezzi)	Variabile folla	Neve	Sisma liquame X_SLV	Sisma liquame Y_SLV	Sisma liquame X_SLD	Sisma liquame Y_SLD	ΔT
1	SLE RA 1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	SLE RA 2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
3	SLE RA 3	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
4	SLE RA 4	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
5	SLE RA 5	1	1	0	1	0.5	0	0	0	0	0
6	SLE RA 6	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0
7	SLE RA 7	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
8	SLE RA 8	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
9	SLE RA 9	1	1	1	1	0.5	0	0	0	0	0
10	SLE RA 10	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
11	SLE RA 11	1	1	1	0	0.5	0	0	0	0	0

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.									Rev.	Data
										00	Set. 2023
										Pag. 92 di 247	

7.3.1.5.3 Famiglia SLE frequente

Il nome compatto della famiglia è SLE FR.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile E (sovraccarico mezzi)	Variabile folla	Neve	Sisma liquame X_SLV	Sisma liquame Y_SLV	Sisma liquame X_SLD	Sisma liquame Y_SLD	ΔT
1	SLE FR 1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	SLE FR 2	1	1	0	0	0.2	0	0	0	0	0
3	SLE FR 3	1	1	0	0.8	0.2	0	0	0	0	0
4	SLE FR 4	1	1	0	0.9	0	0	0	0	0	0
5	SLE FR 5	1	1	0.8	0	0.2	0	0	0	0	0
6	SLE FR 6	1	1	0.8	0.8	0.2	0	0	0	0	0
7	SLE FR 7	1	1	0.8	0.9	0	0	0	0	0	0
8	SLE FR 8	1	1	0.9	0	0	0	0	0	0	0
9	SLE FR 9	1	1	0.9	0.8	0	0	0	0	0	0

7.3.1.5.4 Famiglia SLE quasi permanente

Il nome compatto della famiglia è SLE QP.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile E (sovraccarico mezzi)	Variabile folla	Neve	Sisma liquame X_SLV	Sisma liquame Y_SLV	Sisma liquame X_SLD	Sisma liquame Y_SLD	ΔT
1	SLE QP 1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	SLE QP 2	1	1	0	0.8	0	0	0	0	0	0
3	SLE QP 3	1	1	0.8	0	0	0	0	0	0	0
4	SLE QP 4	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0	0	0

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.		Rev. Data 00 Set. 2023
			Pag. 93 di 247

7.3.1.5.5 Famiglia SLO

Il nome compatto della famiglia è SLO.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile E (sovraccarico mezzi)	Variabile folla	Neve	Sisma liquame X_SLV	Sisma liquame Y_SLV	Sisma liquame X_SLD	Sisma liquame Y_SLD
1	SLO 1	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0	0
2	SLO 2	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0	0
3	SLO 3	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0	0
4	SLO 4	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0	0
5	SLO 5	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0	0
6	SLO 6	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0	0
7	SLO 7	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0	0
8	SLO 8	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0	0
9	SLO 9	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0	0
10	SLO 10	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0	0
11	SLO 11	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0	0
12	SLO 12	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0	0
13	SLO 13	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0	0
14	SLO 14	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0	0
15	SLO 15	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0	0
16	SLO 16	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0	0

Nome	Nome breve	AT	X SLO	Y SLO	Z SLO	EySx SLO	ExSy SLO	Tr x SLO	Tr y SLO	Tr z SLO
1	SLO 1	0	-1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLO 2	0	-1	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLO 3	0	-1	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLO 4	0	-1	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLO 5	0	-0.3	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLO 6	0	-0.3	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLO 7	0	-0.3	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLO 8	0	-0.3	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLO 9	0	0.3	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLO 10	0	0.3	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLO 11	0	0.3	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLO 12	0	0.3	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLO 13	0	1	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLO 14	0	1	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLO 15	0	1	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLO 16	0	1	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.		Rev.	Data
			00	Set. 2023
			Pag. 94 di 247	

7.3.1.5.6 Famiglia SLD

Il nome compatto della famiglia è SLD.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile E (sovraccarico mezzi)	Variabile folla	Neve	Sisma liquame X_SLV	Sisma liquame Y_SLV	Sisma liquame X_SLD	Sisma liquame Y_SLD
1	SLD 1	1	1	0.8	0.8	0	0	0	-1	-0.3
2	SLD 2	1	1	0.8	0.8	0	0	0	-1	-0.3
3	SLD 3	1	1	0.8	0.8	0	0	0	-1	0.3
4	SLD 4	1	1	0.8	0.8	0	0	0	-1	0.3
5	SLD 5	1	1	0.8	0.8	0	0	0	-0.3	-1
6	SLD 6	1	1	0.8	0.8	0	0	0	-0.3	-1
7	SLD 7	1	1	0.8	0.8	0	0	0	-0.3	1
8	SLD 8	1	1	0.8	0.8	0	0	0	-0.3	1
9	SLD 9	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0.3	-1
10	SLD 10	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0.3	-1
11	SLD 11	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0.3	1
12	SLD 12	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0.3	1
13	SLD 13	1	1	0.8	0.8	0	0	0	1	-0.3
14	SLD 14	1	1	0.8	0.8	0	0	0	1	-0.3
15	SLD 15	1	1	0.8	0.8	0	0	0	1	0.3
16	SLD 16	1	1	0.8	0.8	0	0	0	1	0.3

Nome	Nome breve	AT	X SLD	Y SLD	Z SLD	EySx SLD	ExSy SLD	Tr x SLD	Tr y SLD	Tr z SLD
1	SLD 1	0	-1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLD 2	0	-1	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLD 3	0	-1	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLD 4	0	-1	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLD 5	0	-0.3	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLD 6	0	-0.3	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLD 7	0	-0.3	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLD 8	0	-0.3	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLD 9	0	0.3	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLD 10	0	0.3	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLD 11	0	0.3	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLD 12	0	0.3	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLD 13	0	1	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLD 14	0	1	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLD 15	0	1	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLD 16	0	1	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.		Rev. Data 00 Set. 2023
			Pag. 95 di 247

7.3.1.5.7 Famiglia SLV

Il nome compatto della famiglia è SLV.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile E (sovraccarico mezzi)	Variabile folla	Neve	Sisma liquame X_SLV	Sisma liquame Y_SLV	Sisma liquame X_SLD	Sisma liquame Y_SLD
1	SLV 1	1	1	0.8	0.8	0	-1	-0.3	0	0
2	SLV 2	1	1	0.8	0.8	0	-1	-0.3	0	0
3	SLV 3	1	1	0.8	0.8	0	-1	0.3	0	0
4	SLV 4	1	1	0.8	0.8	0	-1	0.3	0	0
5	SLV 5	1	1	0.8	0.8	0	-0.3	-1	0	0
6	SLV 6	1	1	0.8	0.8	0	-0.3	-1	0	0
7	SLV 7	1	1	0.8	0.8	0	-0.3	1	0	0
8	SLV 8	1	1	0.8	0.8	0	-0.3	1	0	0
9	SLV 9	1	1	0.8	0.8	0	0.3	-1	0	0
10	SLV 10	1	1	0.8	0.8	0	0.3	-1	0	0
11	SLV 11	1	1	0.8	0.8	0	0.3	1	0	0
12	SLV 12	1	1	0.8	0.8	0	0.3	1	0	0
13	SLV 13	1	1	0.8	0.8	0	1	-0.3	0	0
14	SLV 14	1	1	0.8	0.8	0	1	-0.3	0	0
15	SLV 15	1	1	0.8	0.8	0	1	0.3	0	0
16	SLV 16	1	1	0.8	0.8	0	1	0.3	0	0

Nome	Nome breve	ΔT	SLV X	SLV Y	SLV Z	$E_y S_x$ SLV	$E_x S_y$ SLV	Tr sLV X	Tr sLV Y	Tr sLV Z
1	SLV 1	0	-1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLV 2	0	-1	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLV 3	0	-1	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLV 4	0	-1	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLV 5	0	-0.3	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLV 6	0	-0.3	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLV 7	0	-0.3	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLV 8	0	-0.3	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLV 9	0	0.3	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLV 10	0	0.3	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLV 11	0	0.3	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLV 12	0	0.3	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLV 13	0	1	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLV 14	0	1	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLV 15	0	1	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLV 16	0	1	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 96 di 247	

7.3.2 Definizione dei carichi

7.3.2.1 Carichi concentrati

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Valori: valori associati alle condizioni di carico.

Condizione: condizione di carico a cui sono associati i valori.

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

F_x: componente X del carico concentrato. [kN]

F_y: componente Y del carico concentrato. [kN]

F_z: componente Z del carico concentrato. [kN]

M_x: componente di momento della coppia concentrata attorno all'asse X. [kN*m]

M_y: componente di momento della coppia concentrata attorno all'asse Y. [kN*m]

M_z: componente di momento della coppia concentrata attorno all'asse Z. [kN*m]

Nome	Valori						
	Condizione	F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z
	Descrizione						
Sedimentatore meccanico	Pesi strutturali	0	0	0	0	0	0
	Permanenti portati	0	0	0	0	0	0
	Variabile E (sovraccarico mezzi)	0	0	-21	0	0	0
	Variabile folla	0	0	0	0	0	0
	Neve	0	0	0	0	0	0
	Sisma liquame X_SLV	0	0	0	0	0	0
	Sisma liquame Y_SLV	0	0	0	0	0	0
	Sisma liquame X_SLD	0	0	0	0	0	0
	Sisma liquame Y_SLD	0	0	0	0	0	0

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 97 di 247	

7.3.2.2 Carichi superficiali

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Valori: valori associati alle condizioni di carico.

Condizione: condizione di carico a cui sono associati i valori.

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

Valore: modulo del carico superficiale applicato alla superficie. [kN/m²]

Applicazione: modalità con cui il carico è applicato alla superficie.

Nome	Valori			
	Condizione	Valore	Cp vento	Tipo
	Descrizione			
Platea di fondazione vasca	Pesi strutturali	0		Verticale
	Permanenti portati	43		Verticale
	Variabile E (sovraccarico mezzi)	0		Verticale
	Variabile folla	0		Verticale
	Neve	0		Verticale
	Sisma liquame X_SLV	0		Verticale
	Sisma liquame Y_SLV	0		Verticale
	Sisma liquame X_SLD	0		Verticale
Platea ribassata	Pesi strutturali	0		Verticale
	Permanenti portati	53		Verticale
	Variabile E (sovraccarico mezzi)	0		Verticale
	Variabile folla	0		Verticale
	Neve	0		Verticale
	Sisma liquame X_SLV	0		Verticale
	Sisma liquame Y_SLV	0		Verticale
	Sisma liquame X_SLD	0		Verticale
Solette di camminamento/copertura	Pesi strutturali	0		Verticale
	Permanenti portati	0		Verticale
	Variabile E (sovraccarico mezzi)	0		Verticale
	Variabile folla	2		Verticale
	Neve	1.94		Verticale
	Sisma liquame X_SLV	0		Verticale
	Sisma liquame Y_SLV	0		Verticale
	Sisma liquame X_SLD	0		Verticale
Grigliato	Pesi strutturali	0		Verticale
	Permanenti portati	1		Verticale
	Variabile E (sovraccarico mezzi)	0		Verticale
	Variabile folla	2		Verticale
	Neve	0		Verticale
	Sisma liquame X_SLV	0		Verticale
	Sisma liquame Y_SLV	0		Verticale
	Sisma liquame X_SLD	0		Verticale
Sovraccarico mezzi	Pesi strutturali	0		Verticale
	Permanenti portati	0		Verticale

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.		<i>Rev.</i> 00	<i>Data</i> Set. 2023
			<i>Pag. 98 di 247</i>	

Nome	Valori			
	Condizione	Valore	Cp vento	Tipo
	Descrizione			
	Variabile E (sovraccarico mezzi)	10		Verticale
	Variabile folla	0		Verticale
	Neve	0		Verticale
	Sisma liquame X_SLV	0		Verticale
	Sisma liquame Y_SLV	0		Verticale
	Sisma liquame X_SLD	0		Verticale
	Sisma liquame Y_SLD	0		Verticale
Soletta paratoie	Pesi strutturali	0		Verticale
	Permanenti portati	5.2		Verticale
	Variabile E (sovraccarico mezzi)	0		Verticale
	Variabile folla	0		Verticale
	Neve	0		Verticale
	Sisma liquame X_SLV	0		Verticale
	Sisma liquame Y_SLV	0		Verticale
	Sisma liquame X_SLD	0		Verticale
	Sisma liquame Y_SLD	0		Verticale
Platea sedimentazione meccanica	Pesi strutturali	0		Verticale
	Permanenti portati	0		Verticale
	Variabile E (sovraccarico mezzi)	5		Verticale
	Variabile folla	0		Verticale
	Neve	0		Verticale
	Sisma liquame X_SLV	0		Verticale
	Sisma liquame Y_SLV	0		Verticale
	Sisma liquame X_SLD	0		Verticale
	Sisma liquame Y_SLD	0		Verticale
Platea ribassata zona stramazzi	Pesi strutturali	0		Verticale
	Permanenti portati	68		Verticale
	Variabile E (sovraccarico mezzi)	0		Verticale
	Variabile folla	0		Verticale
	Neve	0		Verticale
	Sisma liquame X_SLV	0		Verticale
	Sisma liquame Y_SLV	0		Verticale
	Sisma liquame X_SLD	0		Verticale
	Sisma liquame Y_SLD	0		Verticale

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	Rev.	Data
		00	Set. 2023
	Pag. 99 di 247		

7.3.2.3 Carichi potenziali

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Valori: valori associati alle condizioni di carico.

Condizione: condizione di carico a cui sono associati i valori.

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

Valore i.: valore del carico pressorio alla quota iniziale. [kN/m²]

Quota i.: quota assoluta in cui il carico pressorio assume il valore iniziale. [m]

Valore f.: valore del carico pressorio alla quota finale. [kN/m²]

Quota f.: quota assoluta in cui il carico pressorio assume il valore finale. [m]

Nome	Valori				
	Condizione	Valore i.	Quota i.	Valore f.	Quota f.
	Descrizione				
Pareti vasca direzione X	Pesi strutturali	0	0	0	0
	Permanenti portati	0	2.7	38	-1.1
	Variabile E (sovraccarico mezzi)	0	0	0	0
	Variabile folla	0	0	0	0
	Neve	0	0	0	0
	Sisma liquame X_SLV	0	0	0	0
	Sisma liquame Y_SLV	7.45	2.7	22.73	-1.1
	Sisma liquame X_SLD	0	0	0	0
	Sisma liquame Y_SLD	3.26	2.7	10.56	-1.1
Pareti vasca direzione Y	Pesi strutturali	0	0	0	0
	Permanenti portati	0	2.7	38	-1.1
	Variabile E (sovraccarico mezzi)	0	0	0	0
	Variabile folla	0	0	0	0
	Neve	0	0	0	0
	Sisma liquame X_SLV	9.08	2.7	24.51	-1.1
	Sisma liquame Y_SLV	0	0	0	0
	Sisma liquame X_SLD	3.94	2.7	11.3	-1.1
	Sisma liquame Y_SLD	0	0	0	0
Pareti vano paratoie	Pesi strutturali	0	0	0	0
	Permanenti portati	0	2.72	5.2	2.2
	Variabile E (sovraccarico mezzi)	0	0	0	0
	Variabile folla	0	0	0	0
	Neve	0	0	0	0
	Sisma liquame X_SLV	0	0	0	0
	Sisma liquame Y_SLV	0	0	0	0
	Sisma liquame X_SLD	0	0	0	0
	Sisma liquame Y_SLD	0	0	0	0
Parete di raccordo platee	Pesi strutturali	0	0	0	0
	Permanenti portati	38	-1.1	53	-2.6
	Variabile E (sovraccarico mezzi)	0	0	0	0
	Variabile folla	0	0	0	0
	Neve	0	0	0	0
	Sisma liquame X_SLV	0	0	0	0
	Sisma liquame Y_SLV	0	0	0	0
	Sisma liquame X_SLD	0	0	0	0
	Sisma liquame Y_SLD	0	0	0	0

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>					Rev.	Data
						00	Set. 2023
						Pag. 100 di 247	

7.4 Elementi di input

In questo capitolo sono riportati gli elementi di input per la modellazione della struttura.

7.4.1 Fili fissi

7.4.1.1 Fili fissi di piano

Livello: quota di inserimento espressa con notazione breve esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Punto: punto di inserimento.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

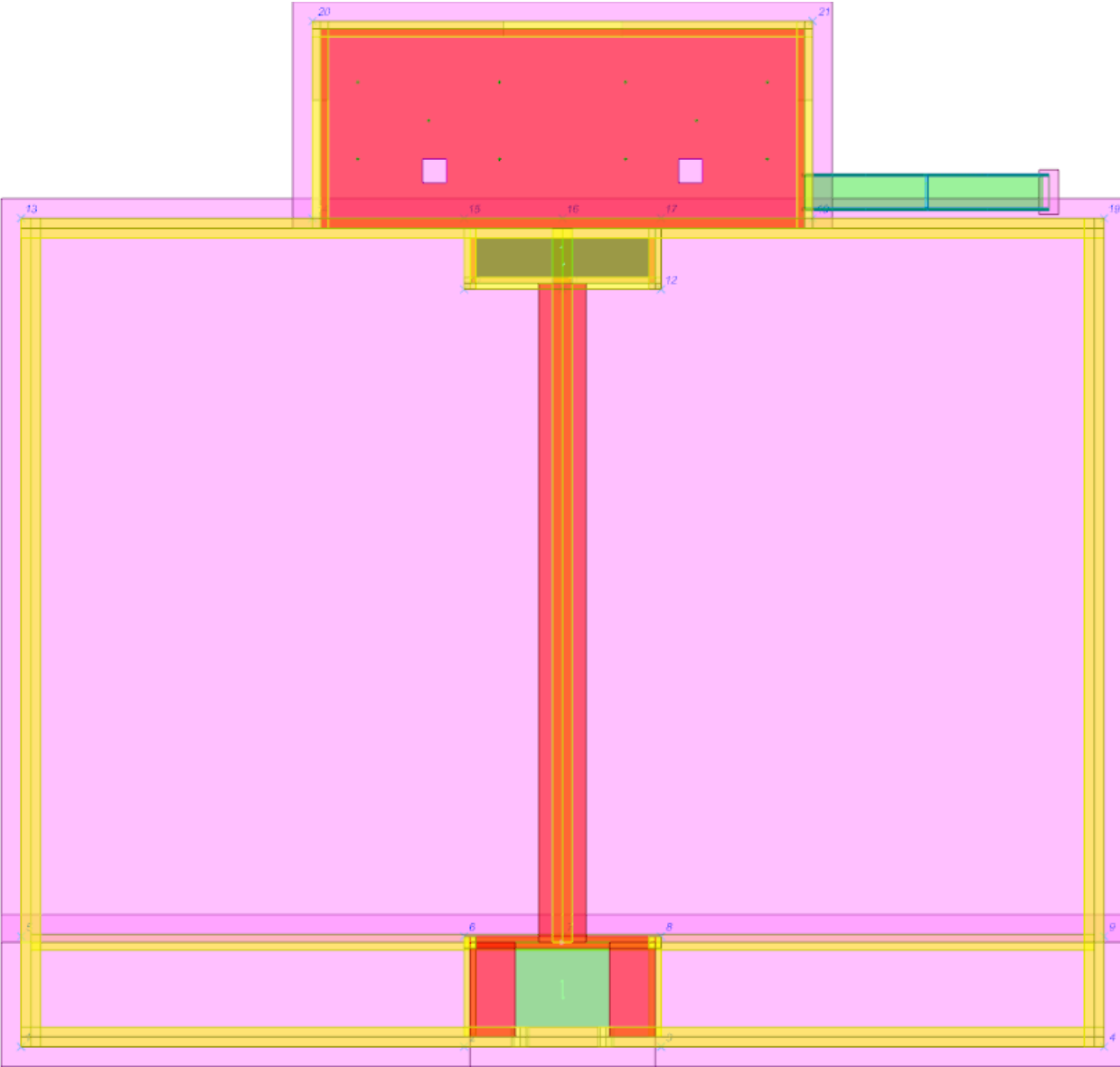
Estradosso: distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [m]

Angolo: angolo misurato dal semiasse positivo delle ascisse in verso antiorario. [deg]

Tipo: tipo di simbolo.

T.c.: testo completo visualizzato accanto al filo fisso, costituito dalla concatenazione del prefisso e del testo.

Livello	Punto		Estradosso	Angolo	Tipo	T.c.	Livello	Punto		Estradosso	Angolo	Tipo	T.c.
	X	Y						X	Y				
L3	0	0	0	0	Croce	1	L3	20.1	21	0	0	Croce	18
L3	16.25	21	0	0	Croce	17	L3	13.75	21	0	0	Croce	16
L3	11.25	21	0	0	Croce	15	L3	7.4	21	0	0	Croce	14
L3	13.75	19.2	0	0	Croce	11	L3	16.25	19.2	0	0	Croce	12
L3	11.25	19.2	0	0	Croce	10	L3	7.4	26	0	0	Croce	20
L3	13.75	2.8	0	0	Croce	7	L3	0	2.8	0	0	Croce	5
L3	16.25	2.8	0	0	Croce	8	L3	11.25	2.8	0	0	Croce	6
L3	16.25	0	0	0	Croce	3	L3	11.25	0	0	0	Croce	2
L3	27.5	21	0	0	Croce	19	L3	0	21	0	0	Croce	13
L3	27.5	0	0	0	Croce	4	L3	27.5	2.8	0	180	Croce	9
L3	20.1	26	0	0	Croce	21							



Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.		<i>Rev.</i> <i>Data</i> 00 Set. 2023
			Pag. 102 di 247

7.4.2 Travi C.A.

7.4.2.1 Travi C.A. di piano

Sezione: riferimento ad una definizione di sezione C.A..

P.i.: posizione dei punti d'inserimento rispetto alla geometria della sezione. SA=Sinistra anima, CA=Centro anima, DA=Destra anima

Liv.: quota del punto di inserimento iniziale. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Punto i.: punto di inserimento iniziale.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Punto f.: punto di inserimento finale.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Estr.: distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [m]

Mat.: riferimento ad una definizione di materiale calcestruzzo.

Car.lin.: riferimento alla definizione di un carico lineare.L: valori del carico espressi nel sistema locale dell'elemento.G: valori del carico espressi nel sistema globale.

Sovr.: aliquota di sovreresistenza da assicurare in verifica.

S.Z: indica se l'elemento deve essere verificato considerando il sisma verticale.

C.i.: svincolo o cerniera da applicare al relativo estremo dell'asta nel modello.

C.f.: svincolo o cerniera da applicare al relativo estremo dell'asta nel modello.

P.lin.: peso per unità di lunghezza. [kN/m]

Sezione	P.i.	Liv.	Punto i.		Punto f.		Estr.	Mat.	Car.lin.	Sovr.	S.Z	C.i.	C.f.	P.lin.
			X	Y	X	Y								
R 30x20	CA	L6	11.4	2.65	16.1	2.65	0	C28/35	Nessuno; G	0	No	No	No	1.5

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.											Rev.	Data
												00	Set. 2023
												Pag. 103 di 247	

7.4.3 Travi in acciaio

7.4.3.1 Travi in acciaio di falda

Sezione: sezione in acciaio.

P.i.: posizione dei punti d'inserimento rispetto alla geometria della sezione. S=Sinistra, C=Centro, D=Destra

Fal.: quota del punto di inserimento iniziale. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Punto i.: punto di inserimento iniziale.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Punto f.: punto di inserimento finale.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Estr.: distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [m]

Sopraf.: posizionamento sopra falda della trave di falda.

Mat.: riferimento ad una definizione di materiale in acciaio.

Car.lin.: riferimento alla definizione di un carico lineare.L: valori del carico espressi nel sistema locale dell'elemento.G: valori del carico espressi nel sistema globale.

Sovr.: aliquota di sovrarresistenza da assicurare in verifica.

S.Z: indica se l'elemento deve essere verificato considerando il sistema verticale.

C.i.: svincolo o cerniera da applicare al relativo estremo dell'asta nel modello.

C.f.: svincolo o cerniera da applicare al relativo estremo dell'asta nel modello.

P.lin.: peso per unità di lunghezza. [kN/m]

Cal.: descrizione sintetica dell'eventuale calastrello della sezione accoppiata o composita.

Sezione	P.i.	Fal.	Punto i.		Punto f.		Estr.	Sopraf.	Mat.	Car.lin.	Sovr.	S.Z	C.i.	C.f.	P.lin.	Cal.
			X	Y	X	Y										
UPN160	C	F1	19.9	21.233	23	21.233	0	No	S235	Nessuno; G	0	No	No	No	0.19	
UPN160	C	F1	19.9	22.098	23	22.098	0	No	S235	Nessuno; G	0	No	No	No	0.19	
UPN160	C	F1	23	21.233	23	22.098	0	No	S235	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M3	Svincolo: M3	0.19	
UPN160	C	F1	23	22.098	26.1	22.098	0	No	S235	Nessuno; G	0	No	No	No	0.19	
UPN160	C	F1	23	21.233	26.1	21.233	0	No	S235	Nessuno; G	0	No	No	No	0.19	

7.4.4 Pilastri C.A.

Tr.: riferimento al tronco indicante la quota inferiore e superiore.

Sezione: riferimento ad una definizione di sezione C.A..

P.i.: posizione del punto di inserimento rispetto alla geometria della sezione. SS=Sinistra-sotto, SC=Sinistra-centro, SA=Sinistra-alto, CS=Centro-sotto, CC=Centro-centro, CA=Centro-alto, DS=Destra-sotto, DC=Destra-centro, DA=Destra-alto

Punto: posizione del punto di inserimento rispetto alla geometria della sezione.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Ang.: angolo misurato dal semiasse positivo delle ascisse in verso antiorario. [deg]

Mat.: riferimento ad una definizione di calcestruzzo.

Car.lin.: riferimento alla definizione di un carico lineare.L: valori del carico espressi nel sistema locale dell'elemento.G: valori del carico espressi nel sistema globale.

Sovr.: aliquota di sovrarresistenza da assicurare in verifica.

S.Z: indica se l'elemento deve essere verificato considerando il sistema verticale.

C.i.: svincolo o cerniera da applicare al relativo estremo dell'asta nel modello.

C.f.: svincolo o cerniera da applicare al relativo estremo dell'asta nel modello.

P.lin.: peso per unità di lunghezza. [kN/m]

Corr.: lista di elementi correlati all'elemento generati durante la modellazione.

Tr.	Sezione	P.i.	Punto		Ang.	Mat.	Car.lin.	Sovr.	S.Z	C.i.	C.f.	P.lin.	Corr.
			X	Y									
T8	R 30x30	CC	16.1	2.65	0	C28/35	Nessuno; G	0	No	No	No	2.25	2
T8	R 30x30	CC	11.4	2.65	0	C28/35	Nessuno; G	0	No	No	No	2.25	1

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.										Rev.	Data
											00	Set. 2023
											Pag. 104 di 247	

7.4.5 Piastre C.A.

7.4.5.1 Piastre C.A. di piano

Livello: quota di inserimento espressa con notazione breve esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Sp.: spessore misurato in direzione ortogonale al piano medio dell'elemento. [m]

Punti: punti di definizione in pianta.

I.: indice del punto corrente nell'insieme dei punti di definizione dell'elemento.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Estr.: distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [m]

Mat.: riferimento ad una definizione di calcestruzzo.

Car.sup.: riferimento alla definizione di un carico superficiale. Accetta anche il valore "Nessuno".

Car.pot.: riferimento alla definizione di un carico potenziale. Accetta anche il valore "Nessuno".

DeltaT: riferimento alla definizione di una variazione termica. Accetta anche il valore "Nessuno".

Sovr.: aliquota di sovrarresistenza da assicurare in verifica.

S.Z.: indica se l'elemento deve essere verificato considerando il sisma verticale.

P.sup.: peso per unità di superficie. [kN/m²]

Fond.: riferimento alla fondazione sottostante l'elemento.

Fori: riferimenti a tutti gli elementi che forano la piastra.

Livello	Sp.	Punti			Estr.	Mat.	Car.sup.	Car.pot.	DeltaT	Sovr.	S.Z	P.sup.	Fond.	Fori
		I.	X	Y										
L1	0.5	1	-0.5	-0.5	0	C28/35	Platea ribassata			0	No	12.5		
		2	11.4	-0.5										
		3	11.4	2.65										
		4	16.1	2.65										
		5	16.1	-0.5										
		6	28	-0.5										
		7	28	3.35										
		8	-0.5	3.35										
L1	0.5	1	11.4	-0.5	0	C28/35	Platea ribassata zona stramazzi			0	No	12.5		
		2	16.1	-0.5										
		3	16.1	2.65										
		4	11.4	2.65										
L2	0.5	1	28	2.65	0	C28/35	Platea di fondazione vasca			0	No	12.5		
		2	28	21.5										
		3	-0.5	21.5										
		4	-0.5	2.65										
L3	0.5	1	20.6	26.5	0	C28/35	Platea sedimentazione meccanica			0	No	12.5		
		2	6.9	26.5										
		3	6.9	20.75										
		4	20.6	20.75										
L3	0.3	1	26.35	21.1	0	C28/35				0	No	7.5		
		2	26.35	22.23										
		3	25.85	22.23										
		4	25.85	21.1										
L4	0.3	1	11.4	19.35	0	C28/35	Soletta paratoie			0	No	7.5		
		2	16.1	19.35										
		3	16.1	20.75										
		4	11.4	20.75										
L6	0.2	1	13.15	2.65	0	C28/35	Solette di camminamento/copertura			0	No	5		
		2	14.35	2.65										

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.											Rev.	Data
												00	Set. 2023
												Pag. 105 di 247	

Livello	Sp.	Punti			Estr.	Mat.	Car.sup.	Car.pot.	DeltaT	Sovr.	S.Z	P.sup.	Fond.	Fori
		I.	X	Y										
		3	14.35	19.35										
		4	13.15	19.35										
L6	0.2	1	11.4	0.25	0	C28/35	Solette di camminamento/copertura			0	No	5		
		2	12.55	0.25										
		3	12.55	2.65										
		4	11.4	2.65										
L6	0.2	1	16.1	2.65	0	C28/35	Solette di camminamento/copertura			0	No	5		
		2	14.95	2.65										
		3	14.95	0.25										
		4	16.1	0.25										
L6	0.3	1	7.6	20.75	0	C28/35	Solette di camminamento/copertura			0	No	7.5		H1, H2
		2	19.9	20.75										
		3	19.9	25.8										
		4	7.6	25.8										

7.4.5.2 Fondazioni di piastre

Descrizione breve: descrizione breve usata nelle tabelle dei capitoli delle piastre di fondazione.

Stratigrafia: stratigrafia del terreno nel punto medio in pianta dell'elemento.

Sondaggio: è possibile indicare esplicitamente un sondaggio definito nelle preferenze oppure richiedere di estrapolare il sondaggio dalla definizione del sito espressa nelle preferenze.

Estradosso: distanza dalla quota superiore del sondaggio misurata in verticale con verso positivo verso l'alto. [m]

Deformazione volumetrica: valore della deformazione volumetrica impiegato nel calcolo della pressione limite a rottura con la formula di Vesic. Il valore è adimensionale. Accetta anche il valore di default espresso nelle preferenze.

K verticale: coefficiente di sottofondo verticale del letto di molle. [kN/m³]

Limite compressione: pressione limite di plasticizzazione a compressione del letto di molle. [kN/m²]

Limite trazione: pressione limite di plasticizzazione a trazione del letto di molle. [kN/m²]

Descrizione breve	Stratigrafia			K verticale	Limite compressione	Limite trazione
	Sondaggio	Estradosso	Deformazione volumetrica			
FS1	Sondaggio L'Aquila-Sassa	0		Default (25000)	Default (1000)	Default (0.1)

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.								Rev.	Data
									00	Set. 2023
									Pag. 106 di 247	

7.4.6 Pareti C.A.

Tr.: riferimento al tronco indicante la quota inferiore e superiore.

Sp.: spessore misurato in direzione ortogonale al piano medio dell'elemento. [m]

P.i.: posizione del punto di inserimento rispetto ad una sezione verticale, vista dal punto iniziale verso il punto finale.

Punto i.: punto iniziale in pianta.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Punto f.: punto finale in pianta.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Mat.: riferimento ad una definizione di calcestruzzo.

Car.pot.: riferimento alla definizione di un carico potenziale. Accetta anche il valore "Nessuno".

DeltaT: riferimento alla definizione di una variazione termica. Accetta anche il valore "Nessuno".

Sovr.: aliquota di sovrarresistenza da assicurare in verifica.

S.Z.: indica se l'elemento deve essere verificato considerando il sisma verticale.

Aperture: Riferimenti a tutti gli elementi che forano la parete.

Tr.	Sp.	P.i.	Punto i.		Punto f.		Mat.	Car.pot.	DeltaT	Sovr.	S.Z	Aperture
			X	Y	X	Y						
T3	0.5	Centro	0	0.25	27.5	0.25	C28/35	Pareti vasca direzione X		0	No	W1, W2
T3	0.5	Centro	0.25	2.65	0.25	0	C28/35	Pareti vasca direzione Y		0	No	
T3	0.5	Centro	27.25	0	27.25	2.65	C28/35	Pareti vasca direzione Y		0	No	
T2	0.4	Centro	27.25	2.65	0.25	2.65	C28/35	Parete di raccordo platee		0	No	
T7	0.3	Centro	11.4	0.25	11.4	2.65	C28/35	Pareti vasca direzione Y		0	No	
T7	0.3	Centro	16.1	2.65	16.1	0.25	C28/35	Pareti vasca direzione Y		0	No	
T1	0.5	Centro	13.75	19.35	13.75	2.65	C28/35	Pareti vasca direzione Y		0	No	
T1	0.5	Centro	27.25	2.65	27.25	21	C28/35	Pareti vasca direzione Y		0	No	
T4	0.5	Centro	13.75	20.75	13.75	19.35	C28/35	Pareti vasca direzione Y		0	No	
T6	0.3	Centro	11.25	2.65	16.25	2.65	C28/35	Pareti vasca direzione X		0	No	
T1	0.5	Centro	27.5	20.75	0	20.75	C28/35	Pareti vasca direzione X		0	No	
T1	0.5	Centro	0.25	21	0.25	2.65	C28/35	Pareti vasca direzione Y		0	No	
T9	0.4	Centro	7.6	26	7.6	20.75	C28/35			0	No	W5
T9	0.4	Centro	19.9	20.75	19.9	26	C28/35			0	No	W6
T9	0.4	Centro	20.1	25.8	7.4	25.8	C28/35			0	No	W7
T5	0.3	Centro	11.25	19.35	16.25	19.35	C28/35	Pareti vano paratoie		0	No	W3, W4
T5	0.3	Centro	11.4	20.75	11.4	19.2	C28/35	Pareti vano paratoie		0	No	
T5	0.3	Centro	16.1	19.2	16.1	20.75	C28/35	Pareti vano paratoie		0	No	

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		Rev.	Data
			00	Set. 2023
			Pag. 107 di 247	

7.4.7 Aperture su pareti

Desc.: descrizione breve dell'apertura utilizzata dalle pareti.

Tr.: riferimento al tronco indicante la quota inferiore e superiore.

Sp.: spessore misurato in direzione ortogonale al piano medio dell'elemento. [m]

P.i.: posizione del punto di inserimento rispetto ad una sezione verticale, vista dal punto iniziale verso il punto finale.

Porta: apertura fino al pavimento o presenza della chiusura inferiore.

Architrave: presenza della chiusura superiore o apertura fino al soffitto.

Larghezza: larghezza della finestra. [m]

Altezza: altezza della finestra. [m]

Dist.inf.: distanza dalla quota inferiore. [m]

Dist.lat.: distanza dal punto di riferimento. [m]

Punto di rif.: primo punto di riferimento in pianta.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Punto di dir.: secondo punto in pianta che, in coppia col punto di riferimento, definisce la direzione e quindi il piano verticale su cui giace l'apertura.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Desc.	Tr.	Sp.	P.i.	Tipologia	Dist.lat.	Architrave	Porta	Punto di rif.		Punto di dir.	
								X	Y	X	Y
W1	T3	0.5	Centro	Ellisse; 0.45; 0.45; Default (0.5)	1.2	Si	No	11.25	0.25	13.75	0.25
W2	T3	0.5	Centro	Ellisse; 0.4; 0.4; Default (0.5)	1.2	Si	No	16.25	0.25	13.75	0.25
W5	T9	0.4	Centro	Rettangolare; 3; 2.8	0.25	Si	Si	7.6	20.75	7.6	25.8
W6	T9	0.4	Centro	Rettangolare; 3; 2.8	0.25	Si	Si	19.9	20.75	19.9	25.8
W7	T9	0.4	Centro	Rettangolare; 3; 2.8	0.25	Si	Si	15.5	25.8	10.45	25.8
W3	T5	0.3	Centro	Rettangolare; 1.95; 0.6	0.3	Si	No	11.25	19.35	13.5	19.35
W4	T5	0.3	Centro	Rettangolare; 1.95; 0.6	0.3	Si	No	16.25	19.35	14	19.35

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		
		<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		Pag. 108 di 247	

7.4.8 Carichi concentrati

7.4.8.1 Carichi concentrati di piano

Carico: riferimento alla definizione di un carico concentrato.

Liv.: quota di inserimento espressa con notazione breve esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Punto: punto di inserimento.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Estradosso: distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [m]

<i>Carico</i>	<i>Liv.</i>	<i>Punto</i>		<i>Estradosso</i>
		<i>X</i>	<i>Y</i>	
Sedimentatore meccanico	L6	8.55	24.451	0
Sedimentatore meccanico	L6	12.15	24.451	0
Sedimentatore meccanico	L6	12.15	22.501	0
Sedimentatore meccanico	L6	8.55	22.501	0
Sedimentatore meccanico	L6	10.35	23.476	0
Sedimentatore meccanico	L6	18.95	24.451	0
Sedimentatore meccanico	L6	15.35	24.451	0
Sedimentatore meccanico	L6	15.35	22.501	0
Sedimentatore meccanico	L6	18.95	22.501	0
Sedimentatore meccanico	L6	17.15	23.476	0

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 109 di 247	

7.4.9 Carichi superficiali

7.4.9.1 Carichi superficiali di piano

Carico: riferimento alla definizione di un carico di superficie.

Solaio: caratteristiche dell'eventuale solaio.

Liv.: quota di inserimento espressa con notazione breve esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Punti: punti di definizione in pianta.

Indice: indice del punto corrente nell'insieme dei punti di definizione dell'elemento.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Estr.: distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [m]

Angolo: direzione delle nervature che trasmettono il carico. Angolo misurato dal semiasse positivo delle ascisse in verso antiorario. [deg]

Comp.: descrizione sintetica del comportamento del carico superficiale o, nel caso di comportamento membranale, riferimento alla descrizione analitica della membrana.

Fori: riferimenti a tutti gli elementi che forano il carico superficiale.

Carico	Solaio	Liv.	Punti			Estr.	Angolo	Comp.	Fori
			Indice	X	Y				
Grigliato		L6	1	14.95	0.25	0	90		
			2	14.95	2.65				
			3	12.55	2.65				
			4	12.55	0.25				
Grigliato		L6	1	11.4	20.75	0	270		
			2	11.4	19.35				
			3	16.1	19.35				
			4	16.1	20.75				

7.4.9.2 Carichi superficiali di falda

Carico: riferimento alla definizione di un carico di superficie.

Solaio: caratteristiche dell'eventuale solaio.

Falda: quota di inserimento espressa con notazione breve esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Punti: punti di definizione in pianta.

Indice: indice del punto corrente nell'insieme dei punti di definizione dell'elemento.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Estr.: distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [m]

Angolo: direzione delle nervature che trasmettono il carico. Angolo misurato dal semiasse positivo delle ascisse in verso antiorario. [deg]

Comp.: descrizione sintetica del comportamento del carico superficiale o, nel caso di comportamento membranale, riferimento alla descrizione analitica della membrana.

Fori: riferimenti a tutti gli elementi che forano il carico superficiale.

Carico	Solaio	Falda	Punti			Estr.	Angolo	Comp.	Fori
			Indice	X	Y				
Grigliato		F1	1	26.1	21.233	0	90		
			2	26.1	22.098				
			3	19.9	22.098				
			4	19.9	21.233				

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>								Rev.	Data
									00	Set. 2023
									Pag. 110 di 247	

7.4.10 Carichi terreno

7.4.10.1 Carichi terreno di piano

Liv.: quota superiore del punto di inserimento iniziale. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Q. lim. inf.: quota limite inferiore del diagramma di spinta. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

P.ini.: punto di inserimento iniziale.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

P.fin.: punto di inserimento finale.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Dim.: dimensione del simbolo. [m]

Pos.: posizione del terreno rispetto ai due punti di definizione.

Ang.: angolo di inclinazione, rispetto l'orizzontale, del profilo superiore del terreno nella direzione normale alla parete. [deg]

Terreno: riferimento alla definizione di un terreno.

Metodo spinta terra: metodo di valutazione della spinta del terreno: "Spinta a riposo Ko + Wood" per muri rigidamente vincolati; "Mononobe-Okabe" per muri liberi al piede.

Distr. sp. sism.: distribuzione della spinta sismica del terreno: "Costante" per muri rigidamente vincolati; "Litostatico", "Litostatico inverso" per muri liberi al piede.

Coeff. Bm: coefficiente Bm di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito. Per muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno o in presenza di terreni non coesivi saturi, il coefficiente Bm assume valore unitario. Il valore è adimensionale.

Falda: permette di definire l'eventuale falda freatica.

Sovr.: riferimento alla definizione di un carico di superficie, pensato uniformemente distribuito al di sopra del terreno. Accetta anche il valore "Nessuno".

Liv.	Q. lim. inf.	P.ini.		P.fin.		Dim.	Pos.	Ang.	Terreno	Metodo spinta terra	Distr. sp. sism.	Falda	Sovr.
		X	Y	X	Y								
L3		0	0	0	21	Default (1)	Sinistra	0	Orizzonte A_L'Aquila-Sassa	Spinta a riposo Ko + Wood	Costante		Sovraccarico mezzi
L3		27.5	0	0	0	Default (1)	Sinistra	0	Orizzonte A_L'Aquila-Sassa	Spinta a riposo Ko + Wood	Costante		Sovraccarico mezzi
L3		27.5	0	27.5	21	Default (1)	Destra	0	Orizzonte A_L'Aquila-Sassa	Spinta a riposo Ko + Wood	Costante		Sovraccarico mezzi
L3		27.494	21	0	21	Default (1)	Destra	0	Orizzonte A_L'Aquila-Sassa	Spinta a riposo Ko + Wood	Costante		Sovraccarico mezzi

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		
		Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 111 di 247	

7.4.11 Fori su piastre e carichi superficiali

7.4.11.1 Fori di piano

Desc.: descrizione breve del foro utilizzata dagli elementi forabili come piastre e carichi superficiali.

Quota: quota di inserimento esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Livello: quota di inserimento espressa con notazione breve esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Estradosso: distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [m]

Spessore: spessore misurato in direzione ortogonale al piano medio dell'elemento. [m]

Punti: punti di definizione in pianta.

Indice: indice del punto corrente nell'insieme dei punti di definizione dell'elemento.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Serramento: considera la presenza di un serramento, ai fini della trasmissione del vento agente sull'elemento forato.

Desc.	Quota	Livello	Estradosso	Spessore	Punti			Serramento
					Indice	X	Y	
H1	Livello coronamento	L6	0	0.3	1	10.2	21.9	No
					2	10.8	21.9	
					3	10.8	22.5	
					4	10.2	22.5	
H2	Livello coronamento	L6	0	0.3	1	17.3	22.5	No
					2	16.7	22.5	
					3	16.7	21.9	
					4	17.3	21.9	

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		
		<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		<i>Pag. 112 di 247</i>	

7.5 *Modello ad elementi finiti*

In questo capitolo vengono descritte le caratteristiche salienti della modellazione agli elementi finiti (*FEM*) della struttura e viene riportato un riepilogo degli elementi generali dell’analisi svolta.

I tabulati relativi alla modellazione sono riportati nell’**Allegato “Tabulati di calcolo strutturale”**.

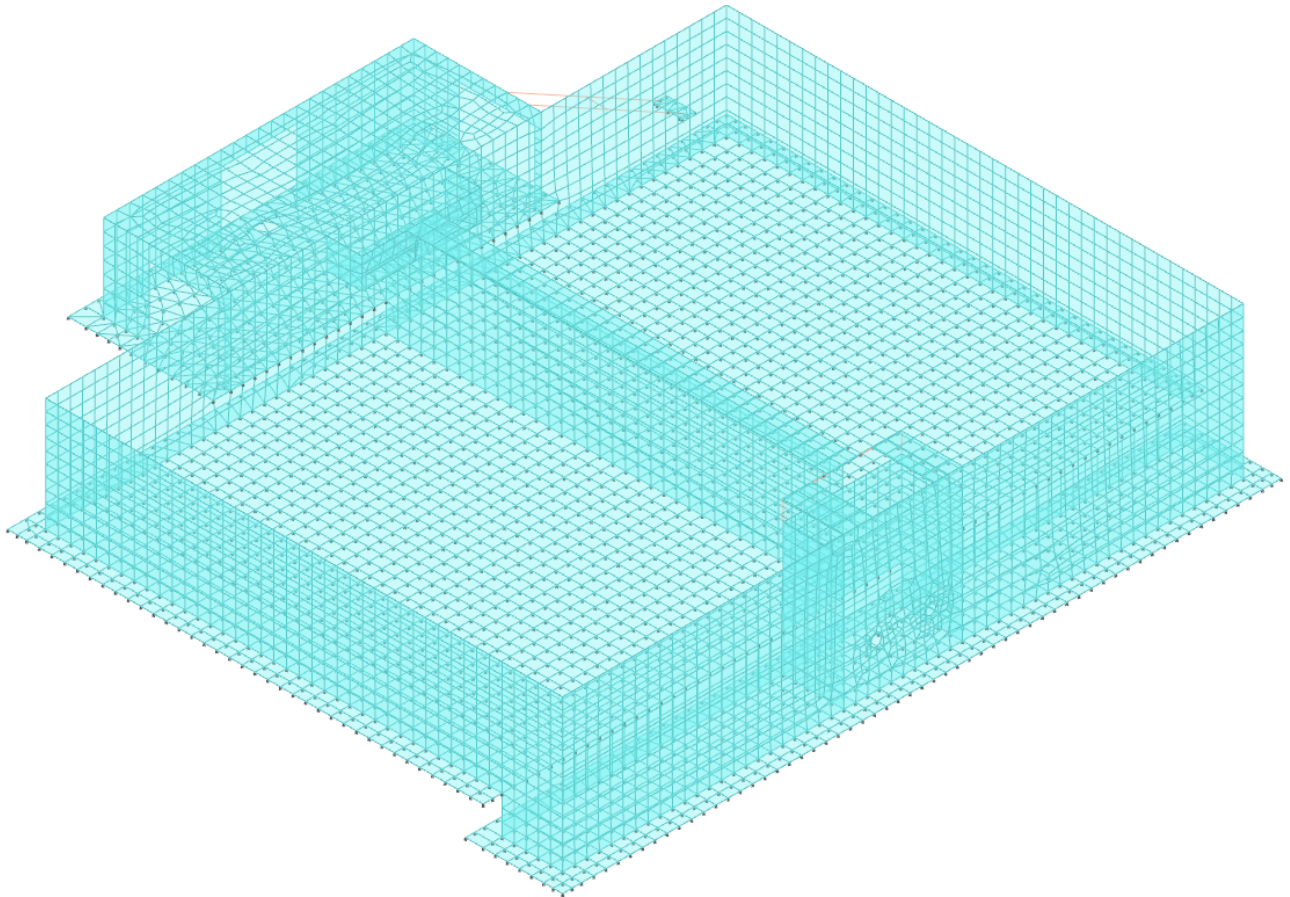


Figura 7-8 - Modello FEM, vista 1

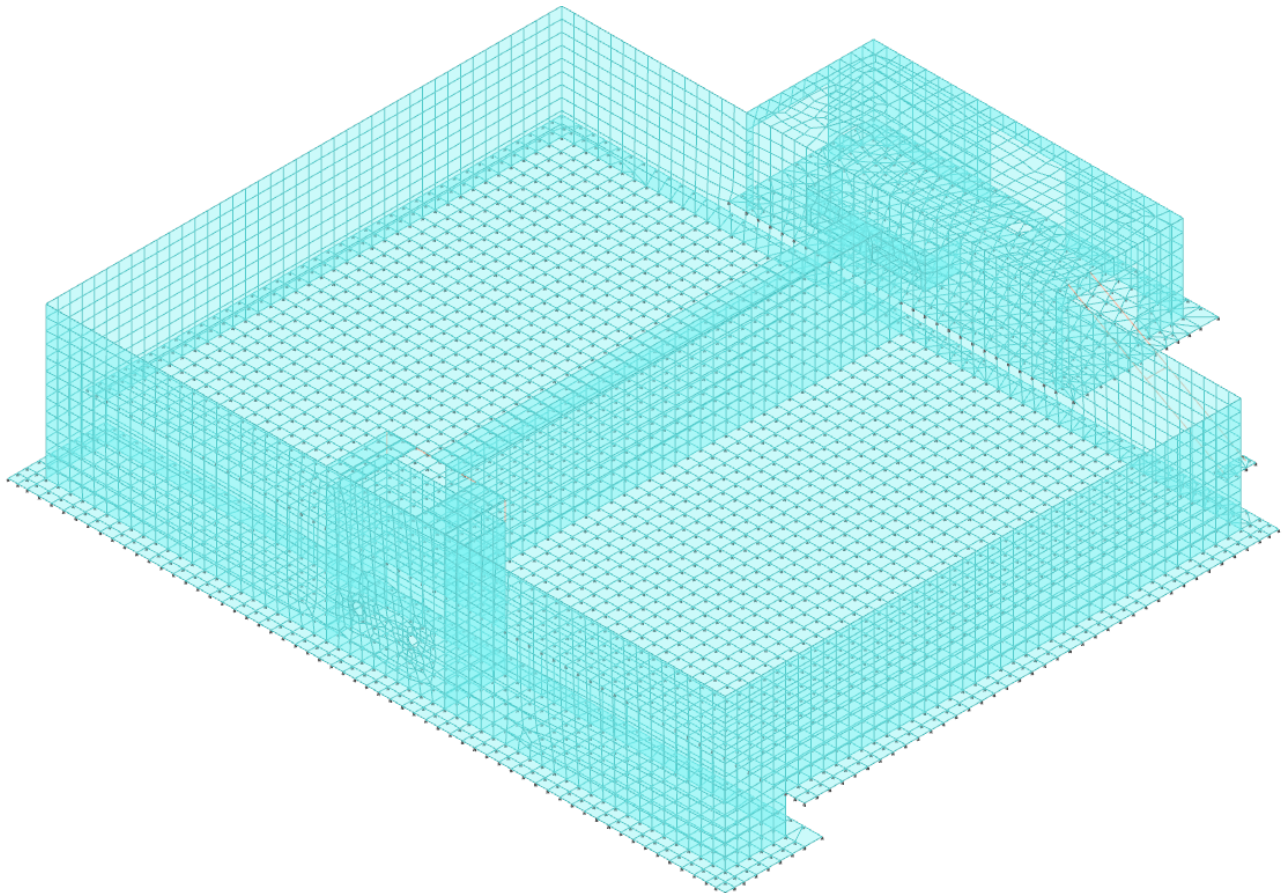
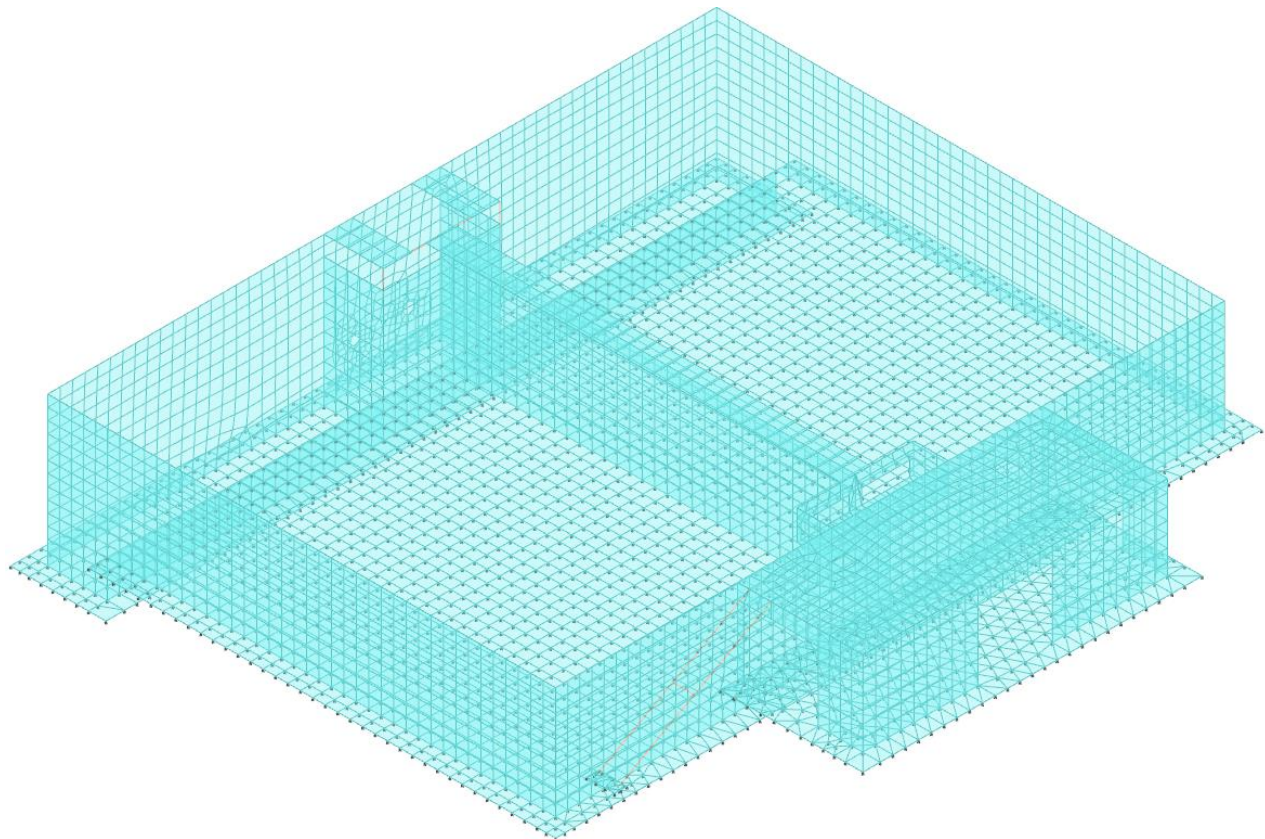


Figura 7-9 - Modello FEM, vista 2



<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		
		<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		Pag. 114 di 247	

Figura 7-10 - Modello FEM, vista 3

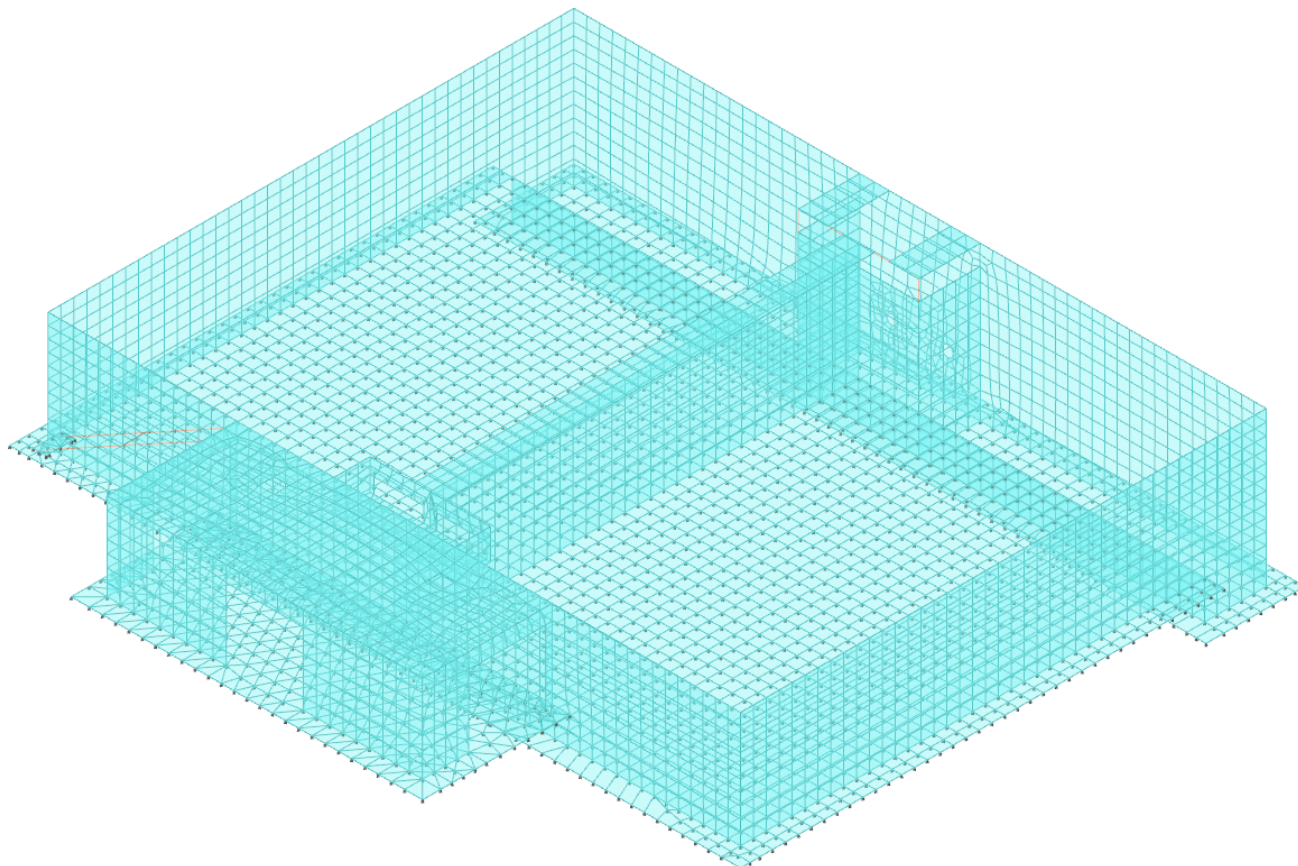


Figura 7-11 - Modello FEM, vista 4

Le platee di fondazione sono state modellate attraverso elementi bidimensionali tipo *shell* su letto di molle (secondo la *teoria di Winkler*). Ciascuna *shell* è stata modellata con le relative caratteristiche geometriche e meccaniche ed assegnando la stratigrafia del terreno desunta dalle indagini geognostiche, nonché il corrispondente valore di carico superficiale. Il valore della costante di Winkler verticale assunto in sede di modellazione è pari a:

$$k_{w \text{ vert.}} = 25.000 \text{ kN/m}^3$$

Le pareti in elevazione sono state modellate come elementi bidimensionali tipo *shell* con le relative caratteristiche geometriche e meccaniche ed assegnando a ciascun elemento la tipologia di carico corrispondente.

I pilastri che si ricavano nella parte sommitale del vano di uscita e la relativa trave di collegamento sommitale sono stati modellati attraverso elementi bidimensionali tipo *beam* con le relative caratteristiche geometriche e meccaniche.

Le solette in elevazione sono state modellate attraverso elementi bidimensionali tipo *shell* con le relative caratteristiche geometriche e meccaniche ed assegnando i corrispondenti valori di carico superficiale. In particolare, sulla soletta di copertura del vano di sedimentazione meccanica sono stati assegnati n.10 carichi concentrati corrispondenti agli scarichi dei piedi di appoggio dei due

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		<p>Rev. Data</p>
	<p>00</p>	<p>Set. 2023</p>	<p>Pag. 115 di 247</p>

sedimentatori meccanici (in ragione di n.5 carichi concentrati per ciascuna macchina) come evidenziato nella successiva Figura 7-12.

I grigliati di camminamento nonché i gradini della scala metallica esterna sono stati modellati in termini di *massa*: infatti, ciascun elemento è stato modellato attraverso un opportuno carico superficiale al quale è stata attribuita l’effettiva direzione di tessitura come mostrato nella successiva Figura 7-13.

I profilati in acciaio che sostengono la scala esterna sono stati modellati attraverso elementi bidimensionali tipo *beam* con le relative caratteristiche geometriche e meccaniche.

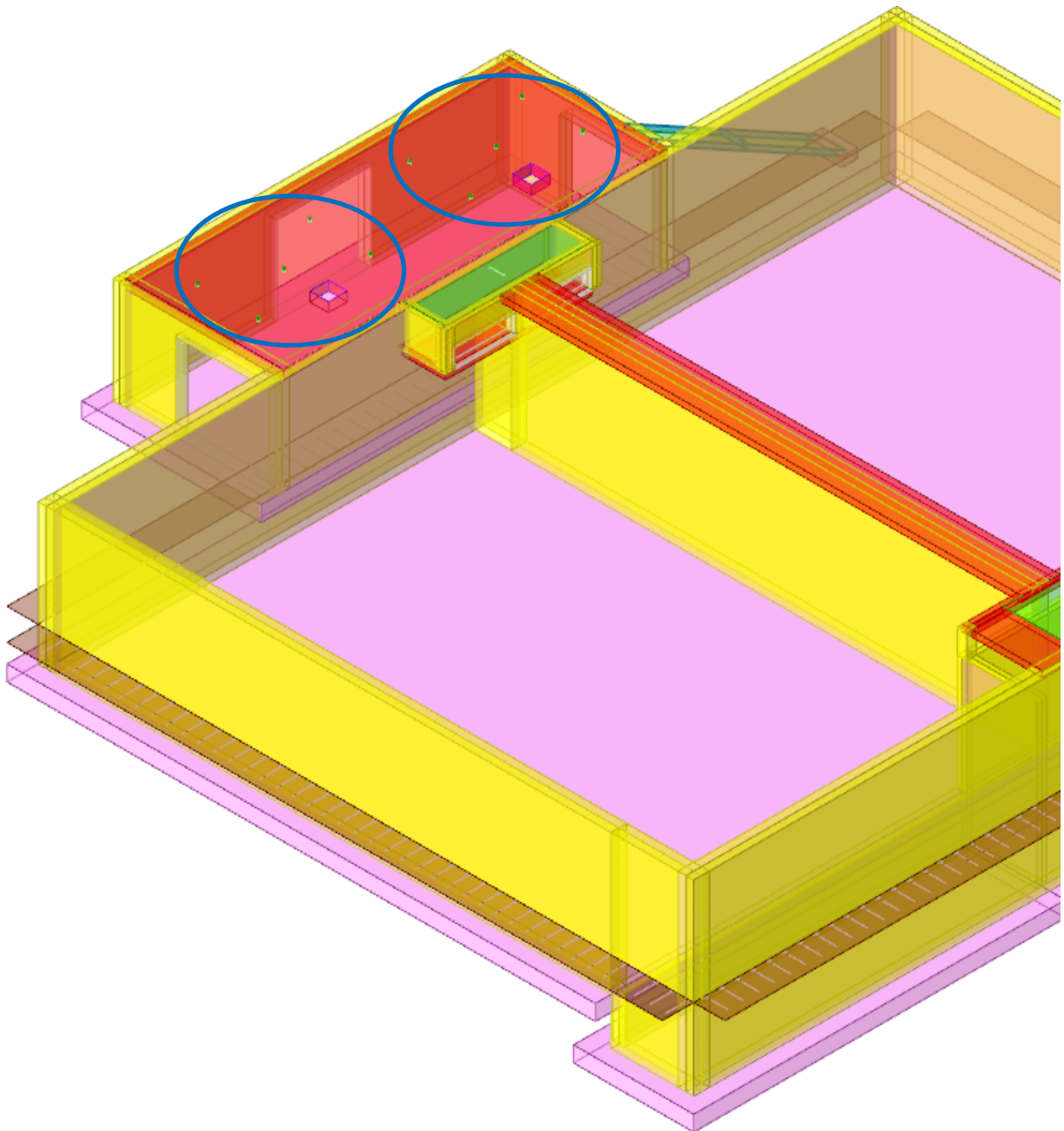


Figura 7-12 - Carichi concentrati dovuti agli scarichi dei sedimentatori meccanici

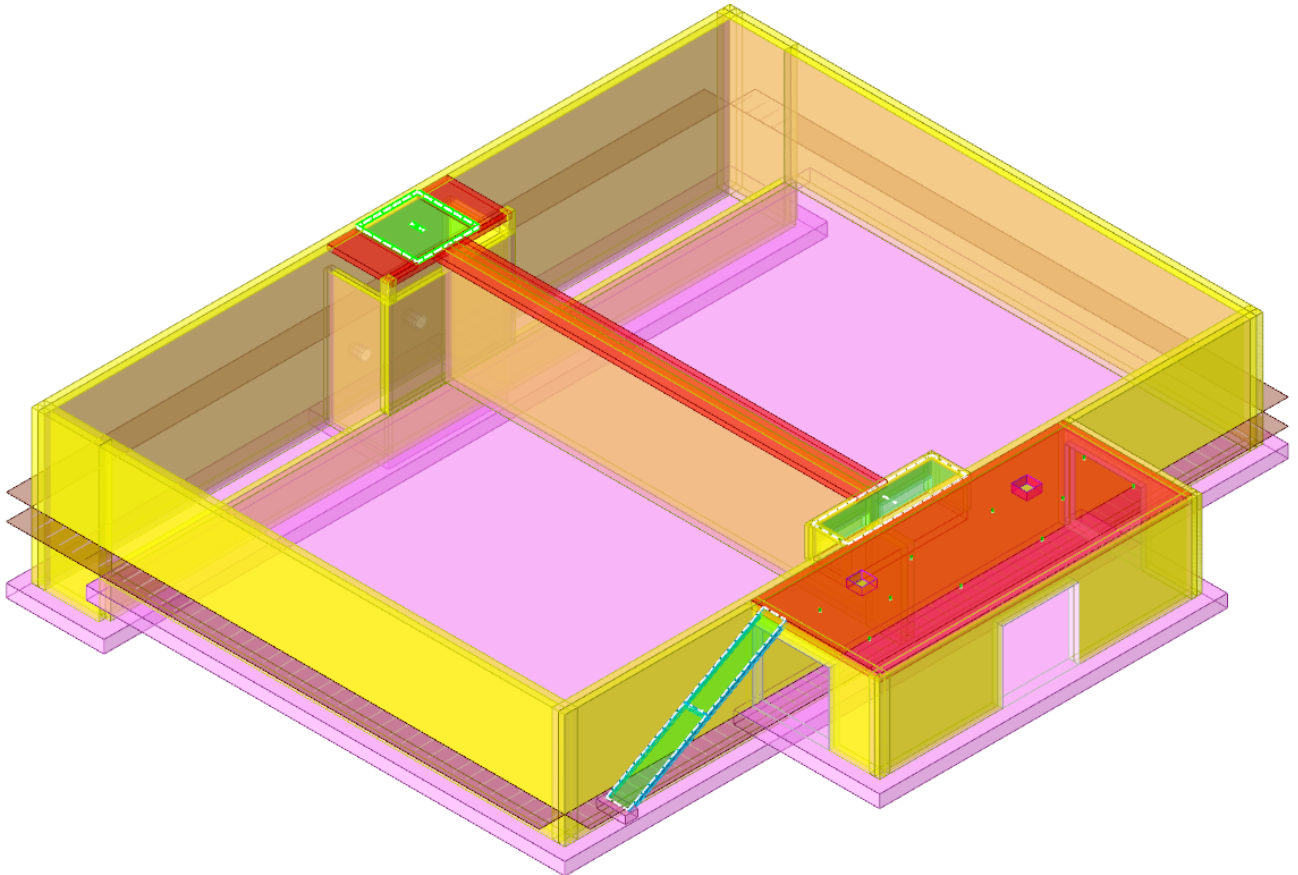


Figura 7-13 - Modellazione dei carichi corrispondenti ai grigliati

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 117 di 247	

7.5.1 Preferenze di analisi

Metodo di analisi	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Tipo di costruzione	2
V _N	50 anni
Classe d'uso	III
V _R	75 anni
Tipo di analisi	Lineare dinamica
Località	L'Aquila, Palombaia Di Sassa Latitudine: ED50 42,3649° (42° 21' 54") Longitudine: ED50 13,3236° (13° 19' 25") Altitudine s.l.m.: 654,61 m
Categoria del suolo	C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti
Categoria topografica	T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
Smorzamento viscoso (%)	5
Classe di duttilità	Non dissipativa
Rotazione del sisma	0 [deg]
Quota dello '0' sismico	-1.10 [m]
Regolarità in pianta	No
Regolarità in elevazione	No
Edificio C.A.	Sì
Tipologia C.A.	Strutture a pareti non accoppiate $q_0=3.0$
k _w	0.50
Edificio esistente	No
Altezza costruzione fuori terra	3.40 m
Numero modi	4
Metodo di Ritz	applicato
Fattore di comportamento per sisma SLO	1.00
Fattore di comportamento per sisma SLD X	1.00
Fattore di comportamento per sisma SLD Y	1.00
Fattore di comportamento per sisma SLV X	1.00
Fattore di comportamento per sisma SLV Y	1.00

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 118 di 247	

7.6 Risultati di calcolo

In questo capitolo vengono riportati graficamente i valori di sollecitazione ottenuti per gli elementi maggiormente sollecitati nonché le configurazioni deformate principali della struttura. I tabulati relativi alle sollecitazioni ed alle deformate sono riportati nell’**Allegato “Tabulati di calcolo strutturale”**.

L’azione sismica viene implementata attraverso un’**analisi dinamica lineare** con fattore di struttura. Ai sensi del §7.3.3.1 del D.M. 17/01/2018 è sufficiente considerare n.4 modi di vibrare della struttura al fine di eccitare almeno l’85% delle masse partecipanti.

7.6.1 Risposta modale

Modo: identificativo del modo di vibrare.

Periodo: periodo. [s]

Massa X: massa partecipante in direzione globale X. Il valore è adimensionale.

Massa Y: massa partecipante in direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

Massa Z: massa partecipante in direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

Massa rot X: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale X. Il valore è adimensionale.

Massa rot Y: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

Massa rot Z: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

Totale masse partecipanti:

Traslazione X: 0.983892

Traslazione Y: 0.912837

Traslazione Z: 0

Rotazione X: 0.658249

Rotazione Y: 0.661488

Rotazione Z: 0.681499

Modo	Periodo	Massa X	Massa Y	Massa Z	Massa rot. X	Massa rot. Y	Massa rot. Z	Massa sX	Massa sY
1	0.445947422	0.000000002	0.001252916	0	0.000876829	0.000000001	0.001313139	0.000000002	0.001252916
2	0.089840861	0.562385841	0.000008845	0	0.000010962	0.469531313	0.167251803	0.562385841	0.000008845
3	0.075847275	0.00000318	0.911573578	0	0.657357497	0.000002024	0.342058078	0.00000318	0.911573578
4	0.05398378	0.421502743	0.000002074	0	0.000003963	0.191954953	0.170876231	0.421502743	0.000002074

<i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		<i>Pag. 119 di 247</i>	

7.6.2 Configurazioni deformate principali

7.6.2.1 Spostamenti nodali estremi SLU

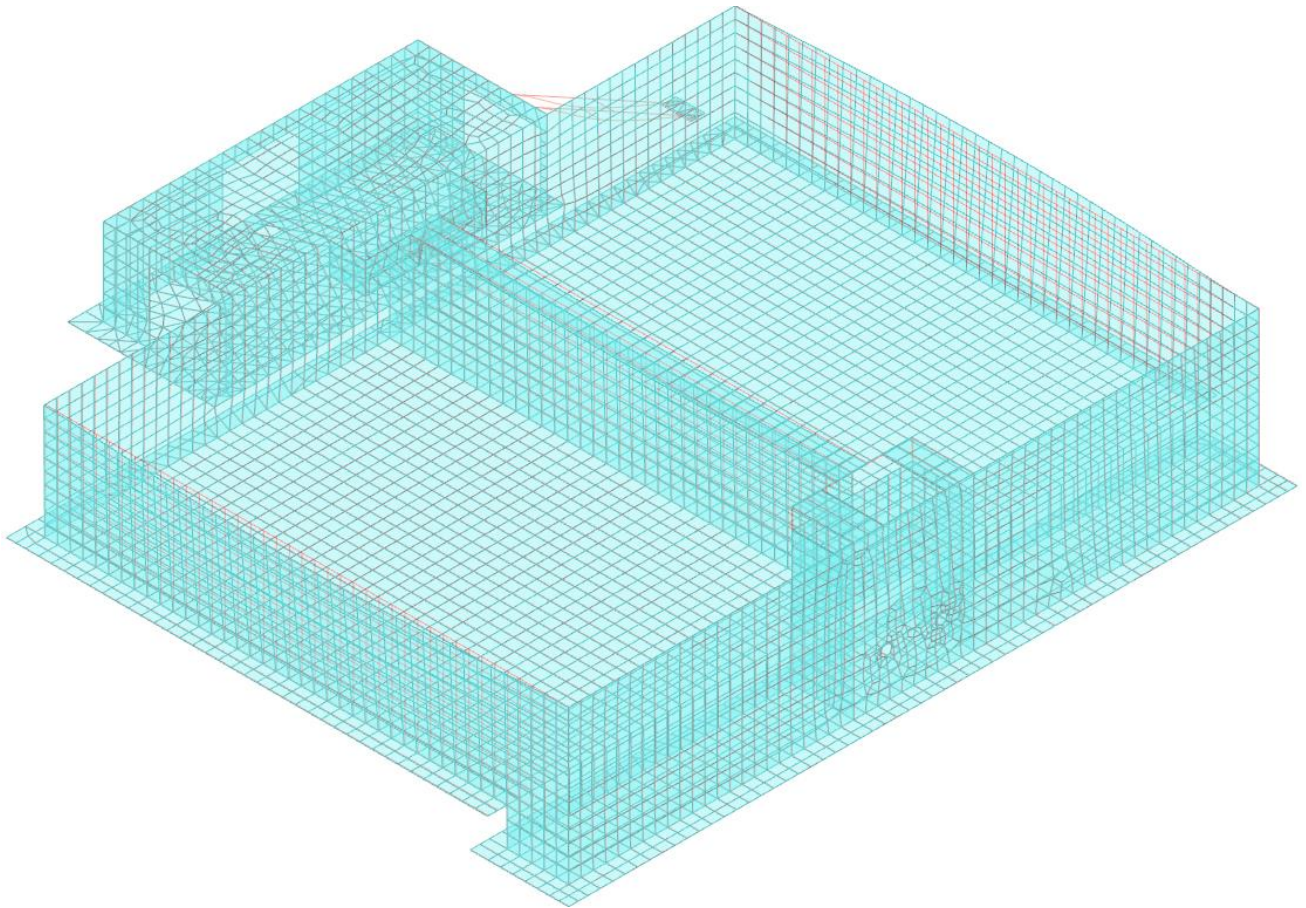


Figura 7-14 - Deformata in condizione SLU 4 direzione X

<i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		<i>Pag. 120 di 247</i>	

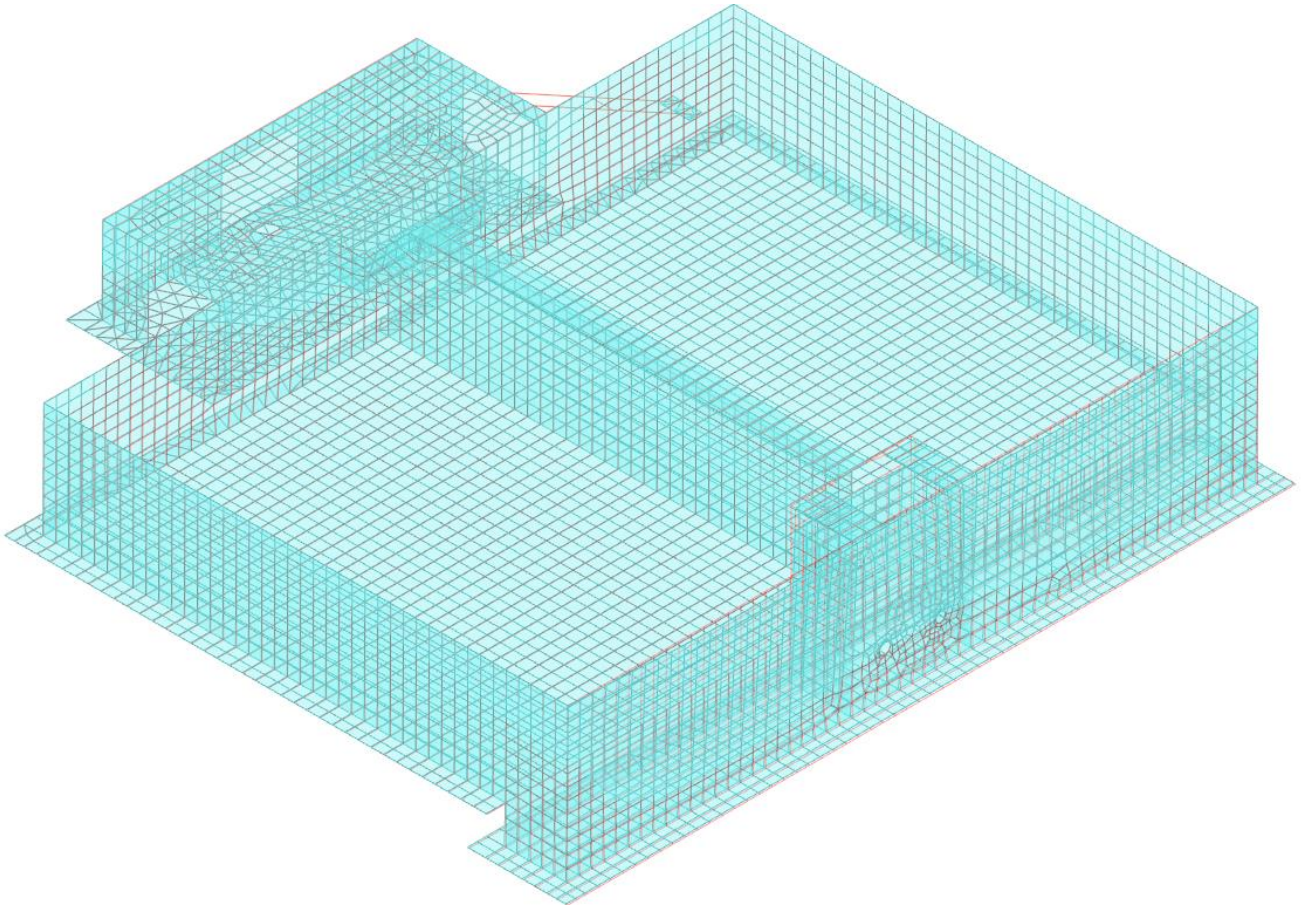


Figura 7-15 - Deformata in condizione SLU 1 direzione Y

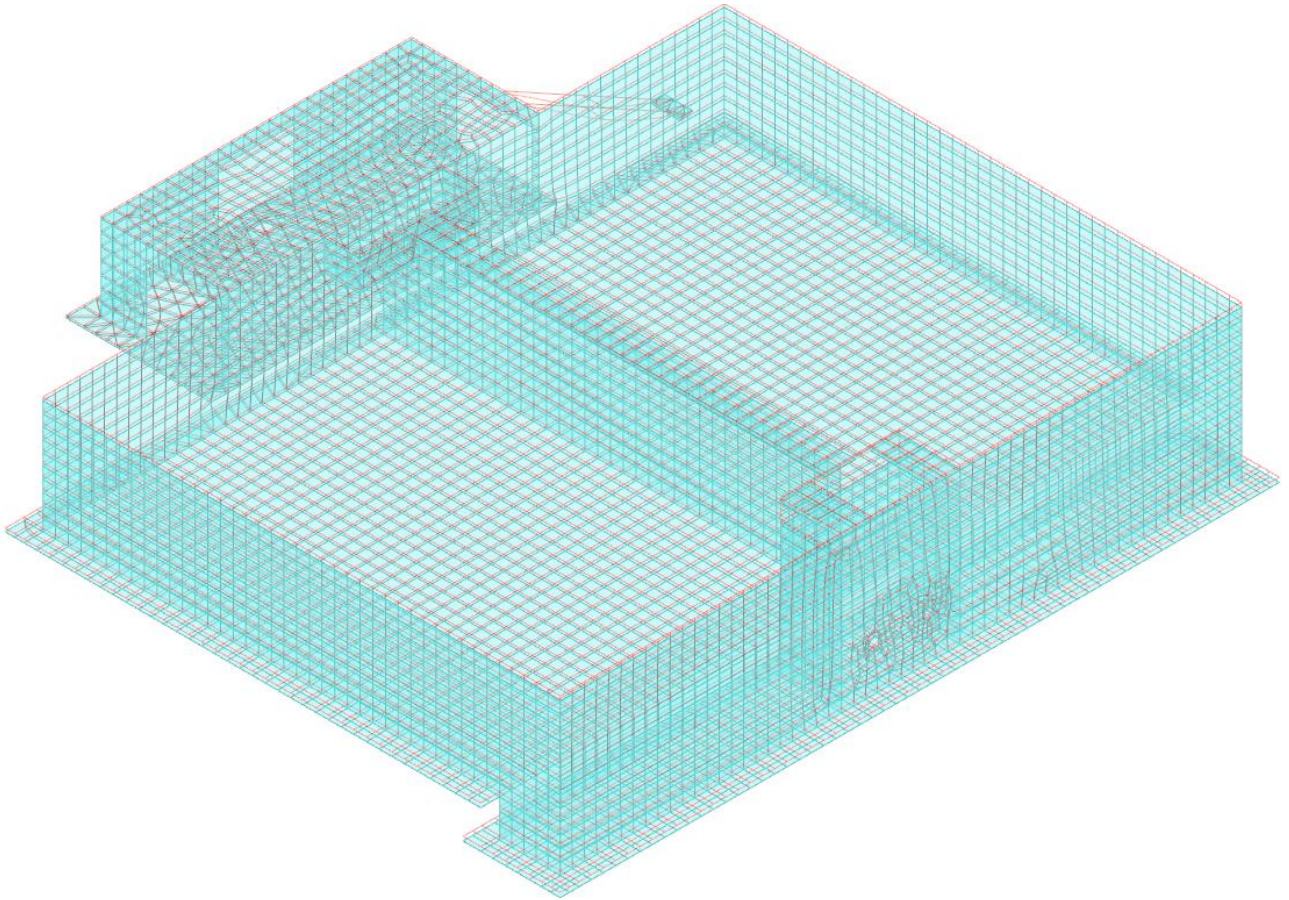


Figura 7-16 - Deformata in condizione SLU 7 direzione Z

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		
		<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		<i>Pag. 122 di 247</i>	

7.6.2.2 Spostamenti nodali estremi SLV

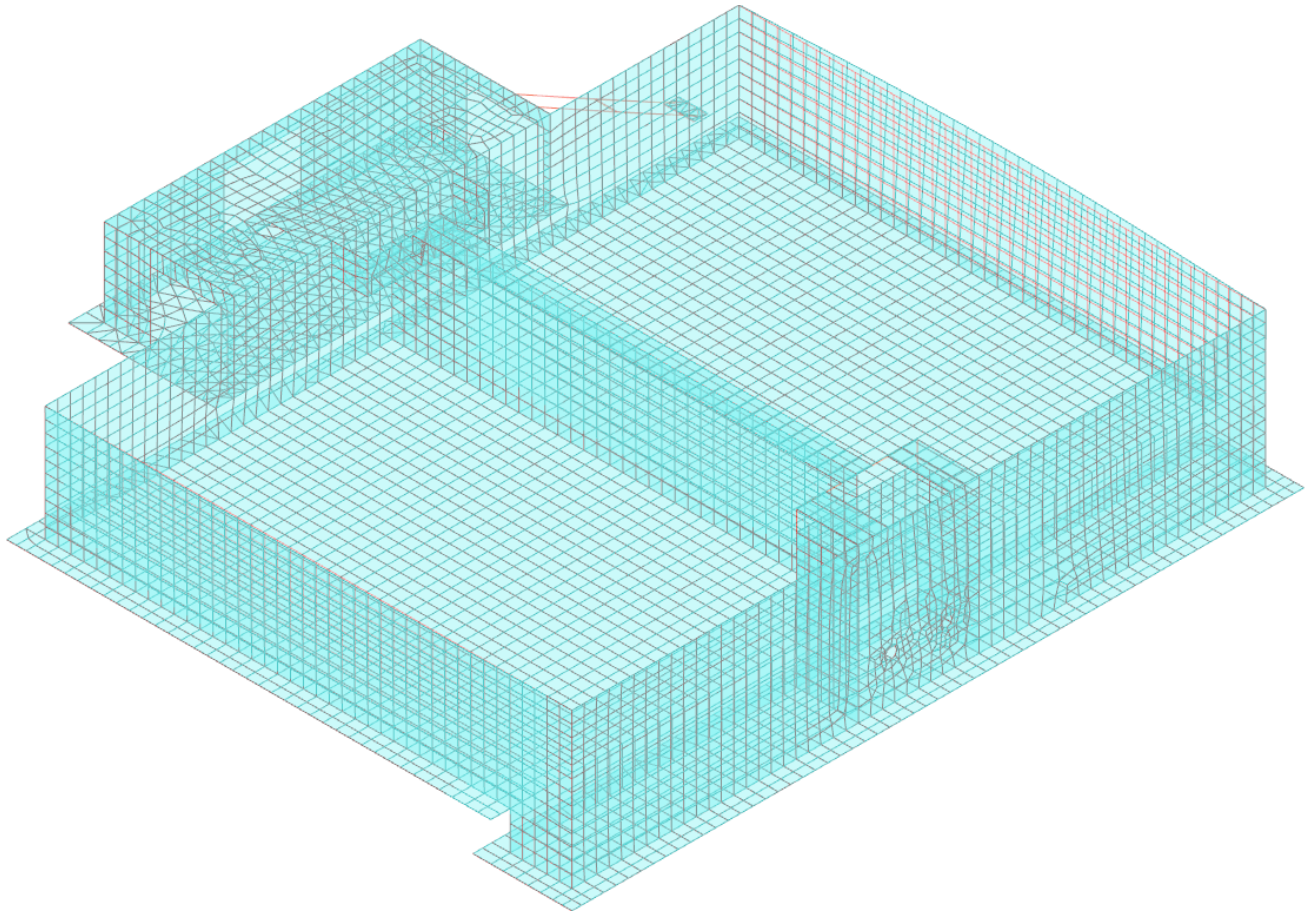


Figura 7-17 - Deformata in condizione SLV 13 direzione X

<i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		<i>Pag. 123 di 247</i>	

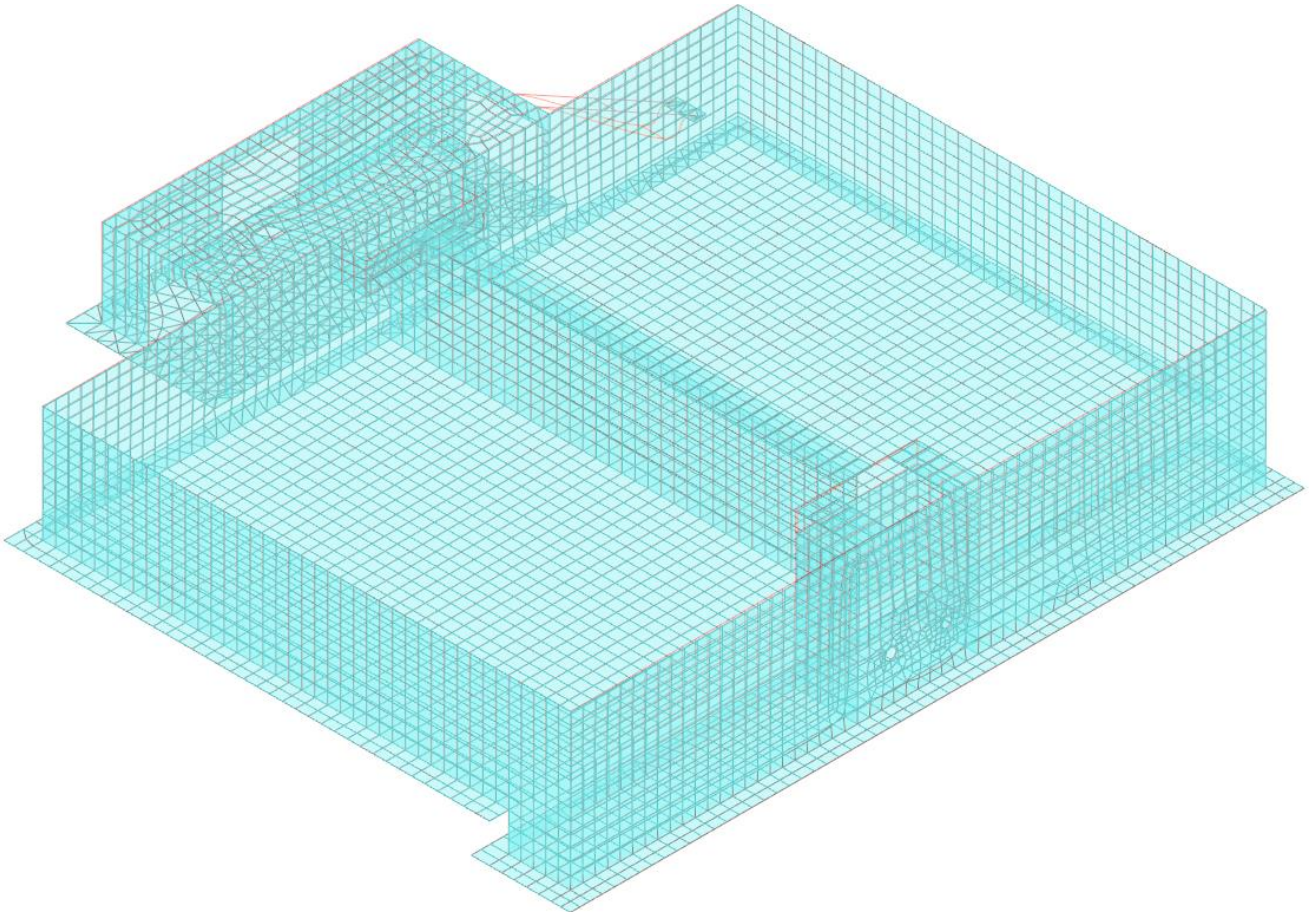


Figura 7-18 - Deformata in condizione SLV 9 direzione Y

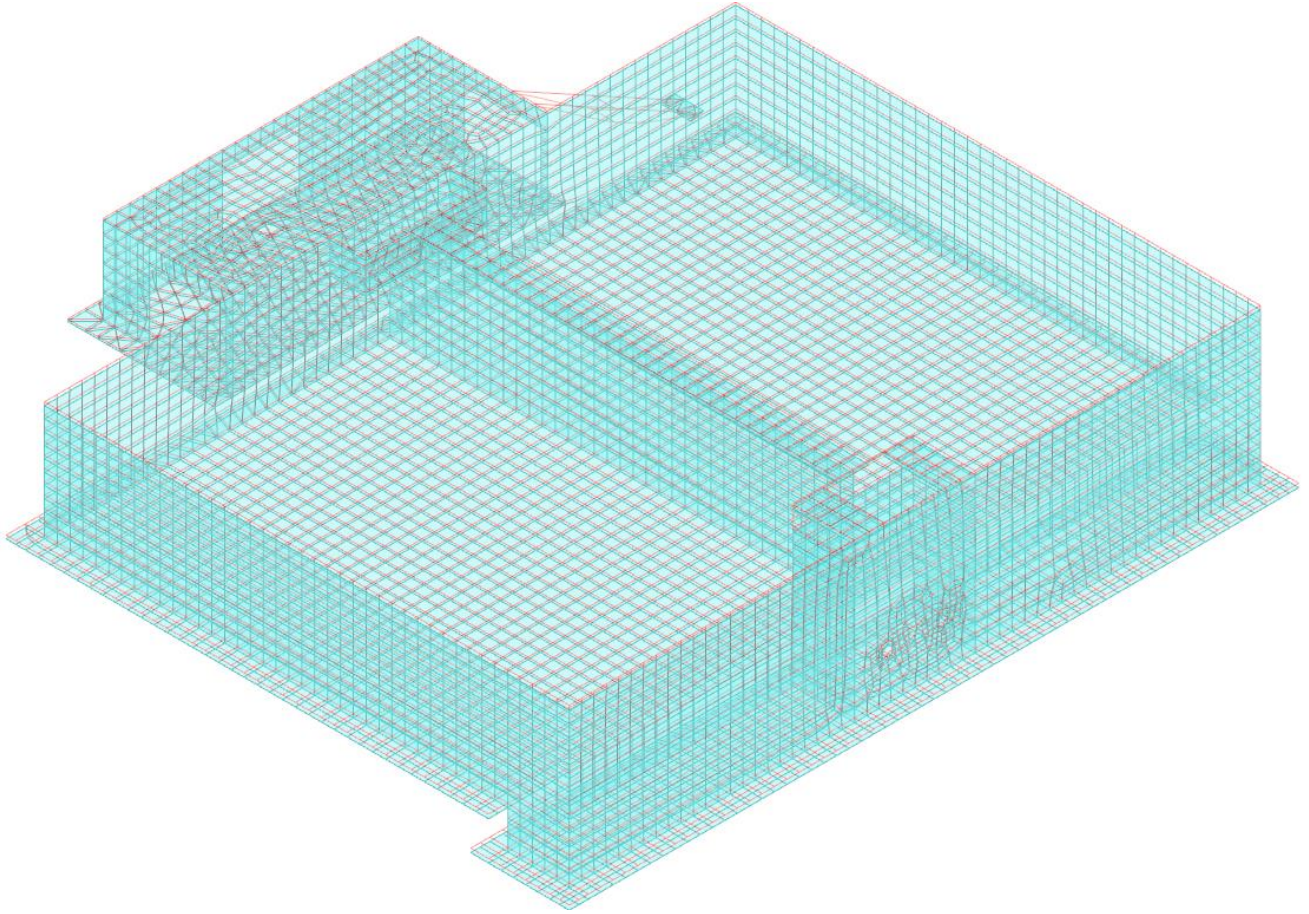


Figura 7-19 - Deformata in condizione SLV 3 direzione Z

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		
		<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		<i>Pag. 125 di 247</i>	

7.6.2.3 Spostamenti nodali estremi SLD

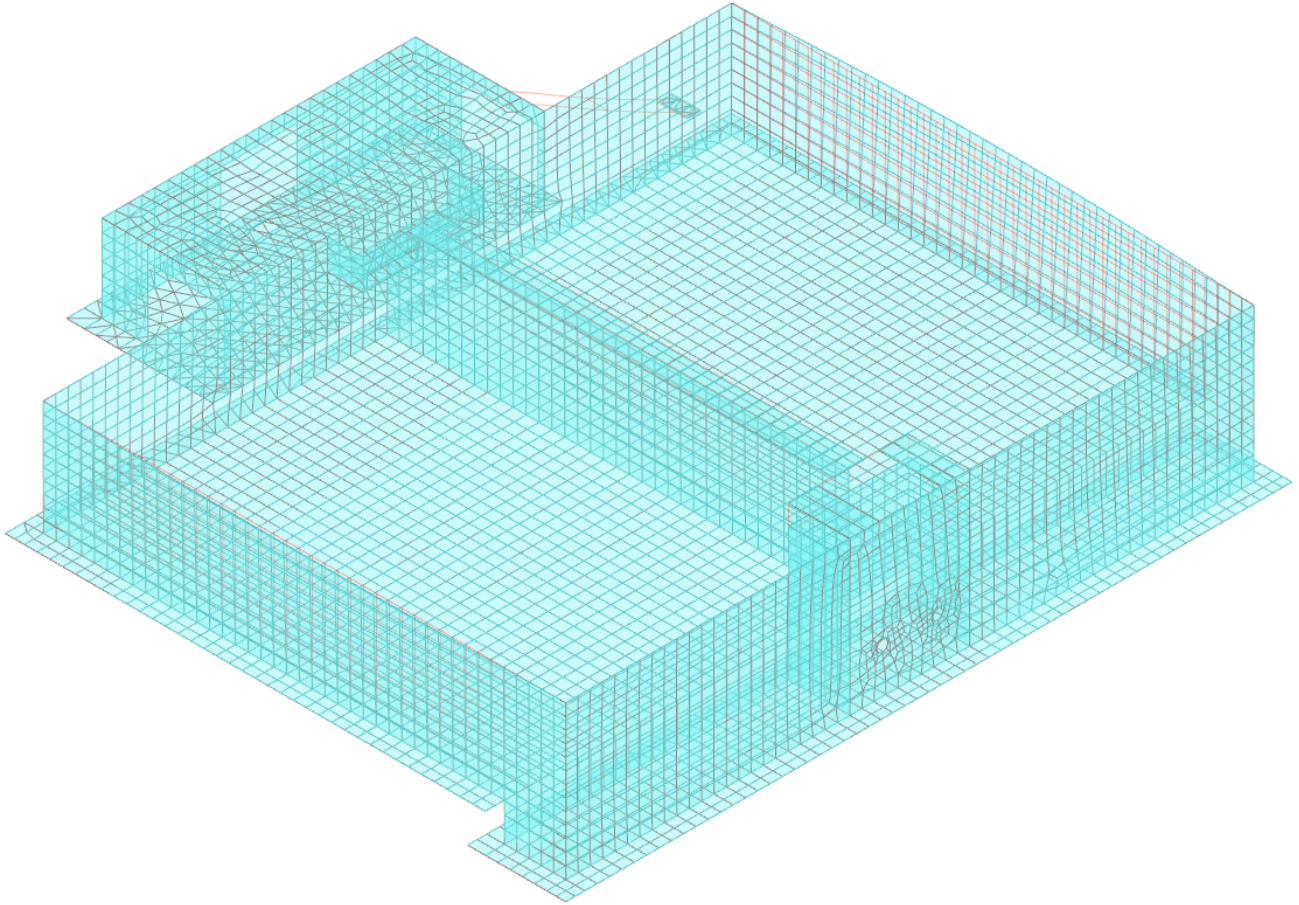


Figura 7-20 - Deformata in condizione SLD 13 direzione X

<i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		<i>Pag. 126 di 247</i>	

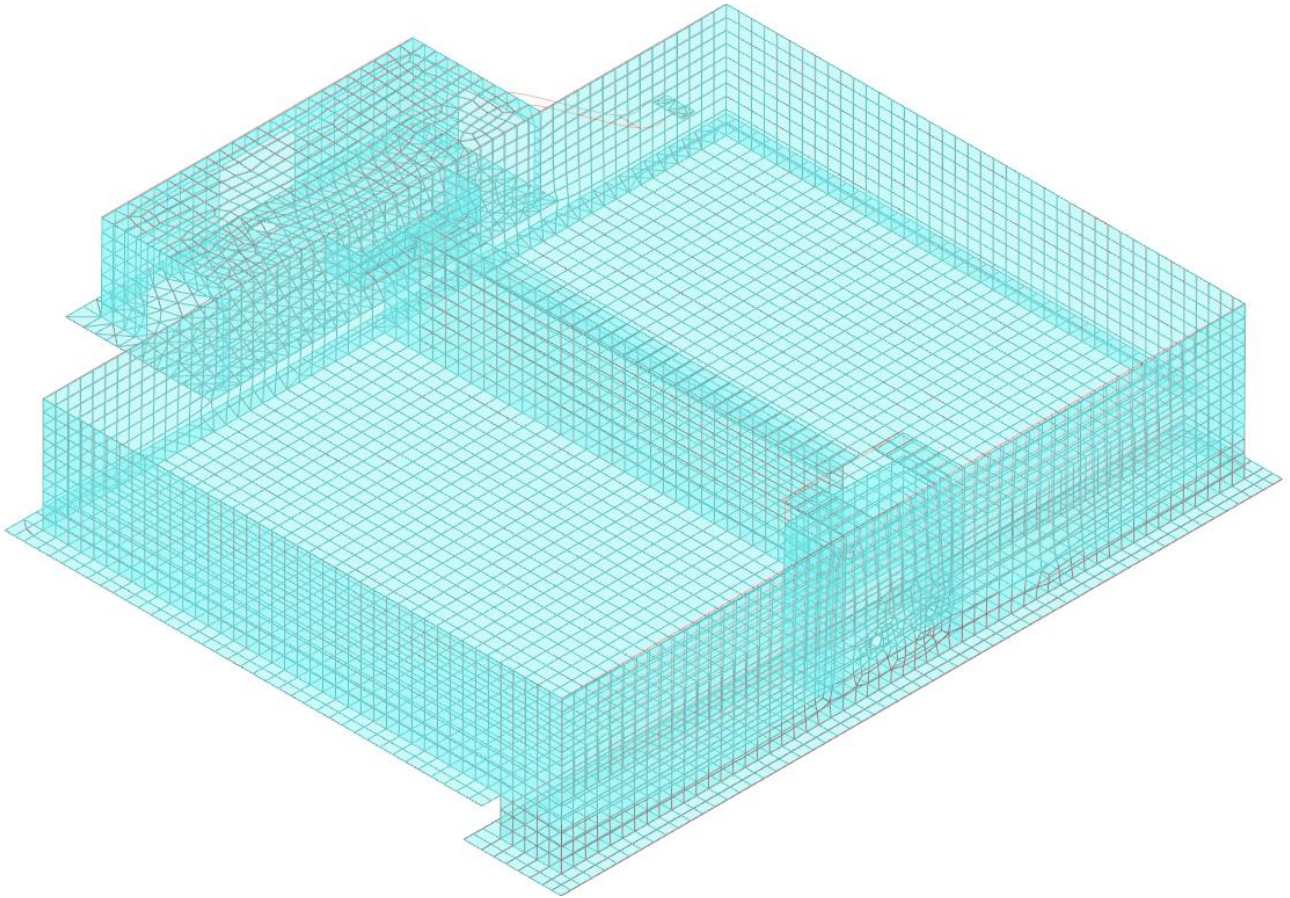


Figura 7-21 - Deformata in condizione SLD 9 direzione Y

<i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		<i>Pag. 127 di 247</i>	

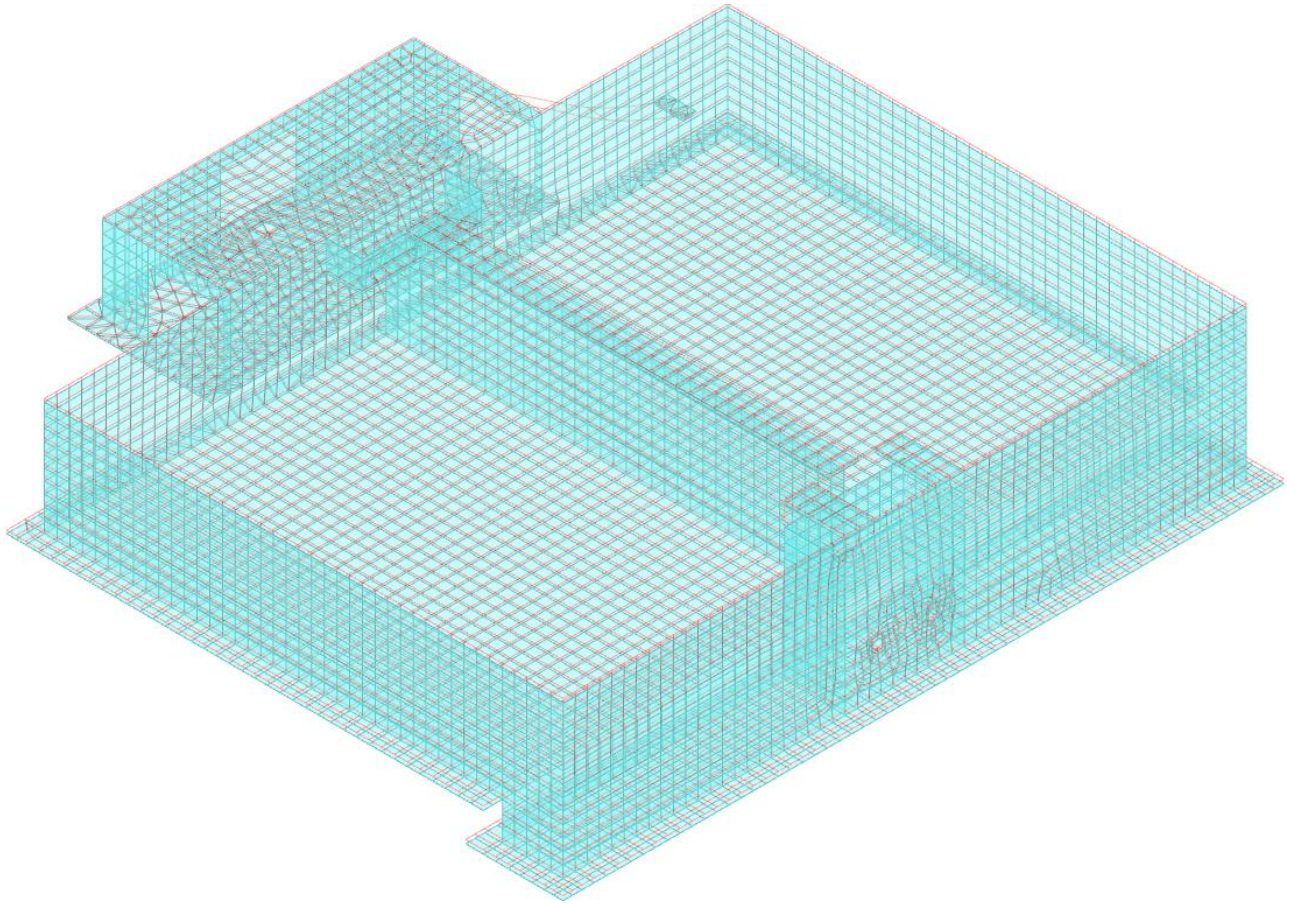


Figura 7-22 - Deformata in condizione SLD 3 direzione Z

7.6.3 Valori di sollecitazione

7.6.3.1 Sollecitazioni platee di fondazione e solette

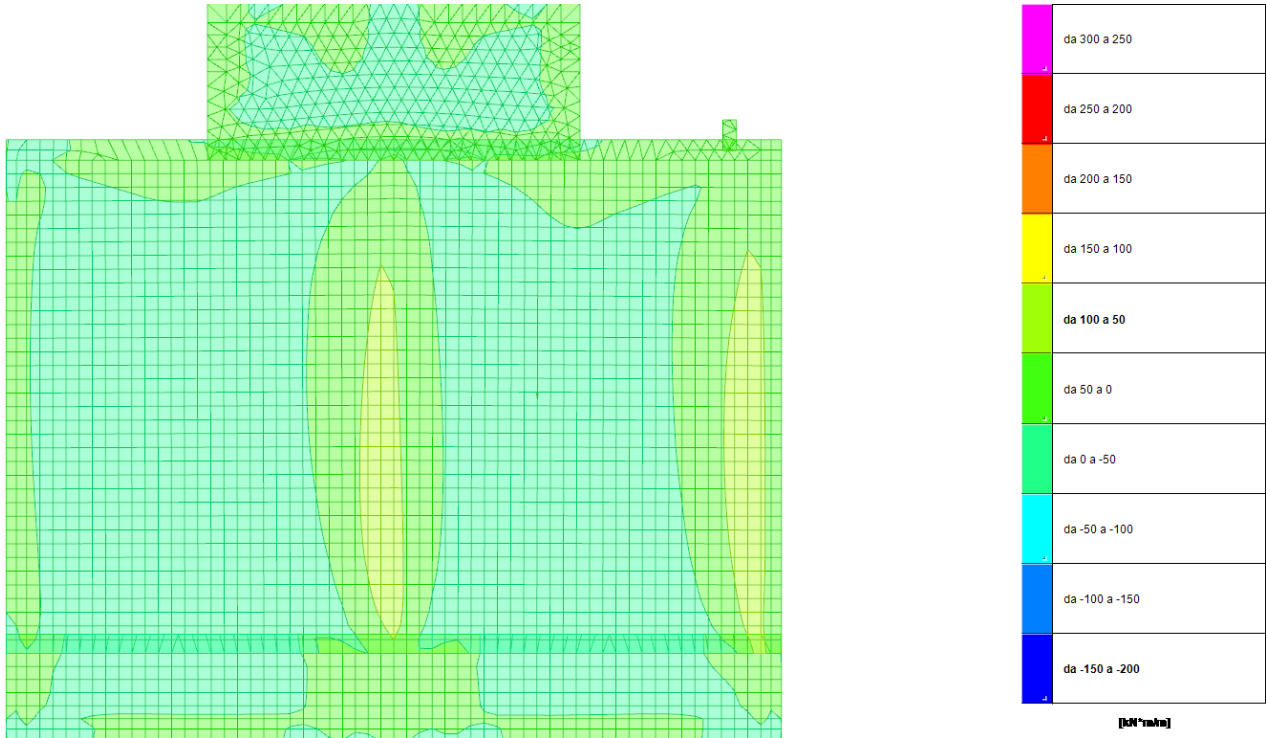


Figura 7-23 - Sollecitazione gusci Mxx massime, platee

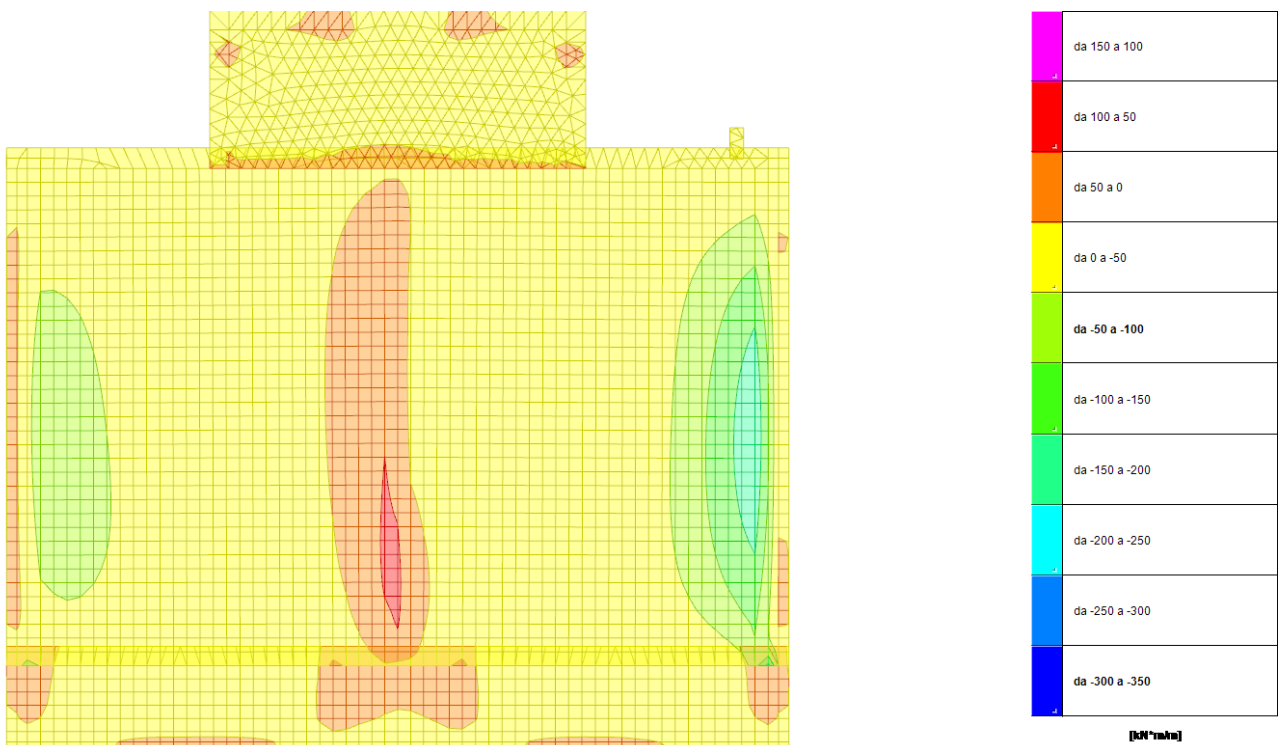


Figura 7-24 - Sollecitazione gusci Mxx minime, platee

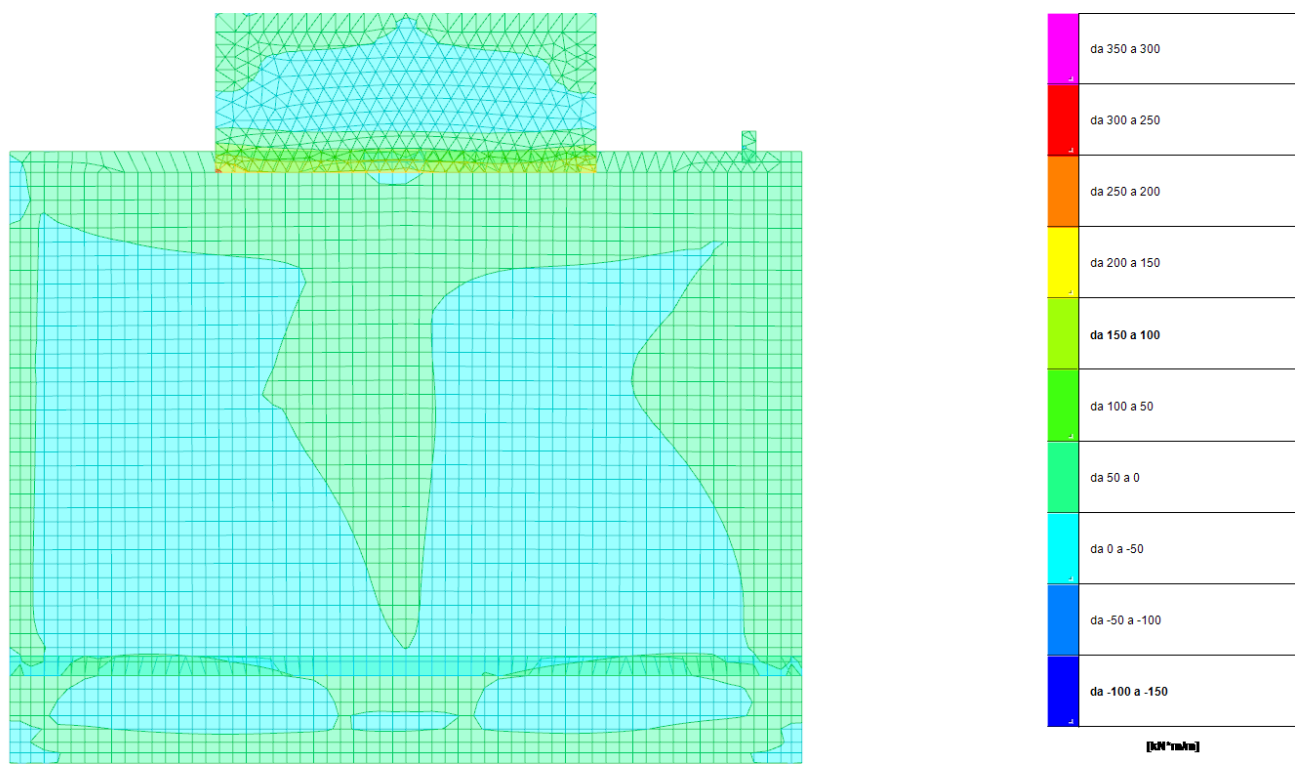


Figura 7-25 - Sollecitazione gusci Myy massime, platee

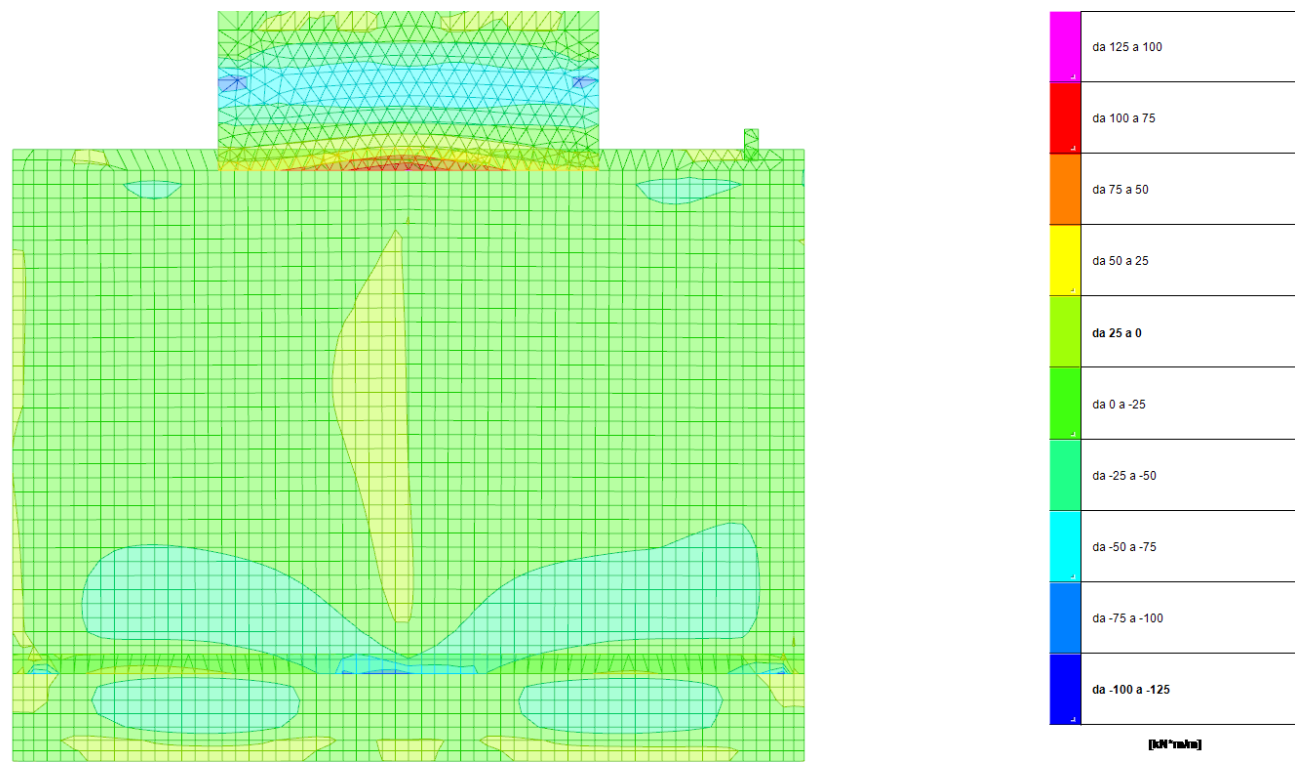
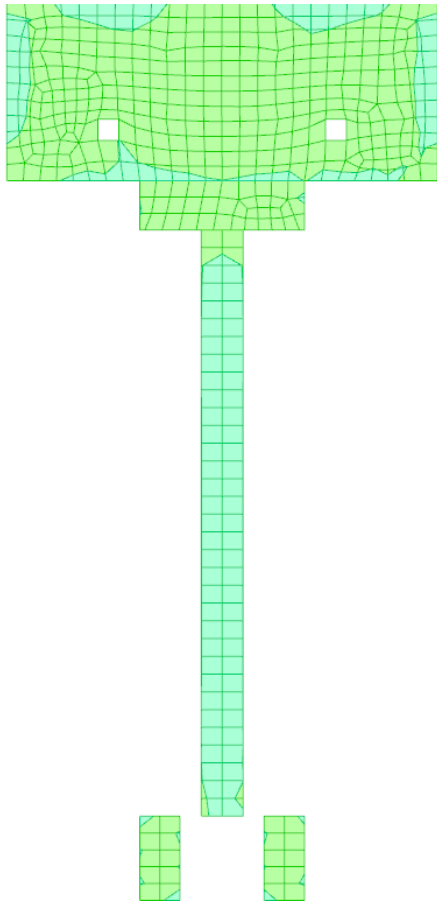


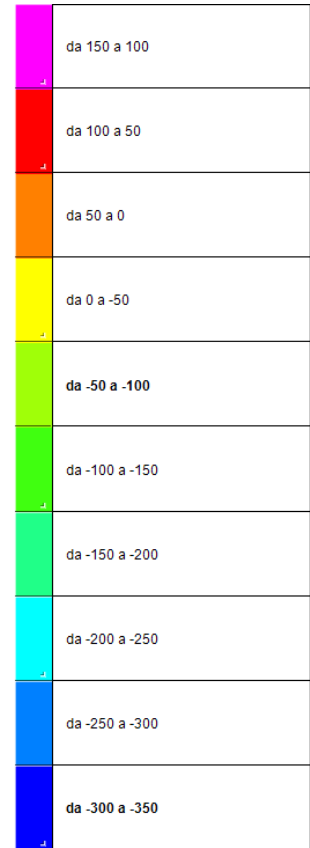
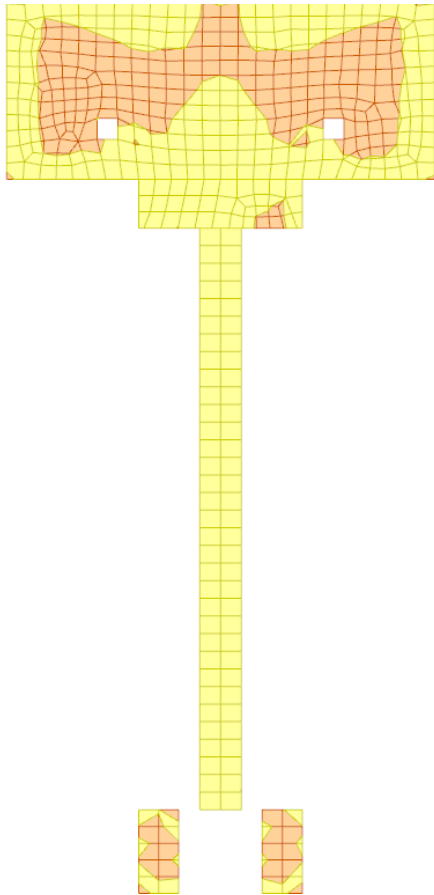
Figura 7-26 - Sollecitazione gusci Myy minime, platee



█	da 300 a 250
█	da 250 a 200
█	da 200 a 150
█	da 150 a 100
█	da 100 a 50
█	da 50 a 0
█	da 0 a -50
█	da -50 a -100
█	da -100 a -150
█	da -150 a -200

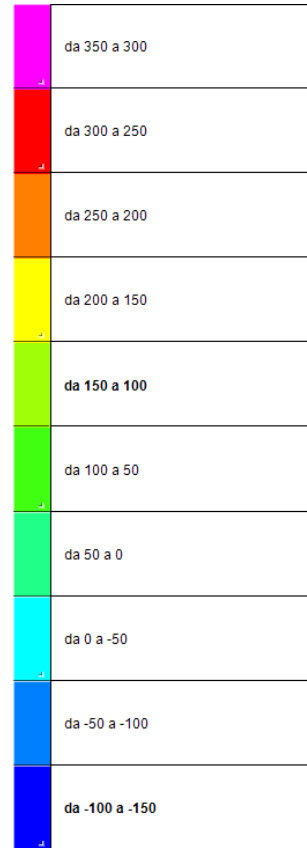
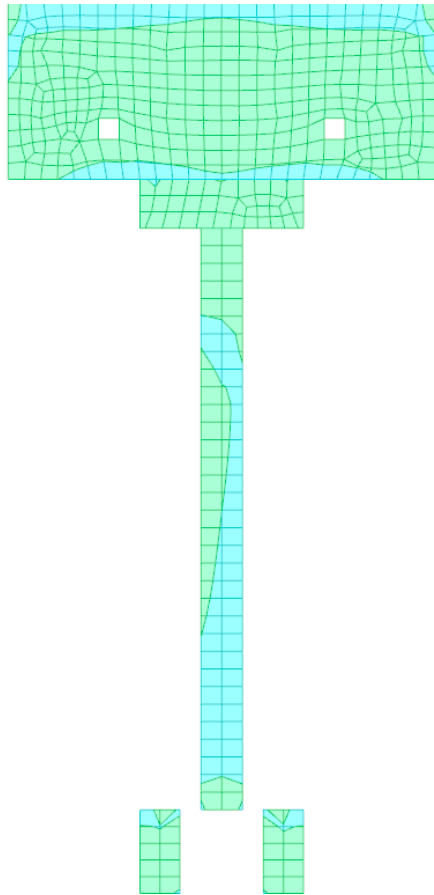
[kN/m²]

Figura 7-27 - Sollecitazione gusci Mxx massime, solette



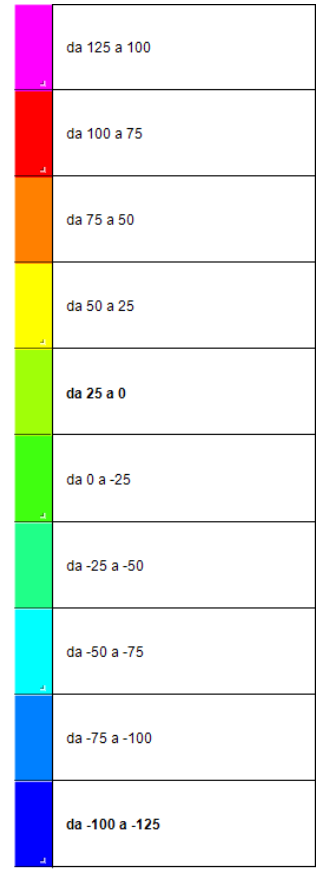
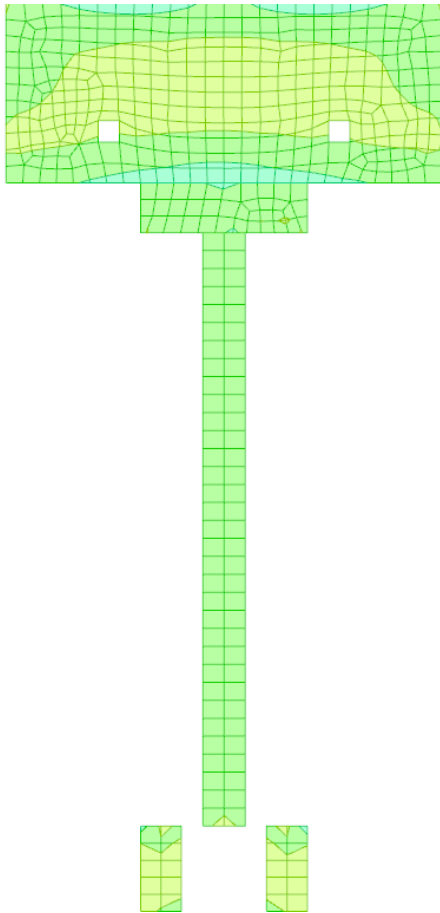
[kN/m²]

Figura 7-28 - Sollecitazione gusci Mxx minime, solette



[kN*m/m]

Figura 7-29 - Sollecitazione gusci Myy massime, solette



[kN/m²]

Figura 7-30 - Sollecitazione gusci Myy minime, solette

7.6.3.2 Sollecitazioni pareti

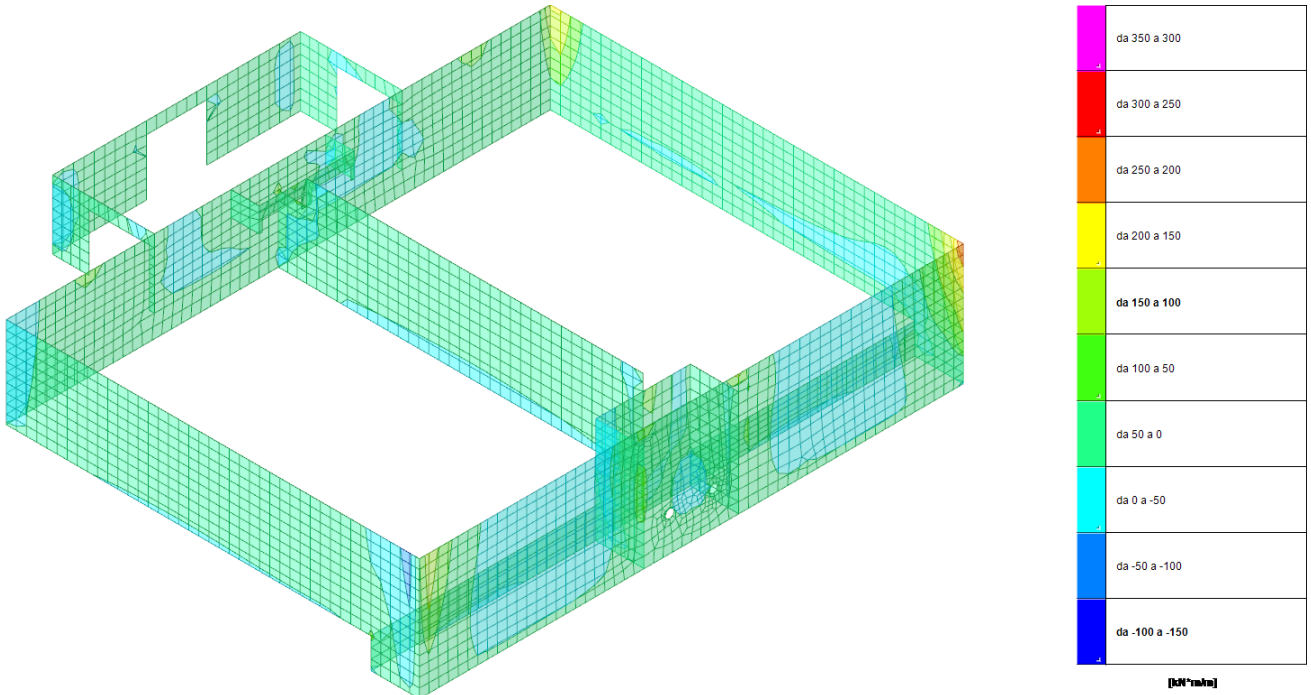


Figura 7-31 - Sollecitazione gusci Moo massime

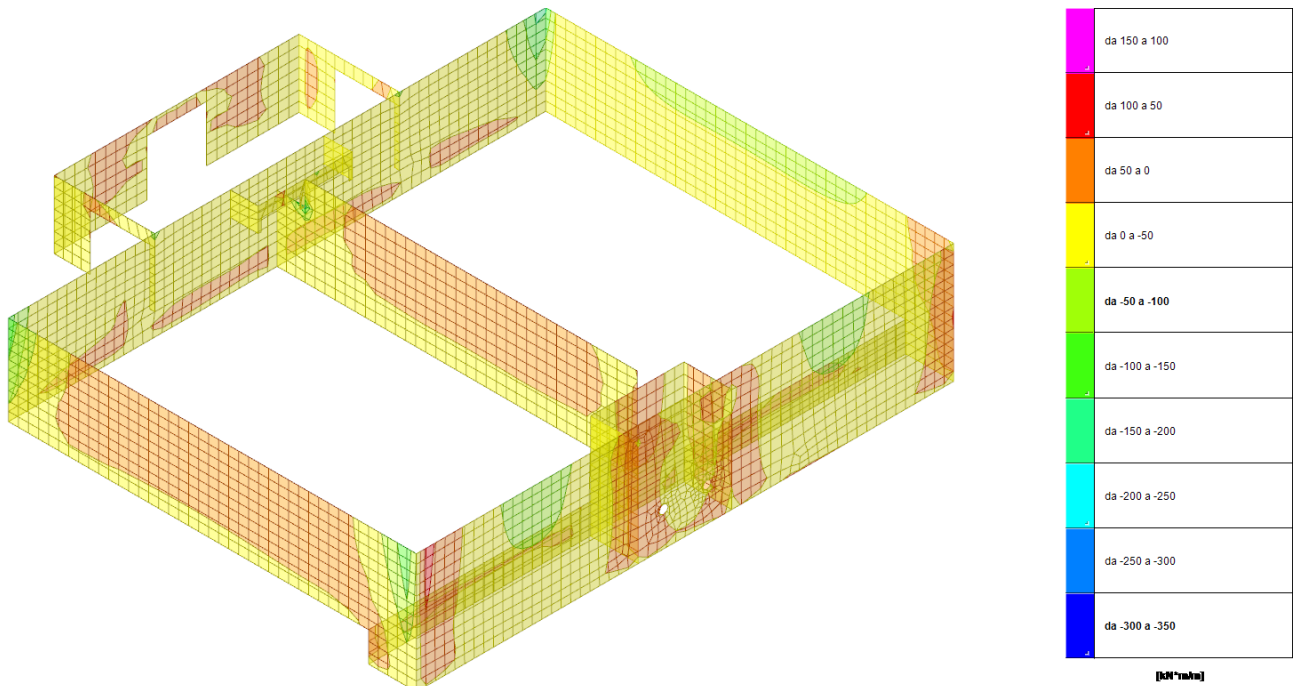


Figura 7-32 - Sollecitazione gusci Moo minime

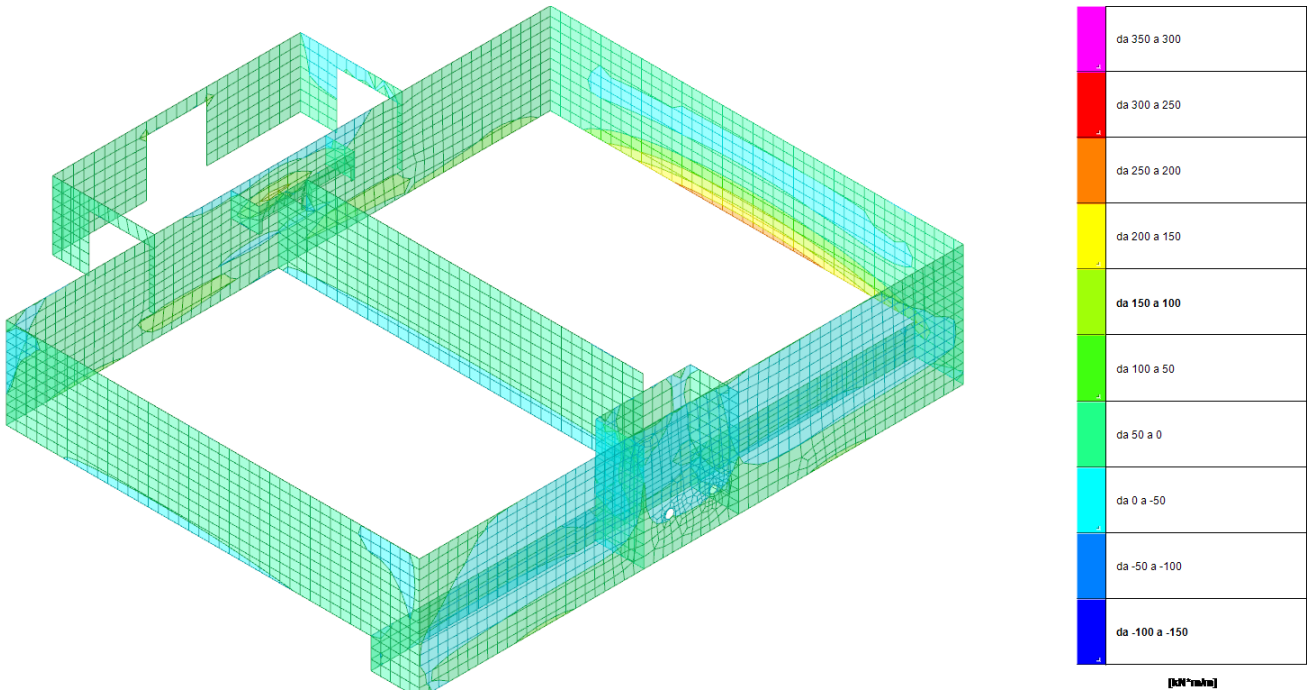


Figura 7-33 - Sollecitazione gusci Mzz massime

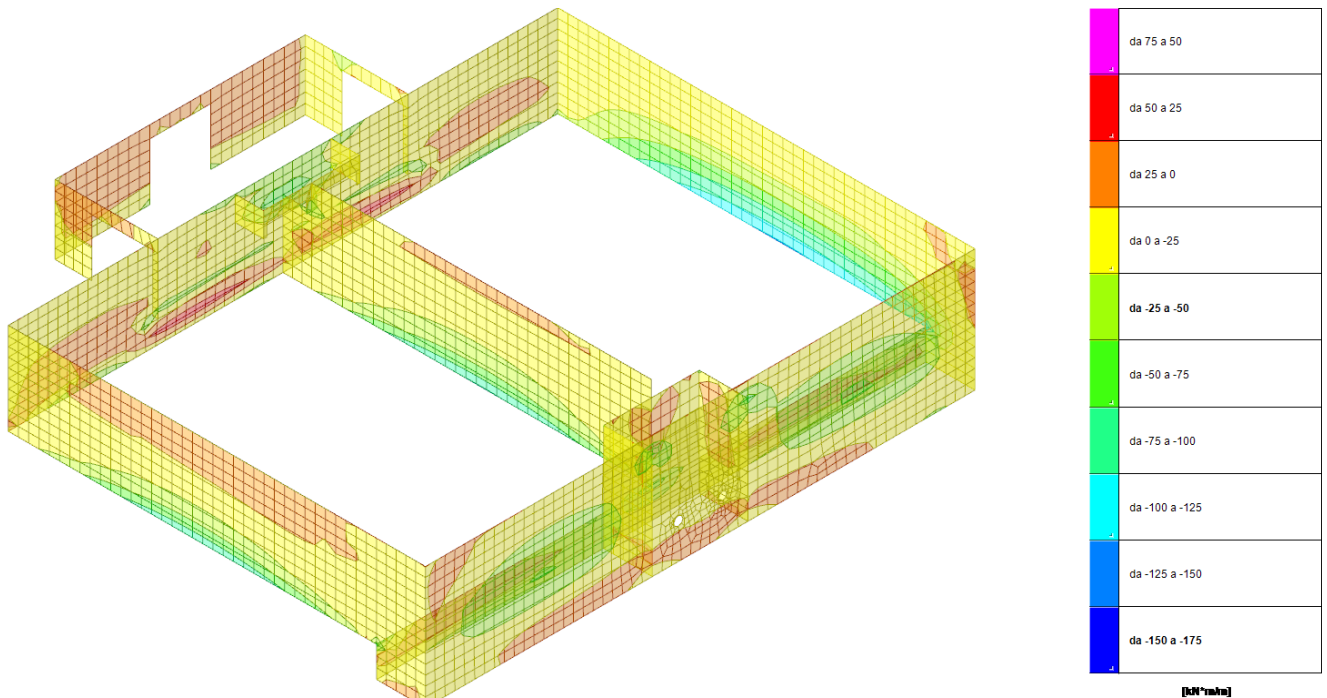


Figura 7-34 - Sollecitazione gusci Mzz minime

<u>Progettista</u> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.		
		<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		<i>Pag. 136 di 247</i>	

7.7 Verifiche

Sono state effettuate le verifiche su tutti gli elementi strutturali. In questo paragrafo viene riportato il diagramma relativo all’esito delle verifiche di sicurezza su tutti gli elementi strutturali (il colore verde indica l’esito positivo delle verifiche di sicurezza).

I tabulati relativi alle verifiche effettuate sono riportati nell’**Allegato “Tabulati di calcolo strutturale”**.

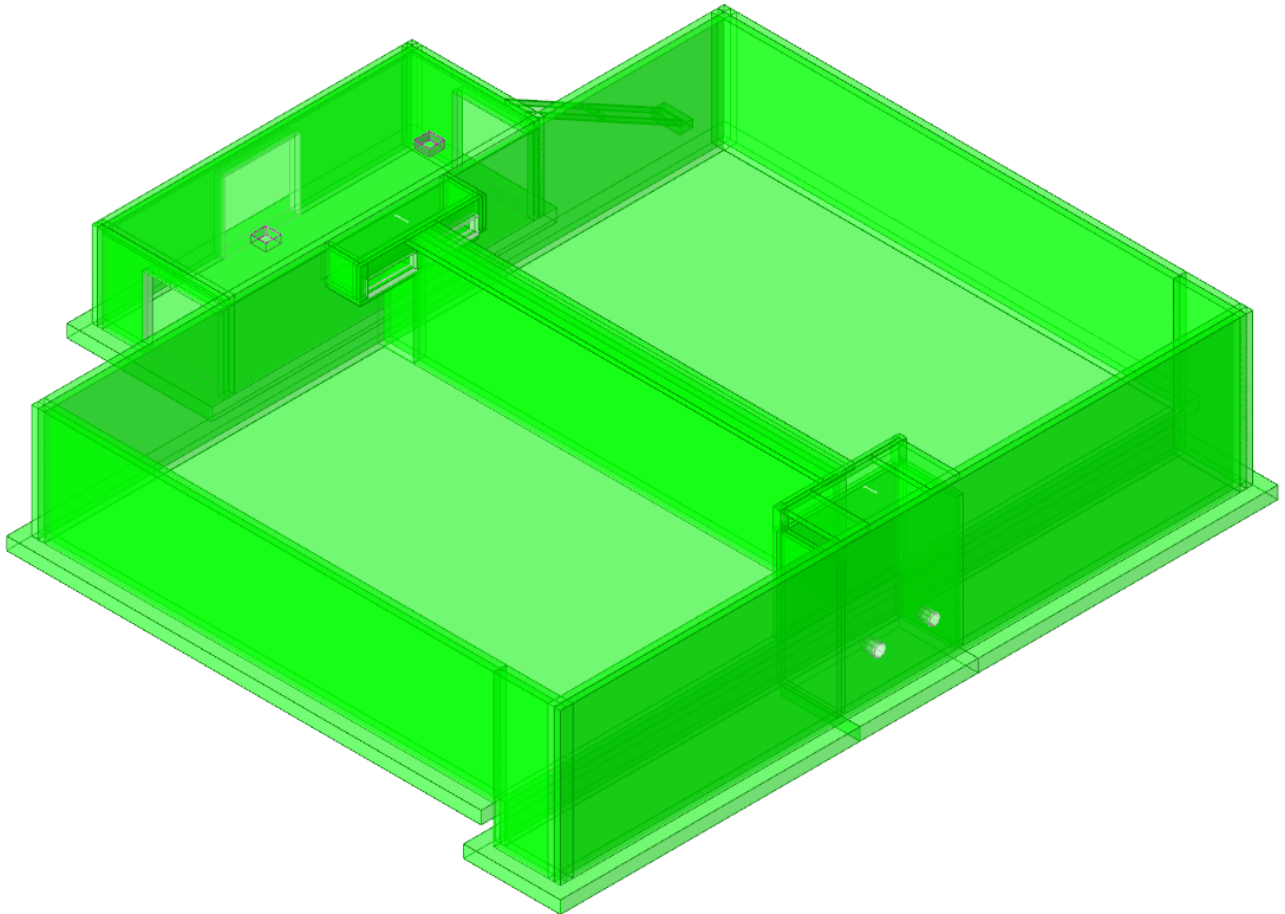


Figura 7-35 - Esito delle verifiche di sicurezza, vista 1

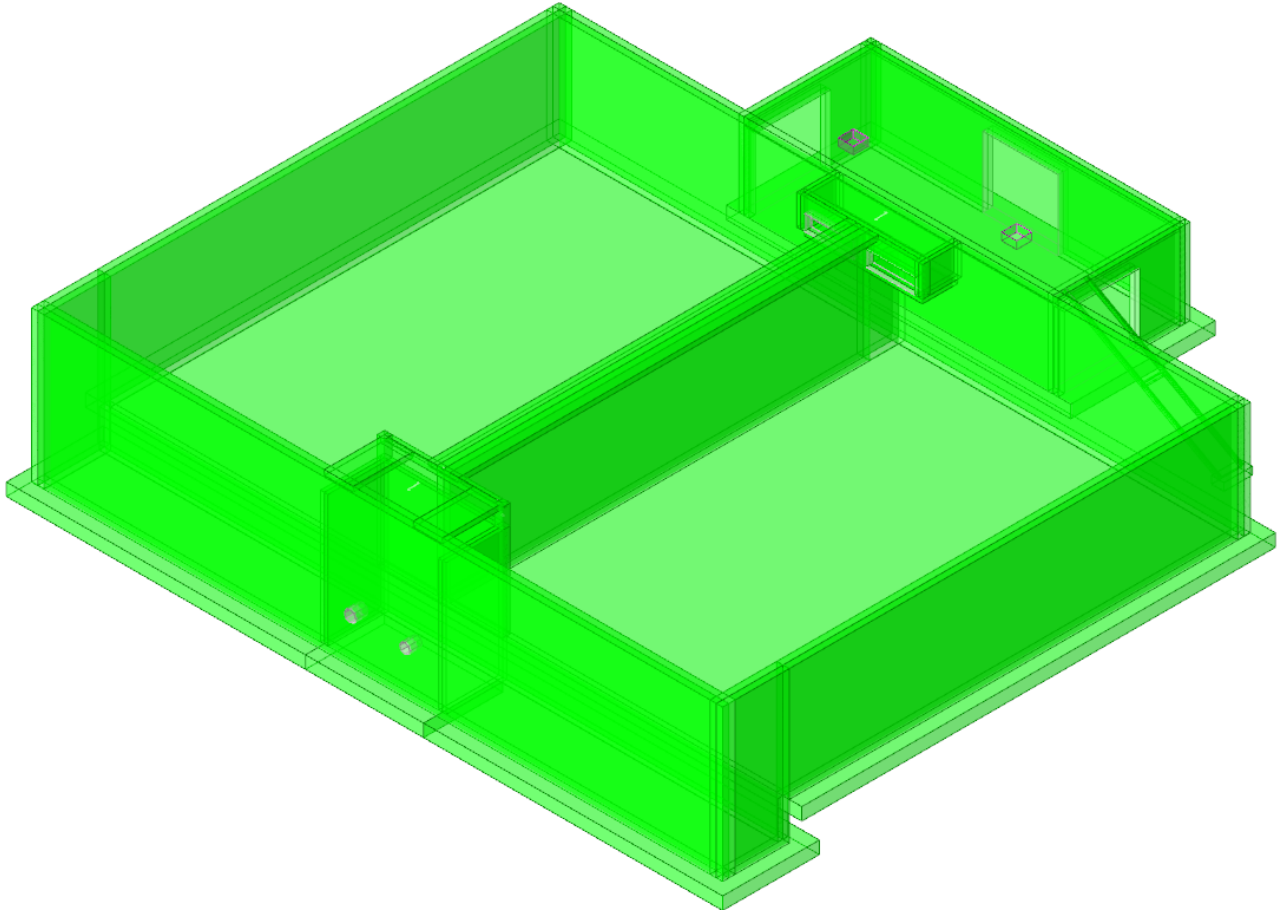


Figura 7-36 - Esito delle verifiche di sicurezza, vista 2

<i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		<i>Pag. 138 di 247</i>	

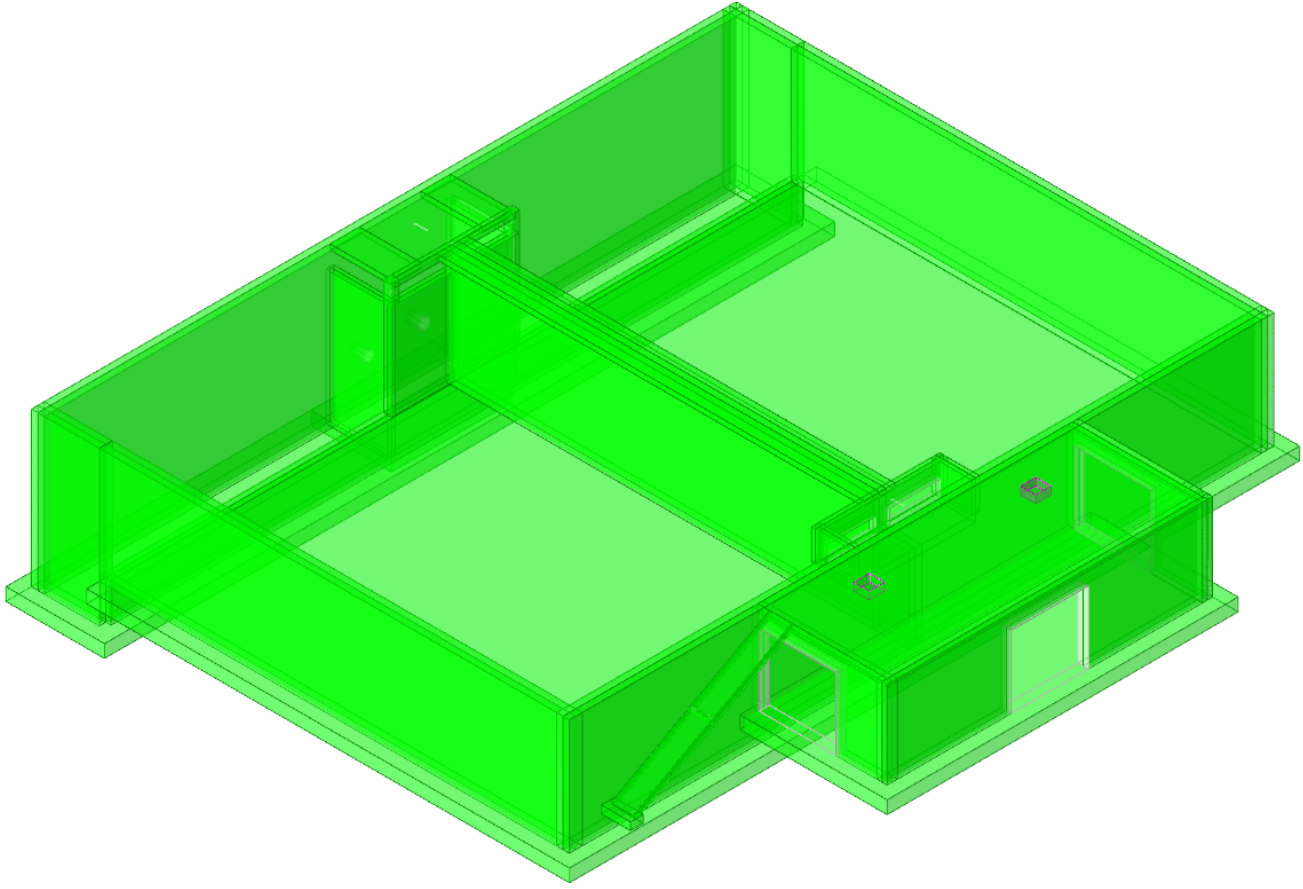


Figura 7-37 - Esito delle verifiche di sicurezza, vista 3

<i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.		
		<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		<i>Pag. 139 di 247</i>	

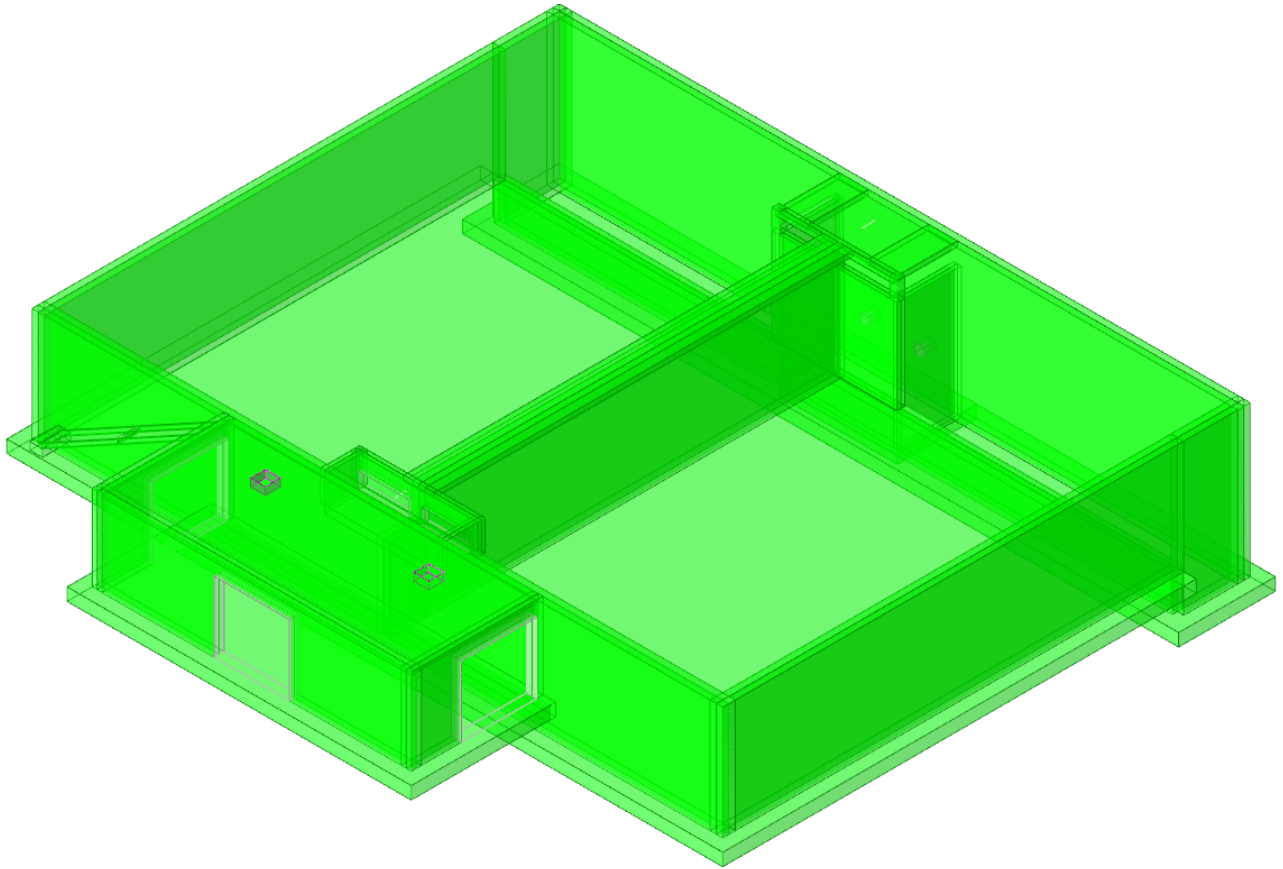


Figura 7-38 - Esito delle verifiche di sicurezza, vista 4

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		<p><i>Rev.</i></p>	<p><i>Data</i></p>
			<p>00</p>	<p>Set. 2023</p>
			<p><i>Pag. 140 di 247</i></p>	

7.8 Adempimenti di cui al §10.2 delle NTC 2018

7.8.1 Informazioni generali sull’elaborazione

Dalla osservazione critica del modello e dei risultati di calcolo, sia in termini di deformazioni che in termini di sollecitazioni, non si riscontrano anomalie o singolarità. In particolare:

- la *mesh* operata in sede di modellazione agli elementi finiti (FEM) della struttura presenta maglia regolare ed è tale da garantire una distribuzione realistica degli sforzi e degli spostamenti;
- l’ordine di grandezza degli spostamenti massimi (pari al millimetro sia nelle combinazioni statiche, sia nelle combinazioni sismiche) è coerente con i valori di spostamento attesi per le strutture a pareti, tenendo conto anche del fatto che la struttura è parzialmente interrata;
- le sollecitazioni ottenute, sia per quanto riguarda le platee di fondazione sia per le solette e le pareti in elevazione, presentano un andamento realistico: in corrispondenza delle intersezioni tra pareti, tra platee e pareti e tra solette e pareti si osservano dei leggeri picchi di sollecitazioni dovuti ai momenti di incastro.

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		Rev.	Data
			00	Set. 2023
			Pag. 141 di 247	

7.8.2 Controlli

Si riporta, di seguito, il tabulato relativo alle verifiche di equilibrio tra le forze applicate e le reazioni vincolari al fine di effettuare il controllo prescritto dal §10.2 delle NTC2018.

Contributo: Nome attribuito al sistema risultante.

Fx: Componente X di forza del sistema risultante. [kN]

Fy: Componente Y di forza del sistema risultante. [kN]

Fz: Componente Z di forza del sistema risultante. [kN]

*Mx: Componente di momento attorno l'asse X del sistema risultante. [kN*m]*

*My: Componente di momento attorno l'asse Y del sistema risultante. [kN*m]*

*Mz: Componente di momento attorno l'asse Z del sistema risultante. [kN*m]*

Bilancio in condizione di carico: Pesi strutturali

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	442.45532	-17944.3256	-201799.957	246813.3481	6083.8321
Reazioni	0	-442.45532	17944.3256	201799.957	-246813.3481	-6083.8321
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Permanenti portati

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	-1305.07	1511.67075	-29191.33866	-284888.0563	401238.9951	36039.1991
Reazioni	1305.07	-1511.67075	29191.33866	284888.0563	-401238.9951	-36039.1991
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Variabile E (sovraccarico mezzi)

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	257.55951	-603.87593	-13757.4539	8303.2877	3541.6268
Reazioni	0	-257.55951	603.87593	13757.4539	-8303.2877	-3541.6268
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Variabile folla

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	0	-210.85095	-3862.4941	3012.1346	0
Reazioni	0	0	210.85095	3862.4941	-3012.1346	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Neve

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	0	-168.72081	-3217.4185	2319.7042	0
Reazioni	0	0	168.72081	3217.4185	-2319.7042	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma liquame X_SLV

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	-1148.09351	0	0	0	-580.8324	13373.6119
Reazioni	1148.09351	0	0	0	580.8324	-13373.6119
Totale	0	0	0	0	0	0

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		Rev.	Data
			00	Set. 2023
			Pag. 142 di 247	

Bilancio in condizione di carico: Sisma liquame Y_SLV

<i>Contributo</i>	<i>Fx</i>	<i>Fy</i>	<i>Fz</i>	<i>Mx</i>	<i>My</i>	<i>Mz</i>
Forze applicate	0	-261.03996	0	117.0175	0	-3589.8374
Reazioni	0	261.03996	0	-117.0175	0	3589.8374
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma liquame X_SLD

<i>Contributo</i>	<i>Fx</i>	<i>Fy</i>	<i>Fz</i>	<i>Mx</i>	<i>My</i>	<i>Mz</i>
Forze applicate	-521.00665	0	0	0	-256.0202	6069.883
Reazioni	521.00665	0	0	0	256.0202	-6069.883
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma liquame Y_SLD

<i>Contributo</i>	<i>Fx</i>	<i>Fy</i>	<i>Fz</i>	<i>Mx</i>	<i>My</i>	<i>Mz</i>
Forze applicate	0	-119.5565	0	52.0205	0	-1644.1513
Reazioni	0	119.5565	0	-52.0205	0	1644.1513
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma X SLV

<i>Contributo</i>	<i>Fx</i>	<i>Fy</i>	<i>Fz</i>	<i>Mx</i>	<i>My</i>	<i>Mz</i>
Forze applicate	4402.06456	0	0	0	9832.4241	-59914.3111
Reazioni	-4402.06456	0	0	0	-9832.4241	59914.3111
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma Y SLV

<i>Contributo</i>	<i>Fx</i>	<i>Fy</i>	<i>Fz</i>	<i>Mx</i>	<i>My</i>	<i>Mz</i>
Forze applicate	0	4116.84021	0	-9195.3487	0	56691.2663
Reazioni	0	-4116.84021	0	9195.3487	0	-56691.2663
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma X SLD

<i>Contributo</i>	<i>Fx</i>	<i>Fy</i>	<i>Fz</i>	<i>Mx</i>	<i>My</i>	<i>Mz</i>
Forze applicate	2235.72304	0	0	0	4993.6971	-30429.3141
Reazioni	-2235.72304	0	0	0	-4993.6971	30429.3141
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma Y SLD

<i>Contributo</i>	<i>Fx</i>	<i>Fy</i>	<i>Fz</i>	<i>Mx</i>	<i>My</i>	<i>Mz</i>
Forze applicate	0	2083.75585	0	-4654.2641	0	28694.521
Reazioni	0	-2083.75585	0	4654.2641	0	-28694.521
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma X SLO

<i>Contributo</i>	<i>Fx</i>	<i>Fy</i>	<i>Fz</i>	<i>Mx</i>	<i>My</i>	<i>Mz</i>
Forze applicate	1797.06936	0	0	0	4013.923	-24459.0172
Reazioni	-1797.06936	0	0	0	-4013.923	24459.0172
Totale	0	0	0	0	0	0

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.		Rev. Data 00 Set. 2023
			Pag. 143 di 247

Bilancio in condizione di carico: Sisma Y SLO

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	1671.52429	0	-3733.5063	0	23017.8545
Reazioni	0	-1671.52429	0	3733.5063	0	-23017.8545
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Terreno sisma X SLV

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	272.47527	0	0	0	-118.6167	-2839.7475
Reazioni	-272.47527	0	0	0	118.6167	2839.7475
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Terreno sisma Y SLV

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	396.70039	0	189.5616	0	5471.9079
Reazioni	0	-396.70039	0	-189.5616	0	-5471.9079
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Terreno sisma X SLD

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	133.54882	0	0	0	-58.1378	-1391.8508
Reazioni	-133.54882	0	0	0	58.1378	1391.8508
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Terreno sisma Y SLD

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	194.43551	0	92.9102	0	2681.9565
Reazioni	0	-194.43551	0	-92.9102	0	-2681.9565
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Terreno sisma X SLO

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	105.03672	0	0	0	-45.7256	-1094.6967
Reazioni	-105.03672	0	0	0	45.7256	1094.6967
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Terreno sisma Y SLO

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	152.92437	0	73.0743	0	2109.3704
Reazioni	0	-152.92437	0	-73.0743	0	-2109.3704
Totale	0	0	0	0	0	0

L'applicazione dei carichi alla struttura modellata può quindi considerarsi corretta, essendo soddisfatto, per ogni condizione di carico, l'equilibrio tra le reazioni vincolari e le forze applicate.

7.8.3 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

Sulla base di quanto esposto nel §7.8.1 e nel §7.8.2 della presente Relazione si ritengono accettabili i risultati relativi alla modellazione, all'applicazione delle azioni, all'andamento delle deformate nonché al calcolo delle sollecitazioni sulla struttura.

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		<p>Rev. Data</p>
	<p>00</p>	<p>Set. 2023</p>	
			<p>Pag. 144 di 247</p>

8 LOCALE PRE-ISPESSIMENTO FANGHI

8.1 Definizione generale della struttura

Il *Locale pre-ispezzimento fanghi* è rappresentata da una struttura costituita da:

- **Struttura di fondazione:** è di tipo *diretto* essendo costituita da una platea in c.a. avente un ingombro in pianta *rettangolare* di dimensioni 6,00 m x 9,60 m con spessore di 0,30 m.
- **Struttura in elevazione:** è costituita da un telaio in acciaio con copertura a due falde con ingombro in pianta rettangolare di dimensioni esterne 5,30 m x 8,90 m. Il telaio in acciaio è costituito da n.6 piedritti di sezione HEB 200 e da n.7 travi, a sostegno della struttura di copertura, di cui n. 3 travi aventi sezione IPE 240 (in direzione trasversale) e n. 4 travi di sezione IPE 200 (travi di falda). Gli arcarecci di copertura sono costituiti da n. 10 profili di sezione OMEGA 45x150x80 con spessore pari a 3,5 mm (n.5 per ciascuna falda). Il rivestimento di copertura è realizzato con pannelli di tipo *sandwich con lamiera grecata* di spessore 4 cm.

Il telaio in acciaio è ancorato alla platea di fondazione mediante n.6 piastre, aventi ciascuna dimensioni di 460 mm x 460 mm e spessore di 20 mm. Ogni piastra è fissata alla platea con n. 8 tirafondi che consistono in barre di armatura. Tutte le **unioni** in elevazione sono di **tipo bullonato**.

La struttura è realizzata fuori terra con quota d’imposta della platea di fondazione pari alla quota del piano campagna, quota del livello di gronda pari a +4,30 m rispetto al p.c. e quota del livello di colmo pari a +5,00 m rispetto al p.c.

Nelle successive figure sono riportati gli architettonici della struttura ed il modello utilizzato nel programma di calcolo.

LOCALE PREISPESAMENTO FANGHI

Pianta Copertura

Scala 1:50

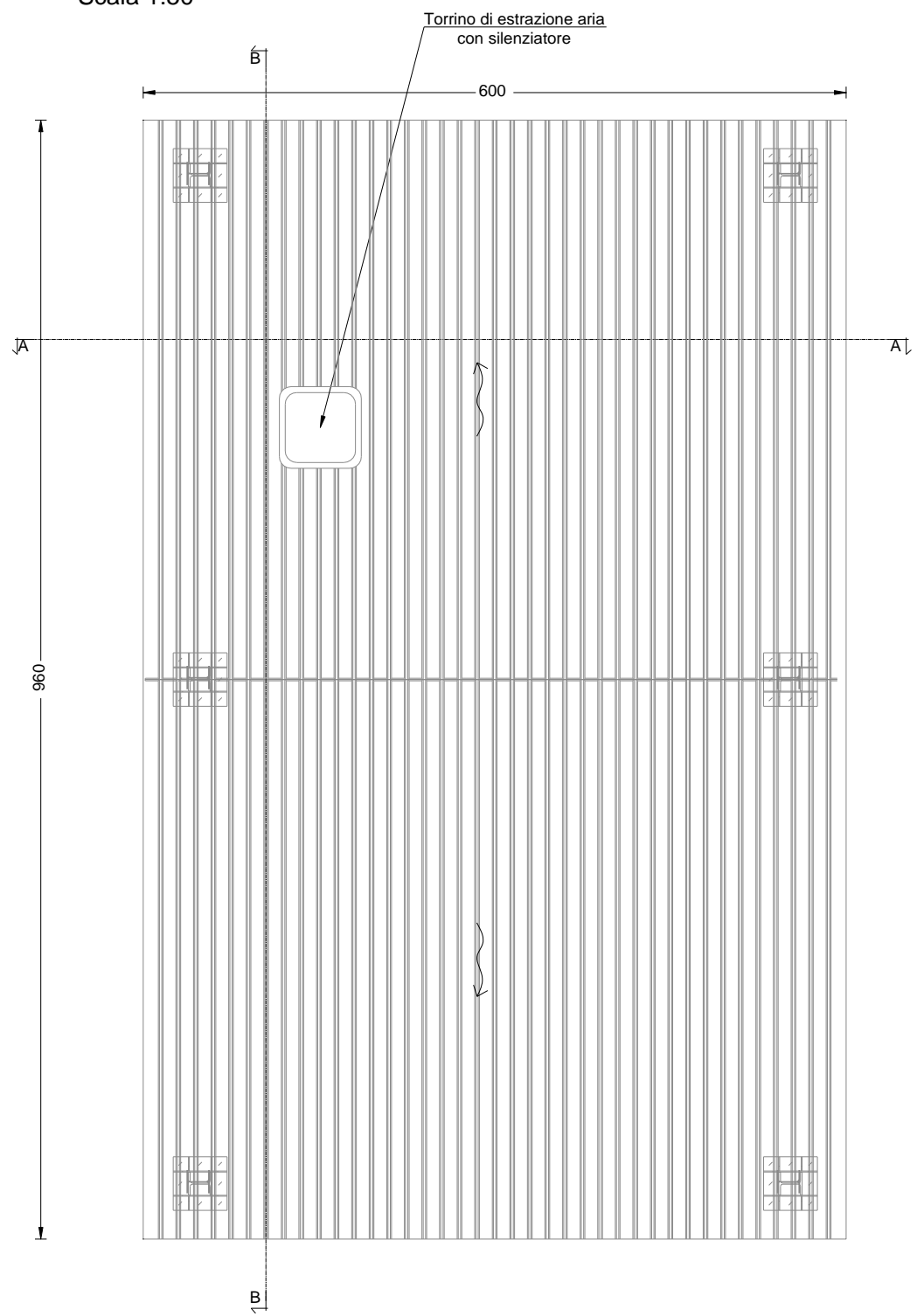


Figura 8-1 - Architettonico, pianta copertura

LOCALE PREISPESAMENTO FANGHI

Pianta Attrezzata stato di progetto
Scala 1:50

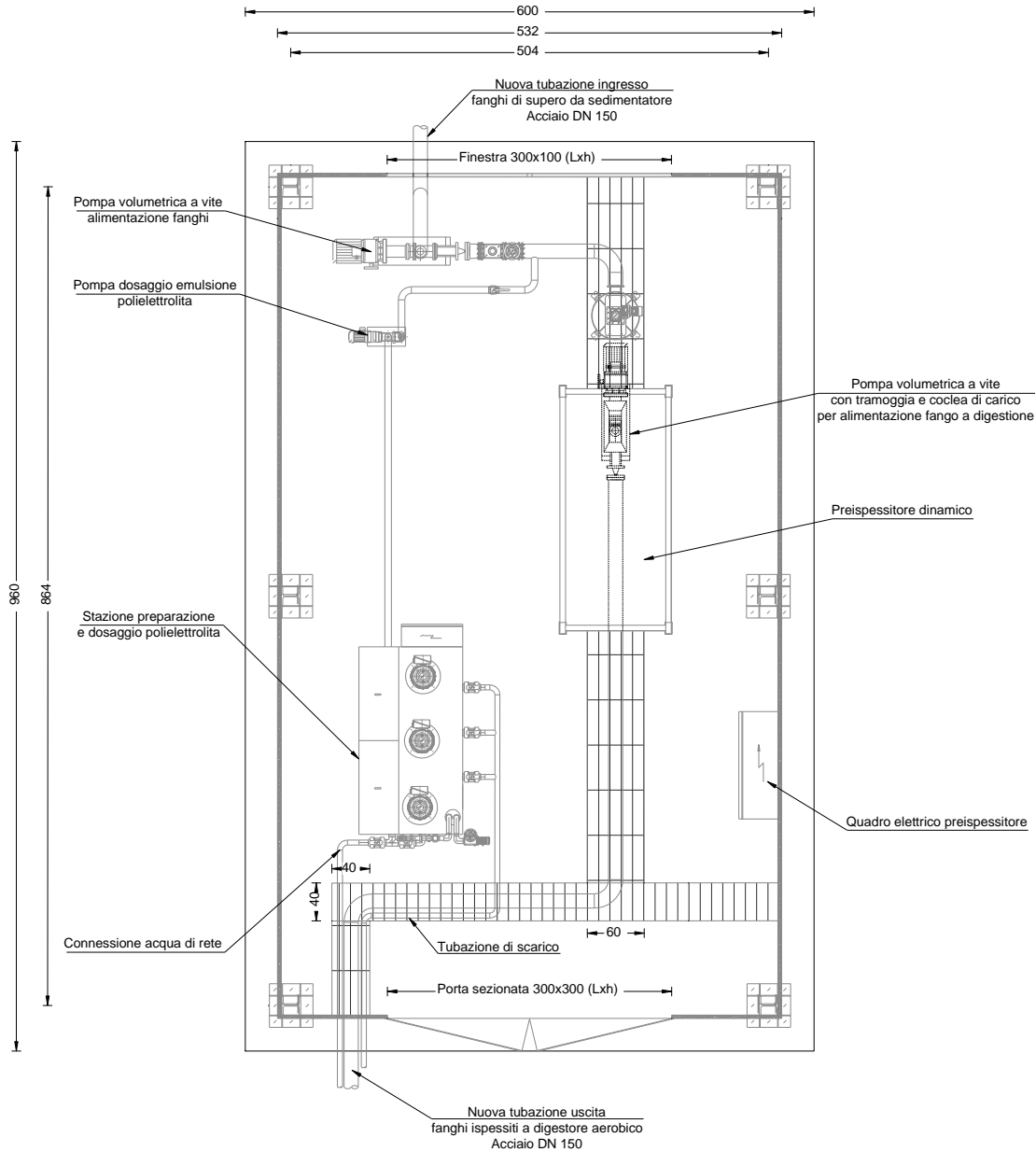
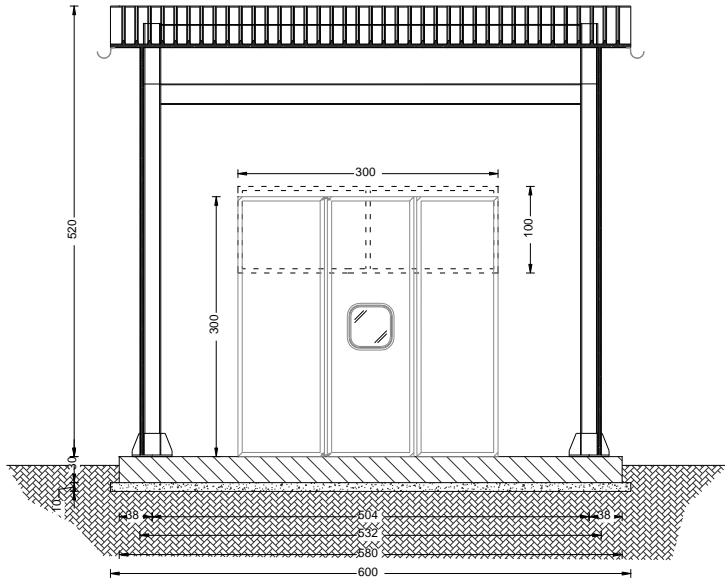


Figura 8-2 - Architettonico, pianta struttura in elevazione

LOCALE PREISPESAMENTO FANGHI
Sezione A-A
 Scala 1:50



LOCALE PREISPESAMENTO FANGHI
Sezione B-B (Macchine non rappresentate)
 Scala 1:50

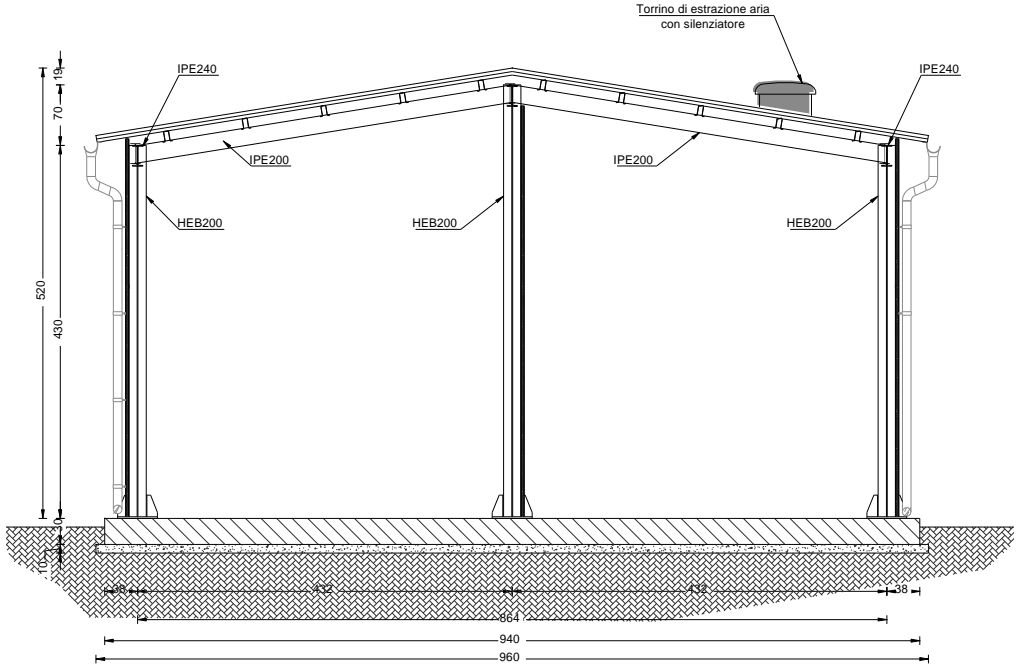


Figura 8-3 - Architettonico, sezioni

<i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.		
		<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		<i>Pag. 148 di 247</i>	

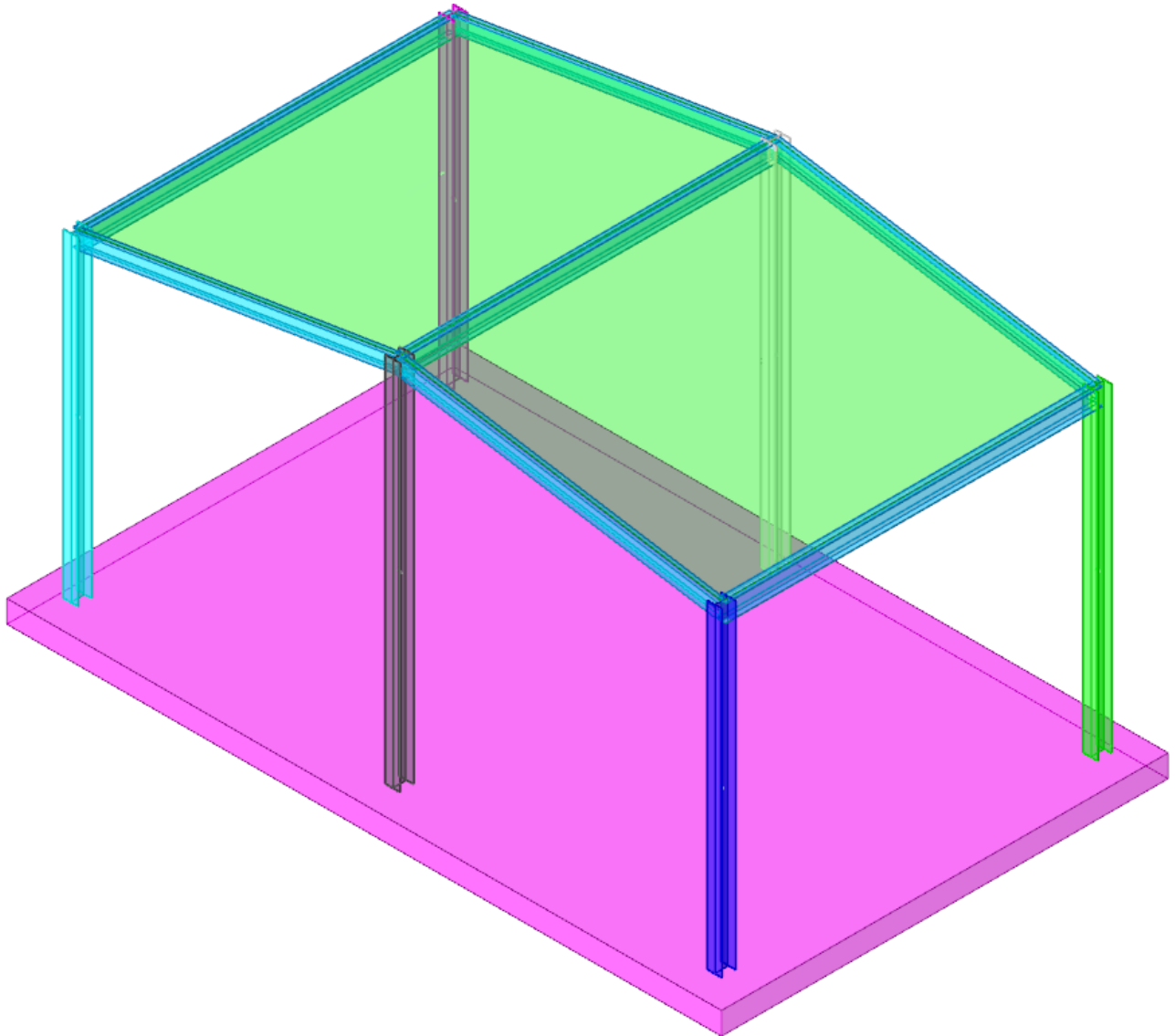


Figura 8-4 - Modello tridimensionale della struttura

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 149 di 247	

8.2 Quote

Nella definizione del modello, è necessario definire delle quote, per le quali si intende non tanto la Z di un punto quanto un piano nella sua accezione geometrica. Nello specifico sono stati definiti livelli e tronchi.

8.2.1 Livelli

Il loro piano geometrico ha la caratteristica di essere orizzontale e sono impiegati per specificare la Z degli elementi orizzontali di una struttura.

Descrizione breve: nome sintetico assegnato al livello.

Descrizione: nome assegnato al livello.

Quota: quota superiore espressa nel sistema di riferimento assoluto. [m]

Spessore: spessore del livello. [m]

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Platea di fondazione	0	0
L2	Livello gronda	4.3	0
L3	Livello colmo	5	0

8.2.2 Falde

Descrizione breve: nome sintetico assegnato alla falda.

Descrizione: nome assegnato alla falda.

Sp.: spessore del piano della falda. [m]

Primo punto: primo punto di definizione del piano dell'estradosso della falda.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Quota: quota. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Secondo punto: secondo punto di definizione del piano dell'estradosso della falda.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Quota: quota. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Terzo punto: terzo punto di definizione del piano dell'estradosso della falda.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Quota: quota. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Descrizione breve	Descrizione	Sp.	Primo punto			Secondo punto			Terzo punto		
			X	Y	Quota	X	Y	Quota	X	Y	Quota
F1	Falda 1	0	5.2	4.325	Livello colmo	0.15	4.325	Livello colmo	0.15	0	Livello gronda
F2	Falda 2	0	5.2	4.325	5	0.15	4.325	5	0.15	8.65	4.3

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		
		<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		Pag. 150 di 247	

8.2.3 Tronchi

Si definisce tronco l’intervallo tra due quote altimetriche su cui definire gli elementi verticali.

Descrizione breve: nome sintetico assegnato al tronco.

Descrizione: nome assegnato al tronco.

Quota 1: riferimento della prima quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata.
[m]

Quota 2: riferimento della seconda quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata.
[m]

<i>Descrizione breve</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Quota 1</i>	<i>Quota 2</i>
T1	Platea di fondazione - Livello gronda	Platea di fondazione	Livello gronda
T2	Platea di fondazione - Livello colmo	Platea di fondazione	Livello colmo

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		
		Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 151 di 247	

8.3 *Analisi dei carichi*

In questo capitolo vengono analizzati i carichi agenti sulle costruzioni sulla base di quanto previsto dal D.M. 17.01.2018 al §2.5. La dicitura che segue è conforme con tale disposizione di legge.

8.3.1 **Azioni**

8.3.1.1 *Azioni permanenti*

Per permanenti si intendono le azioni che agiscono durante tutta la vita nominale della costruzione, la cui variazione di intensità nel tempo è così piccola e lenta da poterle considerare con sufficiente approssimazione costanti nel tempo.

Nello specifico possiamo riassumere i carichi agenti sui vari elementi strutturali nel seguente modo:

– **Peso proprio degli elementi strutturali in cls (G1)**

Il peso proprio viene assegnato automaticamente dal programma definite le caratteristiche del materiale e la geometria dell’elemento e rientra nella condizione di carico *Pesi strutturali*. In particolare, si assume il seguente peso specifico del calcestruzzo armato:

$$\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$$

– **Travi di copertura**

- Peso proprio del pacchetto di copertura (pannelli *sandwich* e profilati OMEGA) (G2)

$$p_{copertura} = 0,2 \text{ kN/m}^2$$

Tale azione viene assegnata manualmente all’interno del programma come carico superficiale sulle travi di copertura e rientra nella condizione di carico *Permanenti portati*.

<u>Progettista</u> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 152 di 247	

8.3.1.2 Azioni variabili

Per variabili si intendono le azioni che agiscono sulla costruzione con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo (lunga durata o breve durata).

Nello specifico possiamo riassumere i carichi agenti sui vari elementi strutturali nel seguente modo:

- **Platea di fondazione**
 - o Sovraccarico per peso apparecchiature (Q)

Essendo la platea superficiale, il peso delle apparecchiature andrebbe ad opporsi alle sollecitazioni sulla platea dovute alla rigidità del terreno di fondazione. Pertanto, **a favore di sicurezza**, non viene considerato il sovraccarico dovuto al peso delle apparecchiature sulla platea.

- **Travi di copertura**
 - o Sovraccarico per manutenzione (Q1)

$$p_{manut} = 0,5 \text{ kN/m}^2$$

Si tratta del sovraccarico valutato ai sensi del §3.1.4 del D.M.17/01/2018, considerato appartenente alla **Categoria H: “Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione”**.

Tale azione viene assegnata manualmente, come carico superficiale sulle travi di copertura, all’interno del programma e rientra nella condizione di carico *Variabile H*.

- o Sovraccarico neve (Q2)

$$p_{neve} = 1,94 \text{ kN/m}^2$$

Tale azione viene assegnata manualmente all’interno del programma come carico verticale in proiezione e rientra nella condizione di carico *Neve* in funzione della ubicazione del sito e della forma della copertura.

Nello specifico si tratta di *zona II*, quota di 654,61 m s.l.m., classe topografica *Normale* e copertura inclinata con $\alpha = 9^\circ$ (D.M.17/01/2018, §3.4).

<u>Progettista</u> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	Rev. Data 00 Set. 2023
		Pag. 153 di 247

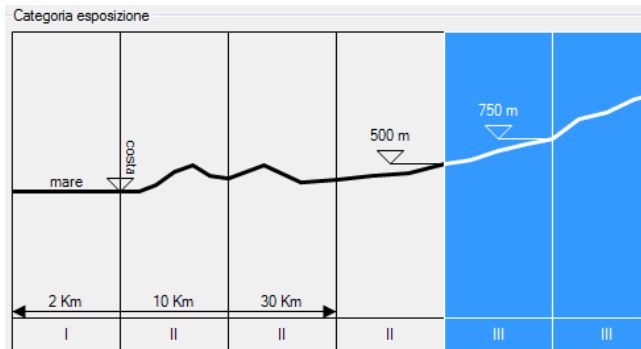
8.3.1.2.1 Azione del vento

L'azione del vento viene valutata automaticamente dal programma (nel rispetto del §3.3. del D.M.17/01/2018) e rientra nella condizione di carico *Vento*. Si riporta una sintesi dei parametri di riferimento che influenzano l'azione del vento.

Zona: **Zona 3** Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria);



$v_{b0} = 27,00 \text{ m/s};$
 $a_0 = 500 \text{ m s.l.m.};$
 $k_s = 0,37;$
 $a_s = 654,61 \text{ m s.l.m.};$
 $c_a = 1 ;$
 $v_b = 30,09 \text{ m/s};$



$T_R = 50 \text{ anni};$

$c_r = 1;$

$v_r = 30,09 \text{ m/s};$

$q_r = 0,567 \text{ kN/m}^2;$

Coefficiente di esposizione:

Categoria di esposizione del sito: *III*

$k_r = 0,20;$

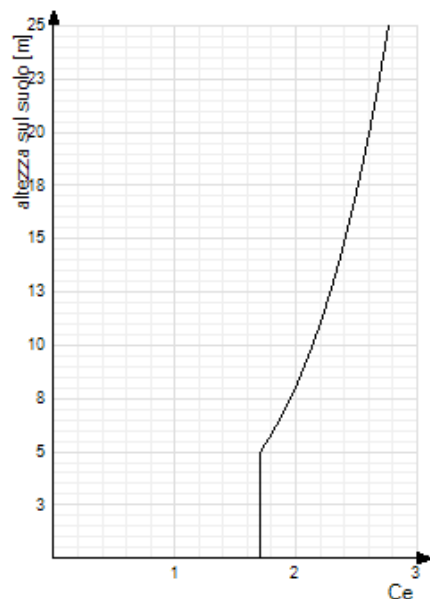
$z_0 = 0,10 \text{ m};$

$z_{\min} = 5 \text{ m} ;$

$c_t = 1;$

Classe di rugosità del terreno: D;

$c_e = 1,71 (z_{\max} = 5,00 \text{ m});$



<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		
		Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 154 di 247	

Coefficiente di pressione:

funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento, il coefficiente c_p viene valutato ai sensi del §C3.3 della Circolare 21 gennaio 2019 n.7.

Il valore della pressione calcolato nel seguito fa riferimento al valore:

$$c_p = \pm 1 ;$$

Coefficiente dinamico:

$$c_d = 1;$$

Pressione del vento:

$$p = q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d = 0,97 \text{ kN/m}^2$$

La pressione del vento viene assegnata come carico lineare su ciascun pilastro, in particolare sui pilastri d’angolo viene assegnata l’azione del vento in entrambe le direzioni (*Vento +X* e *Vento +Y*), mentre sui pilastri centrali viene assegnata la sola azione del vento in direzione X (*Vento +X*). I valori ottenuti delle pressioni del vento sono pari a:

<i>Pilastro</i>	<i>Luce di influenza dir. X [m]</i>	<i>Luce di influenza dir. Y [m]</i>	<i>Pressione del vento dir. X [kN/m]</i>	<i>Pressione del vento dir. Y [kN/m]</i>
d’angolo	4,30	5,04	2,09	2,44
centrale	4,30	-	4,17	-

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		<p><i>Rev.</i> <i>Data</i></p>
	<p>00</p>	<p>Set. 2023</p>	
			<p><i>Pag. 155 di 247</i></p>

8.3.1.3 Azioni sismiche

Sono le azioni derivanti dai terremoti.

Le azioni sismiche sono assegnate automaticamente dal programma a seguito dell’*analisi dinamica lineare* in funzione degli spettri di progetto definiti nel Par. 3.5.3.2.3 della presente Relazione.

A seguito della precedente analisi dei carichi, sono stati definiti nel software (manualmente ed automaticamente) le condizioni elementari di carico, le combinazioni di carico ed i carichi effettivamente impiegati.

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	Rev. Data 00 Set. 2023
		Pag. 156 di 247

8.3.1.4 Condizioni elementari di carico

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

Nome breve: nome breve assegnato alla condizione elementare.

Durata: descrive la durata della condizione (necessario per strutture in legno).

ψ_0 : coefficiente moltiplicatore ψ_0 . Il valore è adimensionale.

ψ_1 : coefficiente moltiplicatore ψ_1 . Il valore è adimensionale.

ψ_2 : coefficiente moltiplicatore ψ_2 . Il valore è adimensionale.

Con segno: descrive se la condizione elementare ha la possibilità di variare di segno.

Descrizione	Nome breve	Durata	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Con segno
Pesi strutturali	Pesi	Permanente				
Permanenti portati	Port.	Permanente				
Variabile H	Variabile H	Media	0	0	0	
Neve	Neve	Media	0.5	0.2	0	
Vento +X	Vento +X	Media	0.6	0.2	0	
Vento +Y	Vento +Y	Media	0.6	0.2	0	
ΔT	ΔT	Media	0.6	0.5	0	No
Sisma X SLV	X SLV					
Sisma Y SLV	Y SLV					
Sisma Z SLV	Z SLV					
Eccentricità Y per sisma X SLV	EY SLV					
Eccentricità X per sisma Y SLV	EX SLV					
Sisma X SLD	X SLD					
Sisma Y SLD	Y SLD					
Sisma Z SLD	Z SLD					
Eccentricità Y per sisma X SLD	EY SLD					
Eccentricità X per sisma Y SLD	EX SLD					
Sisma X SLO	X SLO					
Sisma Y SLO	Y SLO					
Sisma Z SLO	Z SLO					
Eccentricità Y per sisma X SLO	EY SLO					
Eccentricità X per sisma Y SLO	EX SLO					
Terreno sisma X SLV	Tr x SLV					
Terreno sisma Y SLV	Tr y SLV					
Terreno sisma Z SLV	Tr z SLV					
Terreno sisma X SLD	Tr x SLD					
Terreno sisma Y SLD	Tr y SLD					
Terreno sisma Z SLD	Tr z SLD					
Terreno sisma X SLO	Tr x SLO					
Terreno sisma Y SLO	Tr y SLO					
Terreno sisma Z SLO	Tr z SLO					
Rig. Ux	R Ux					
Rig. Uy	R Uy					
Rig. Rz	R Rz					

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 157 di 247	

8.3.1.5 *Combinazioni di carico*

Tutte le combinazioni di carico vengono raggruppate per famiglia di appartenenza. Le celle di una riga contengono i coefficienti moltiplicatori della i-esima combinazione, dove il valore della prima cella è da intendersi come moltiplicatore associato alla prima condizione elementare, la seconda cella si riferisce alla seconda condizione elementare e così via.

8.3.1.5.1 Famiglia SLU

Il nome compatto della famiglia è SLU.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile H	Neve	Vento +X	Vento +Y	ΔT
1	SLU 1	1.3	1.5	0	0	0	0	0
2	SLU 2	1.3	1.5	0	0	0	1.5	0
3	SLU 3	1.3	1.5	0	0	0.9	1.5	0
4	SLU 4	1.3	1.5	0	0	1.5	0	0
5	SLU 5	1.3	1.5	0	0	1.5	0.9	0
6	SLU 6	1.3	1.5	0	0.75	0	1.5	0
7	SLU 7	1.3	1.5	0	0.75	0.9	1.5	0
8	SLU 8	1.3	1.5	0	0.75	1.5	0	0
9	SLU 9	1.3	1.5	0	0.75	1.5	0.9	0
10	SLU 10	1.3	1.5	0	1.5	0	0	0
11	SLU 11	1.3	1.5	0	1.5	0	0.9	0
12	SLU 12	1.3	1.5	0	1.5	0.9	0	0
13	SLU 13	1.3	1.5	0	1.5	0.9	0.9	0
14	SLU 14	1.3	1.5	1.5	0	0	0	0
15	SLU 15	1.3	1.5	1.5	0	0	0.9	0
16	SLU 16	1.3	1.5	1.5	0	0.9	0	0
17	SLU 17	1.3	1.5	1.5	0	0.9	0.9	0
18	SLU 18	1.3	1.5	1.5	0.75	0	0	0
19	SLU 19	1.3	1.5	1.5	0.75	0	0.9	0
20	SLU 20	1.3	1.5	1.5	0.75	0.9	0	0
21	SLU 21	1.3	1.5	1.5	0.75	0.9	0.9	0

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	Rev.	Data
		00	Set. 2023
	Pag. 158 di 247		

8.3.1.5.2 Famiglia SLE rara

Il nome compatto della famiglia è SLE RA.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile H	Neve	Vento +X	Vento +Y	ΔT
1	SLE RA 1	1	1	0	0	0	0	0
2	SLE RA 2	1	1	0	0	0	1	0
3	SLE RA 3	1	1	0	0	0.6	1	0
4	SLE RA 4	1	1	0	0	1	0	0
5	SLE RA 5	1	1	0	0	1	0.6	0
6	SLE RA 6	1	1	0	0.5	0	1	0
7	SLE RA 7	1	1	0	0.5	0.6	1	0
8	SLE RA 8	1	1	0	0.5	1	0	0
9	SLE RA 9	1	1	0	0.5	1	0.6	0
10	SLE RA 10	1	1	0	1	0	0	0
11	SLE RA 11	1	1	0	1	0	0.6	0
12	SLE RA 12	1	1	0	1	0.6	0	0
13	SLE RA 13	1	1	0	1	0.6	0.6	0
14	SLE RA 14	1	1	1	0	0	0	0
15	SLE RA 15	1	1	1	0	0	0.6	0
16	SLE RA 16	1	1	1	0	0.6	0	0
17	SLE RA 17	1	1	1	0	0.6	0.6	0
18	SLE RA 18	1	1	1	0.5	0	0	0
19	SLE RA 19	1	1	1	0.5	0	0.6	0
20	SLE RA 20	1	1	1	0.5	0.6	0	0
21	SLE RA 21	1	1	1	0.5	0.6	0.6	0

8.3.1.5.3 Famiglia SLE frequente

Il nome compatto della famiglia è SLE FR.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile H	Neve	Vento +X	Vento +Y	ΔT
1	SLE FR 1	1	1	0	0	0	0	0
2	SLE FR 2	1	1	0	0	0	0.2	0
3	SLE FR 3	1	1	0	0	0.2	0	0
4	SLE FR 4	1	1	0	0.2	0	0	0

8.3.1.5.4 Famiglia SLE quasi permanente

Il nome compatto della famiglia è SLE QP.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile H	Neve	Vento +X	Vento +Y	ΔT
1	SLE QP 1	1	1	0	0	0	0	0

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	Rev.	Data
		00	Set. 2023
			Pag. 159 di 247

8.3.1.5.5 Famiglia SLO

Il nome compatto della famiglia è SLO.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile H	Neve	Vento +X	Vento +Y	ΔT	X SLO
1	SLO 1	1	1	0	0	0	0	0	-1
2	SLO 2	1	1	0	0	0	0	0	-1
3	SLO 3	1	1	0	0	0	0	0	-1
4	SLO 4	1	1	0	0	0	0	0	-1
5	SLO 5	1	1	0	0	0	0	0	-0.3
6	SLO 6	1	1	0	0	0	0	0	-0.3
7	SLO 7	1	1	0	0	0	0	0	-0.3
8	SLO 8	1	1	0	0	0	0	0	-0.3
9	SLO 9	1	1	0	0	0	0	0	0.3
10	SLO 10	1	1	0	0	0	0	0	0.3
11	SLO 11	1	1	0	0	0	0	0	0.3
12	SLO 12	1	1	0	0	0	0	0	0.3
13	SLO 13	1	1	0	0	0	0	0	1
14	SLO 14	1	1	0	0	0	0	0	1
15	SLO 15	1	1	0	0	0	0	0	1
16	SLO 16	1	1	0	0	0	0	0	1

Nome	Nome breve	Y SLO	Z SLO	EY SLO	EX SLO	Tr x SLO	Tr y SLO	Tr z SLO
1	SLO 1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLO 2	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLO 3	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLO 4	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLO 5	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLO 6	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLO 7	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLO 8	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLO 9	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLO 10	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLO 11	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLO 12	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLO 13	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLO 14	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLO 15	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLO 16	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 160 di 247	

8.3.1.5.6 Famiglia SLD

Il nome compatto della famiglia è SLD.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile H	Neve	Vento +X	Vento +Y	ΔT	X SLD
1	SLD 1	1	1	0	0	0	0	0	-1
2	SLD 2	1	1	0	0	0	0	0	-1
3	SLD 3	1	1	0	0	0	0	0	-1
4	SLD 4	1	1	0	0	0	0	0	-1
5	SLD 5	1	1	0	0	0	0	0	-0.3
6	SLD 6	1	1	0	0	0	0	0	-0.3
7	SLD 7	1	1	0	0	0	0	0	-0.3
8	SLD 8	1	1	0	0	0	0	0	-0.3
9	SLD 9	1	1	0	0	0	0	0	0.3
10	SLD 10	1	1	0	0	0	0	0	0.3
11	SLD 11	1	1	0	0	0	0	0	0.3
12	SLD 12	1	1	0	0	0	0	0	0.3
13	SLD 13	1	1	0	0	0	0	0	1
14	SLD 14	1	1	0	0	0	0	0	1
15	SLD 15	1	1	0	0	0	0	0	1
16	SLD 16	1	1	0	0	0	0	0	1

Nome	Nome breve	Y SLD	Z SLD	EY SLD	EX SLD	Tr x SLD	Tr y SLD	Tr z SLD
1	SLD 1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLD 2	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLD 3	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLD 4	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLD 5	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLD 6	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLD 7	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLD 8	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLD 9	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLD 10	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLD 11	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLD 12	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLD 13	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLD 14	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLD 15	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLD 16	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	Rev.	Data
		00	Set. 2023
			Pag. 161 di 247

8.3.1.5.7 Famiglia SLV

Il nome compatto della famiglia è SLV.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile H	Neve	Vento +X	Vento +Y	ΔT	X SLV
1	SLV 1	1	1	0	0	0	0	0	-1
2	SLV 2	1	1	0	0	0	0	0	-1
3	SLV 3	1	1	0	0	0	0	0	-1
4	SLV 4	1	1	0	0	0	0	0	-1
5	SLV 5	1	1	0	0	0	0	0	-0.3
6	SLV 6	1	1	0	0	0	0	0	-0.3
7	SLV 7	1	1	0	0	0	0	0	-0.3
8	SLV 8	1	1	0	0	0	0	0	-0.3
9	SLV 9	1	1	0	0	0	0	0	0.3
10	SLV 10	1	1	0	0	0	0	0	0.3
11	SLV 11	1	1	0	0	0	0	0	0.3
12	SLV 12	1	1	0	0	0	0	0	0.3
13	SLV 13	1	1	0	0	0	0	0	1
14	SLV 14	1	1	0	0	0	0	0	1
15	SLV 15	1	1	0	0	0	0	0	1
16	SLV 16	1	1	0	0	0	0	0	1

Nome	Nome breve	Y SLV	Z SLV	EY SLV	EX SLV	Tr x SLV	Tr y SLV	Tr z SLV
1	SLV 1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLV 2	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLV 3	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLV 4	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLV 5	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLV 6	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLV 7	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLV 8	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLV 9	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLV 10	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLV 11	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLV 12	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLV 13	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLV 14	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLV 15	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLV 16	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		Rev.	Data
			00	Set. 2023
			Pag. 164 di 247	

8.3.2.2 Carichi superficiali

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Valori: valori associati alle condizioni di carico.

Condizione: condizione di carico a cui sono associati i valori.

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

Valore: modulo del carico superficiale applicato alla superficie. [kN/m²]

Applicazione: modalità con cui il carico è applicato alla superficie.

Nome	Valori		
	Condizione	Valore	Applicazione
	Descrizione		
Pacchetto di copertura	Pesi strutturali	0	Verticale
	Permanenti portati	0.2	Verticale
	Variabile H	0.5	Verticale
	Neve	1.94	Verticale in proiezione
	Vento +X	0	Verticale
	Vento +Y	0	Verticale
Platea di fondazione	Pesi strutturali	0	Verticale
	Permanenti portati	0	Verticale
	Variabile H	0	Verticale
	Neve	0	Verticale
	Vento +X	0	Verticale
	Vento +Y	0	Verticale

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		<p><i>Rev.</i></p>	<p><i>Data</i></p>
			<p>00</p>	<p>Set. 2023</p>
			<p><i>Pag. 165 di 247</i></p>	

8.4 Elementi di input

In questo capitolo sono riportati gli elementi di input per la modellazione della struttura.

8.4.1 Fili fissi

8.4.1.1 Fili fissi di piano

Livello: quota di inserimento espressa con notazione breve esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Punto: punto di inserimento.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Estradosso: distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [m]

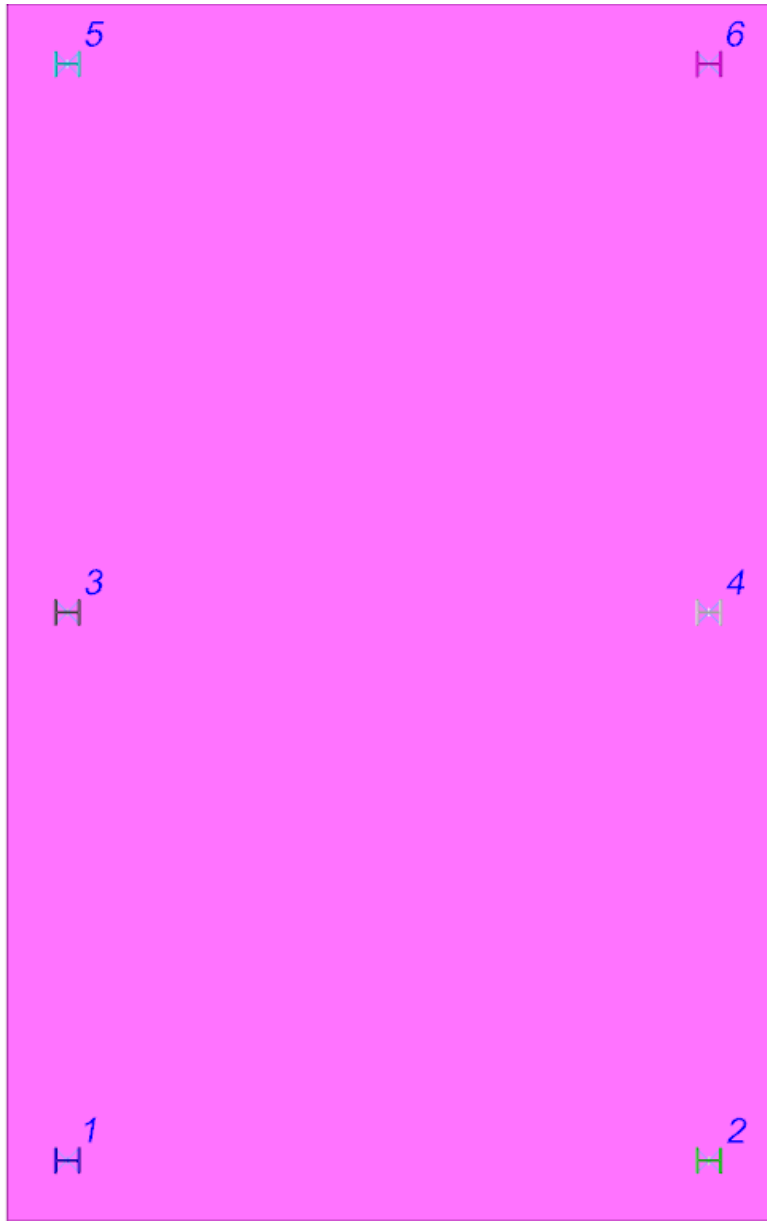
Angolo: angolo misurato dal semiasse positivo delle ascisse in verso antiorario. [deg]

Tipo: tipo di simbolo.

T.c.: testo completo visualizzato accanto al filo fisso, costituito dalla concatenazione del prefisso e del testo.

Livello	Punto		Estradosso	Angolo	Tipo	T.c.
	X	Y				
L1	0.147	0.001	0	90	Croce	1
L1	5.197	-0.002	0	90	Croce	2
L1	0.15	4.325	0	90	Croce	3
L1	5.197	4.323	0	90	Croce	4
L1	0.15	8.65	0	90	Croce	5
L1	5.2	8.65	0	90	Croce	6

<i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.		
		<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		<i>Pag. 166 di 247</i>	



<p align="center"><i>Progettista</i></p> <p>C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A.</p> <p>PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila</p> <p>Ovest - CUP:B15H22001110005</p> <p>RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>	<p>Rev.</p>	<p>Data</p>
		<p>00</p>	<p>Set. 2023</p>
			<p>Pag. 167 di 247</p>

8.4.2 Travi in acciaio

8.4.2.1 Travi in acciaio di piano

Sezione: sezione in acciaio.

P.i.: posizione dei punti d’inserimento rispetto alla geometria della sezione. S=Sinistra, C=Centro, D=Destra

Liv.: quota del punto di inserimento iniziale. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Punto i.: punto di inserimento iniziale.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Punto f.: punto di inserimento finale.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Estr.: distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l’alto. [m]

Mat.: riferimento ad una definizione di materiale in acciaio.

Car.lin.: riferimento alla definizione di un carico lineare.L: valori del carico espressi nel sistema locale dell’elemento.G: valori del carico espressi nel sistema globale.

Sovr.: aliquota di sovreresistenza da assicurare in verifica.

S.Z: indica se l’elemento deve essere verificato considerando il sistema verticale.

C.i.: svincolo o cerniera da applicare al relativo estremo dell’asta nel modello.

C.f.: svincolo o cerniera da applicare al relativo estremo dell’asta nel modello.

P.lin.: peso per unità di lunghezza. [kN/m]

Cal.: descrizione sintetica dell’eventuale calastrello della sezione accoppiata o composita.

Sezione	P.i.	Liv.	Punto i.		Punto f.		Estr.	Mat.	Car.lin.	Sovr.	S.Z	C.i.	C.f.	P.lin.	Cal.
			X	Y	X	Y									
IPE240	C	L3	0.15	4.325	5.203	4.324	0	S235	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	Svincolo: M2, M3	0.31	

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.											Rev.	Data
												00	Set. 2023
												Pag. 168 di 247	

8.4.2.2 Travi in acciaio di falda

Sezione: sezione in acciaio.

P.i.: posizione dei punti d'inserimento rispetto alla geometria della sezione. S=Sinistra, C=Centro, D=Destra

Fal.: quota del punto di inserimento iniziale. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Punto i.: punto di inserimento iniziale.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Punto f.: punto di inserimento finale.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Estr.: distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [m]

Sopraf.: posizionamento sopra falda della trave di falda.

Mat.: riferimento ad una definizione di materiale in acciaio.

Car.lin.: riferimento alla definizione di un carico lineare.L: valori del carico espressi nel sistema locale dell'elemento.G: valori del carico espressi nel sistema globale.

Sovr.: aliquota di sovrarresistenza da assicurare in verifica.

S.Z: indica se l'elemento deve essere verificato considerando il sisma verticale.

C.i.: svincolo o cerniera da applicare al relativo estremo dell'asta nel modello.

C.f.: svincolo o cerniera da applicare al relativo estremo dell'asta nel modello.

P.lin.: peso per unità di lunghezza. [kN/m]

Cal.: descrizione sintetica dell'eventuale calastrello della sezione accoppiata o composita.

Sezione	P.i.	Fal.	Punto i.		Punto f.		Estr.	Sopraf.	Mat.	Car.lin.	Sovr.	S.Z	C.i.	C.f.	P.lin.	Cal.
			X	Y	X	Y										
IPE200	C	F1	0.15	0	0.15	4.325	0	No	S235	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	Svincolo: M2, M3	0.22	
IPE200	C	F1	5.2	4.325	5.2	-0.002	0	No	S235	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	Svincolo: M2, M3	0.22	
IPE240	C	F1	0.15	0	5.203	0.001	0	No	S235	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	Svincolo: M2, M3	0.31	
IPE200	C	F2	0.15	4.325	0.15	8.65	0	No	S235	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	Svincolo: M2, M3	0.22	
IPE240	C	F2	0.15	8.65	5.203	8.649	0	No	S235	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	Svincolo: M2, M3	0.31	
IPE200	C	F2	5.2	4.325	5.2	8.65	0	No	S235	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	Svincolo: M2, M3	0.22	

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		Rev.	Data
			00	Set. 2023
			Pag. 169 di 247	

8.4.3 Colonne in acciaio

Tr.: riferimento al tronco indicante la quota inferiore e superiore.

Sezione: sezione in acciaio.

P.i.: posizione del punto di inserimento rispetto alla geometria della sezione. *SS*=Sinistra-sotto, *SC*=Sinistra-centro, *SA*=Sinistra-alto, *CS*=Centro-sotto, *CC*=Centro-centro, *CA*=Centro-alto, *DS*=Destra-sotto, *DC*=Destra-centro, *DA*=Destra-alto

Punto: posizione del punto di inserimento rispetto alla geometria della sezione.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Ang.: angolo misurato dal semiasse positivo delle ascisse in verso antiorario. [deg]

Mat.: riferimento ad una definizione di materiale in acciaio.

Car.lin.: riferimento alla definizione di un carico lineare. *L:* valori del carico espressi nel sistema locale dell'elemento. *G:* valori del carico espressi nel sistema globale.

Sovr.: aliquota di sovrarresistenza da assicurare in verifica.

S.Z: indica se l'elemento deve essere verificato considerando il sisma verticale.

C.i.: svincolo o cerniera da applicare al relativo estremo dell'asta nel modello.

C.f.: svincolo o cerniera da applicare al relativo estremo dell'asta nel modello.

Cal.: descrizione sintetica dell'eventuale calastrello della sezione accoppiata o composta.

Tr.	Sezione	P.i.	Punto		Ang.	Mat.	Car.lin.	Sovr.	S.Z	C.i.	C.f.	Cal.
			X	Y								
T1	HEB200	CC	5.2	0	90	S235	Vento ++; G	0	No	No	No	
T2	HEB200	CC	5.2	4.325	90	S235	V pil centrali +; G	0	No	No	No	
T1	HEB200	CC	5.2	8.65	90	S235	Vento - +; G	0	No	No	No	
T1	HEB200	CC	0.15	0	90	S235	Vento + -; G	0	No	No	No	
T2	HEB200	CC	0.15	4.325	90	S235	V pil centrali -; G	0	No	No	No	
T1	HEB200	CC	0.15	8.65	90	S235	Vento - -; G	0	No	No	No	

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.		Rev.	Data
			00	Set. 2023
				Pag. 170 di 247

8.4.4 Piastre C.A.

8.4.4.1 Piastre C.A. di piano

Livello: quota di inserimento espressa con notazione breve esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Sp.: spessore misurato in direzione ortogonale al piano medio dell'elemento. [m]

Punti: punti di definizione in pianta.

I.: indice del punto corrente nell'insieme dei punti di definizione dell'elemento.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Estr.: distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [m]

Mat.: riferimento ad una definizione di calcestruzzo.

Car.sup.: riferimento alla definizione di un carico superficiale. Accetta anche il valore "Nessuno".

Car.pot.: riferimento alla definizione di un carico potenziale. Accetta anche il valore "Nessuno".

DeltaT: riferimento alla definizione di una variazione termica. Accetta anche il valore "Nessuno".

Sovr.: aliquota di sovrarresistenza da assicurare in verifica.

S.Z.: indica se l'elemento deve essere verificato considerando il sisma verticale.

P.sup.: peso per unità di superficie. [kN/m²]

Fond.: riferimento alla fondazione sottostante l'elemento.

Fori: riferimenti a tutti gli elementi che forano la piastra.

Livello	Sp.	Punti			Estr.	Mat.	Car.sup.	Car.pot.	DeltaT	Sovr.	S.Z	P.sup.	Fond.	Fori
		I.	X	Y										
L1	0.3	1	5.675	-0.475	0	C28/35	Platea di fondazione			0	No	7.5		
		2	5.675	9.125										
		3	-0.325	9.125										
		4	-0.325	-0.475										

8.4.5 Fondazioni di piastre

Descrizione breve: descrizione breve usata nelle tabelle dei capitoli delle piastre di fondazione.

Stratigrafia: stratigrafia del terreno nel punto medio in pianta dell'elemento.

Sondaggio: è possibile indicare esplicitamente un sondaggio definito nelle preferenze oppure richiedere di estrapolare il sondaggio dalla definizione del sito espressa nelle preferenze.

Estradosso: distanza dalla quota superiore del sondaggio misurata in verticale con verso positivo verso l'alto. [m]

Deformazione volumetrica: valore della deformazione volumetrica impiegato nel calcolo della pressione limite a rottura con la formula di Vesic. Il valore è adimensionale. Accetta anche il valore di default espresso nelle preferenze.

K verticale: coefficiente di sottofondo verticale del letto di molle. [kN/m³]

Limite compressione: pressione limite di plasticizzazione a compressione del letto di molle. [kN/m²]

Limite trazione: pressione limite di plasticizzazione a trazione del letto di molle. [kN/m²]

Descrizione breve	Stratigrafia			Angolo pendio	K verticale	Limite compressione	Limite trazione
	Sondaggio	Estradosso	Deformazione volumetrica				
FS1	Sondaggio L'Aquila-Sassa	0		Default (25000)	Default (1000)	Default (0.1)	FS1

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 171 di 247	

8.4.6 Carichi superficiali

8.4.6.1 Carichi superficiali di falda

Carico: riferimento alla definizione di un carico di superficie.

Solaio: caratteristiche dell'eventuale solaio in latero-cemento, C.A. o legno.

Falda: quota di inserimento espressa con notazione breve esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Punti: punti di definizione in pianta.

Indice: indice del punto corrente nell'insieme dei punti di definizione dell'elemento.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Estr.: distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [m]

Angolo: direzione delle nervature che trasmettono il carico. Angolo misurato dal semiasse positivo delle ascisse in verso antiorario. [deg]

Comp.: descrizione sintetica del comportamento del carico superficiale o, nel caso di comportamento membranale, riferimento alla descrizione analitica della membrana.

Fori: riferimenti a tutti gli elementi che forano il carico superficiale.

Carico	Solaio	Falda	Punti			Estr.	Angolo	Comp.	Fori
			Indice	X	Y				
Pacchetto di copertura		F1	1	5.2	-0.013	0	180		
			2	5.2	4.312				
			3	0.15	4.312				
			4	0.15	-0.013				
Pacchetto di copertura		F2	1	0.15	8.663	0	180		
			2	0.15	4.338				
			3	5.2	4.338				
			4	5.2	8.663				

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		<p>Rev.</p>	<p>Data</p>
			<p>00</p>	<p>Set. 2023</p>
			<p>Pag. 172 di 247</p>	

8.5 Modello ad elementi finiti

In questo capitolo vengono descritte le caratteristiche salienti della modellazione agli elementi finiti (*FEM*) della struttura e viene riportato un riepilogo degli elementi generali dell’analisi svolta.

I tabulati relativi alla modellazione sono riportati nell’Elaborato **“Tabulati di calcolo strutturale”**.

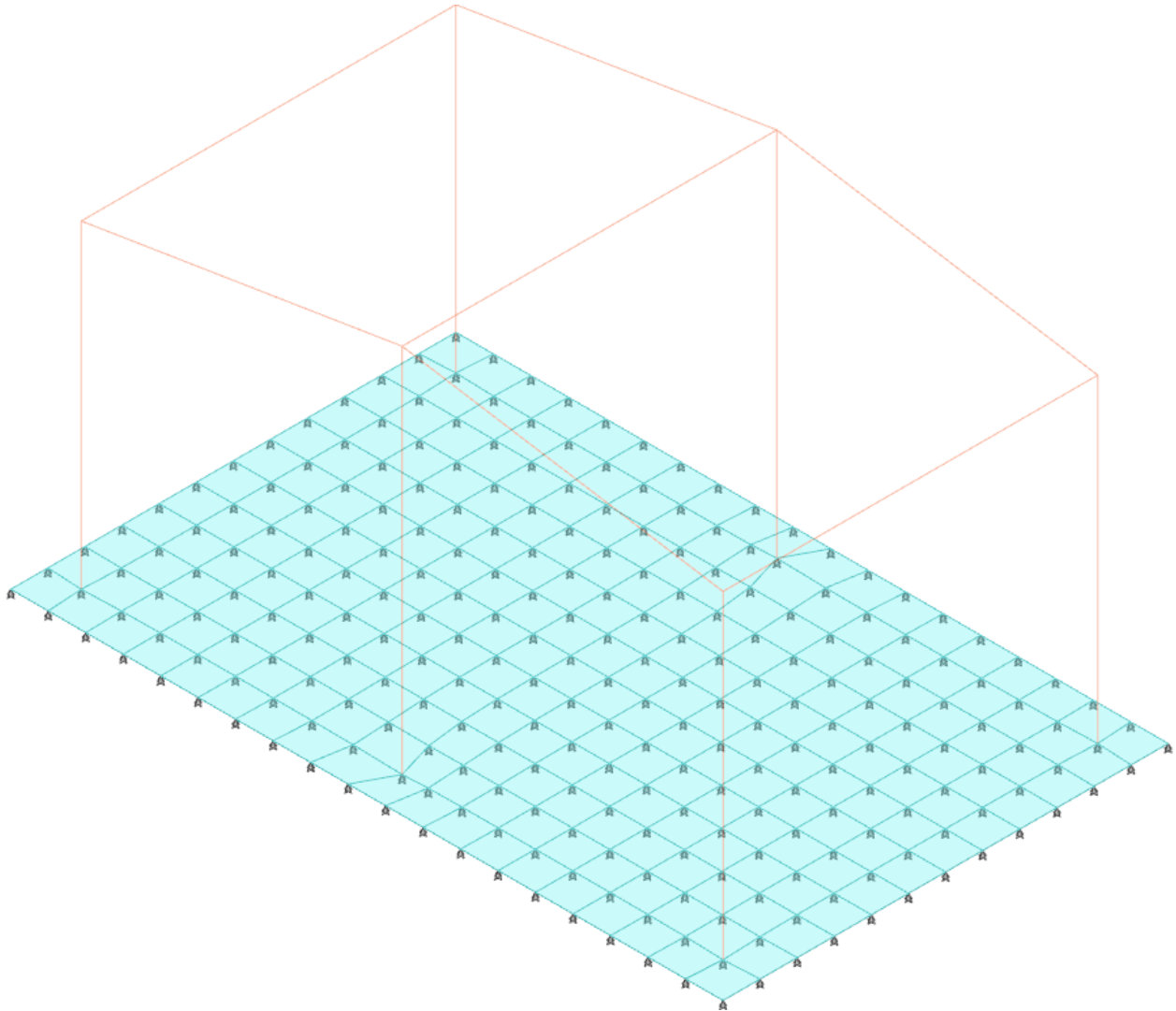


Figura 8-5 - Modello FEM

La platea di fondazione è stata modellata attraverso elementi bidimensionali tipo *shell* su letto di molle (secondo la **teoria di Winkler**). Ciascuna *shell* è stata modellata con le relative caratteristiche geometriche e meccaniche ed assegnando la stratigrafia del terreno desunta dalle indagini geognostiche. Il valore della costante di Winkler verticale assunto in sede di modellazione è pari a:

$$k_{w \text{ vert.}} = 25.000 \text{ kN/m}^3$$

Le travi ed i pilastri in elevazione sono stati modellati attraverso elementi monodimensionali tipo *beam* con le relative caratteristiche geometriche e meccaniche ed assegnando la tipologia di carico corrispondente.

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		<p><i>Rev.</i></p>	<p><i>Data</i></p>
			<p>00</p>	<p>Set. 2023</p>
			<p><i>Pag. 173 di 247</i></p>	

Il **pacchetto di copertura** è stato modellato in termini di *massa*. Infatti, come già esposto, il pacchetto di copertura è stato modellato attraverso carichi superficiali (ciascuno per ogni falda) ai quali è stata attribuita la direzione di tessitura lungo il lato corto.

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 174 di 247	

8.5.1 Preferenze di analisi

Metodo di analisi	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Tipo di costruzione	2 – Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari
V _N	50 anni
Classe d'uso	III
V _R	75 anni
Tipo di analisi	Lineare dinamica
Località	L'Aquila, Palombaia Di Sassa Latitudine: ED50 42,3649° (42° 21' 54") Longitudine: ED50 13,3236° (13° 19' 25") Altitudine s.l.m.: 654,61 m
Categoria del suolo	C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti
Categoria topografica	T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
Smorzamento viscoso (%)	5
Classe di duttilità	Non dissipativa
Rotazione del sisma	0 [deg]
Quota dello '0' sismico	0.00 [m]
Regolarità in pianta	Sì
Regolarità in elevazione	Sì
Edificio in acciaio	Sì
Edificio esistente	No
Altezza costruzione fuori terra	5.00 m
Numero modi	5
Metodo di Ritz	applicato
Fattore di comportamento per sisma SLO	1.00
Fattore di comportamento per sisma SLD X	1.00
Fattore di comportamento per sisma SLD Y	1.00
Fattore di comportamento per sisma SLV X	1.5
Fattore di comportamento per sisma SLV Y	1.5

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 175 di 247	

8.6 Risultati di calcolo

In questo capitolo vengono riportati graficamente i valori di sollecitazione ottenuti per gli elementi maggiormente sollecitati. I tabulati relativi alle deformate ed alle sollecitazioni sono riportati nell’Allegato “*Tabulati di calcolo strutturale*”.

L’azione sismica viene implementata attraverso un’analisi dinamica lineare con fattore di struttura. Ai sensi del §7.3.3.1 del D.M. 17/01/2018 è sufficiente considerare n.5 modi di vibrare della struttura al fine di eccitare almeno l’85% delle masse partecipanti.

Di seguito si riportano i risultati dell’analisi modale nonché il calcolo del fattore θ (§7.3.1 del D.M. 17/01/2018).

8.6.1 Risposta modale

Modo: identificativo del modo di vibrare.

Periodo: periodo. [s]

Massa X: massa partecipante in direzione globale X. Il valore è adimensionale.

Massa Y: massa partecipante in direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

Massa Z: massa partecipante in direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

Massa rot X: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale X. Il valore è adimensionale.

Massa rot Y: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

Massa rot Z: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

Totale masse partecipanti:

Traslazione X: 0.999961

Traslazione Y: 0.999986

Traslazione Z: 0

Rotazione X: 0.994427

Rotazione Y: 1

Rotazione Z: 0.59788

Modo	Periodo	Massa X	Massa Y	Massa Z	Massa rot. X	Massa rot. Y	Massa rot. Z	Massa sX	Massa sY
1	0.357271448	0.000000084	0.755826721	0	0.994426228	0.00000013	0.125229654	0.000000084	0.755826721
2	0.286349735	0.327842832	0.000000195	0	0.000000256	0.508523352	0.141706126	0.327842832	0.000000195
3	0.190730765	0.428921515	0	0	0	0.491473479	0.185576749	0.428921515	0
4	0.006880784	0.052274652	0.191678286	0	0.000000458	0.000000615	0.000786619	0.052274652	0.191678286
5	0.006879616	0.190921869	0.0524812	0	0.000000125	0.000002243	0.144581226	0.190921869	0.0524812

<i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.		
		<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		<i>Pag. 176 di 247</i>	

8.6.2 Configurazioni deformate principali

8.6.2.1 Spostamenti nodali estremi SLU

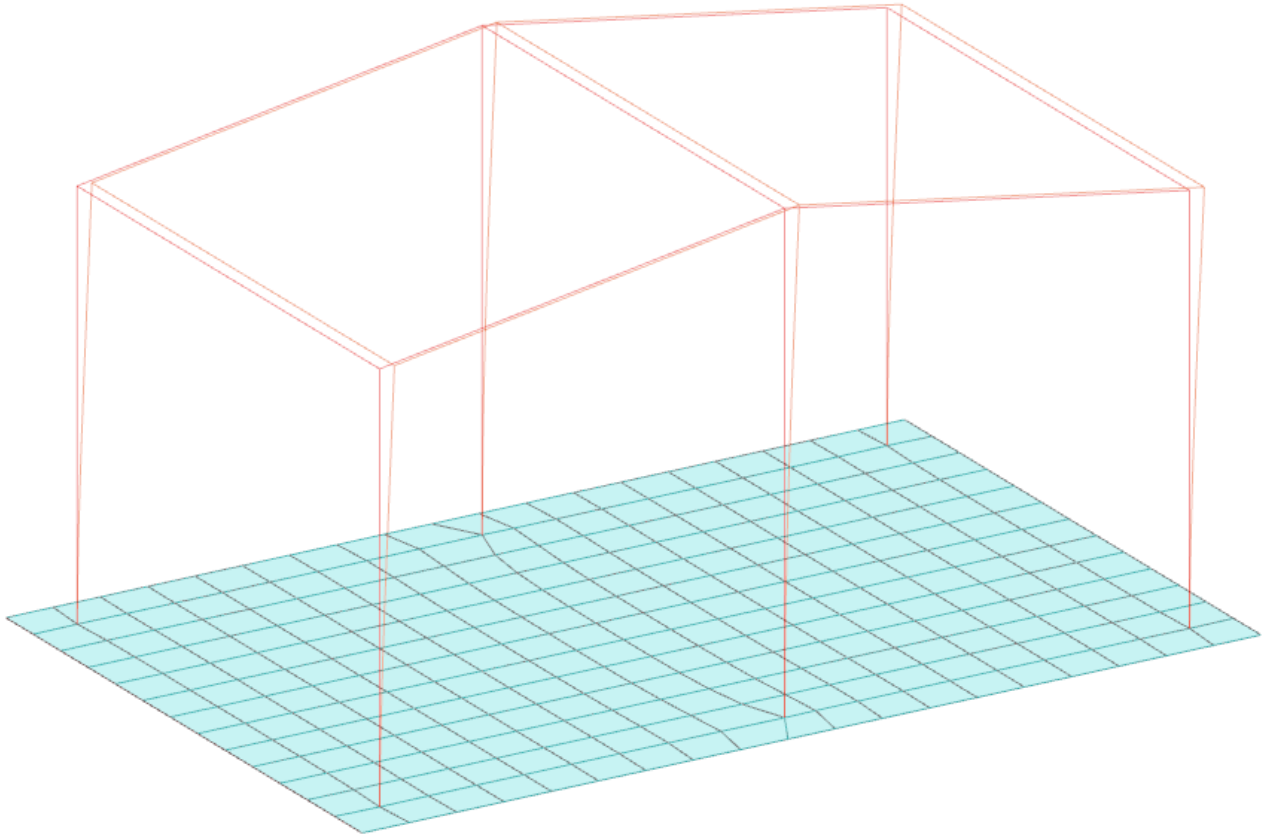


Figura 8-6 - Deformata in condizione SLU 7 direzione X

<i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.		
		<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		<i>Pag. 177 di 247</i>	

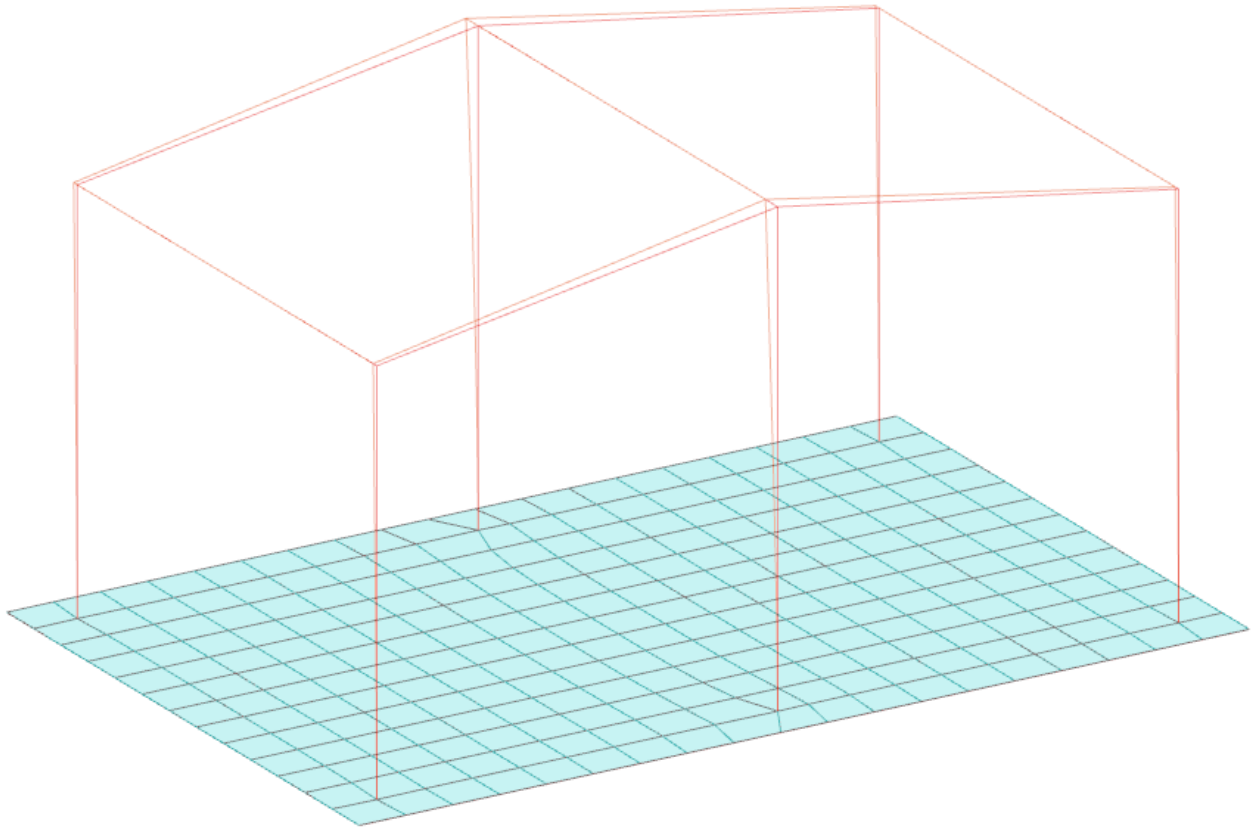


Figura 8-7 - Deformata in condizione SLU 4 direzione Y

<i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.		
		<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		<i>Pag. 178 di 247</i>	

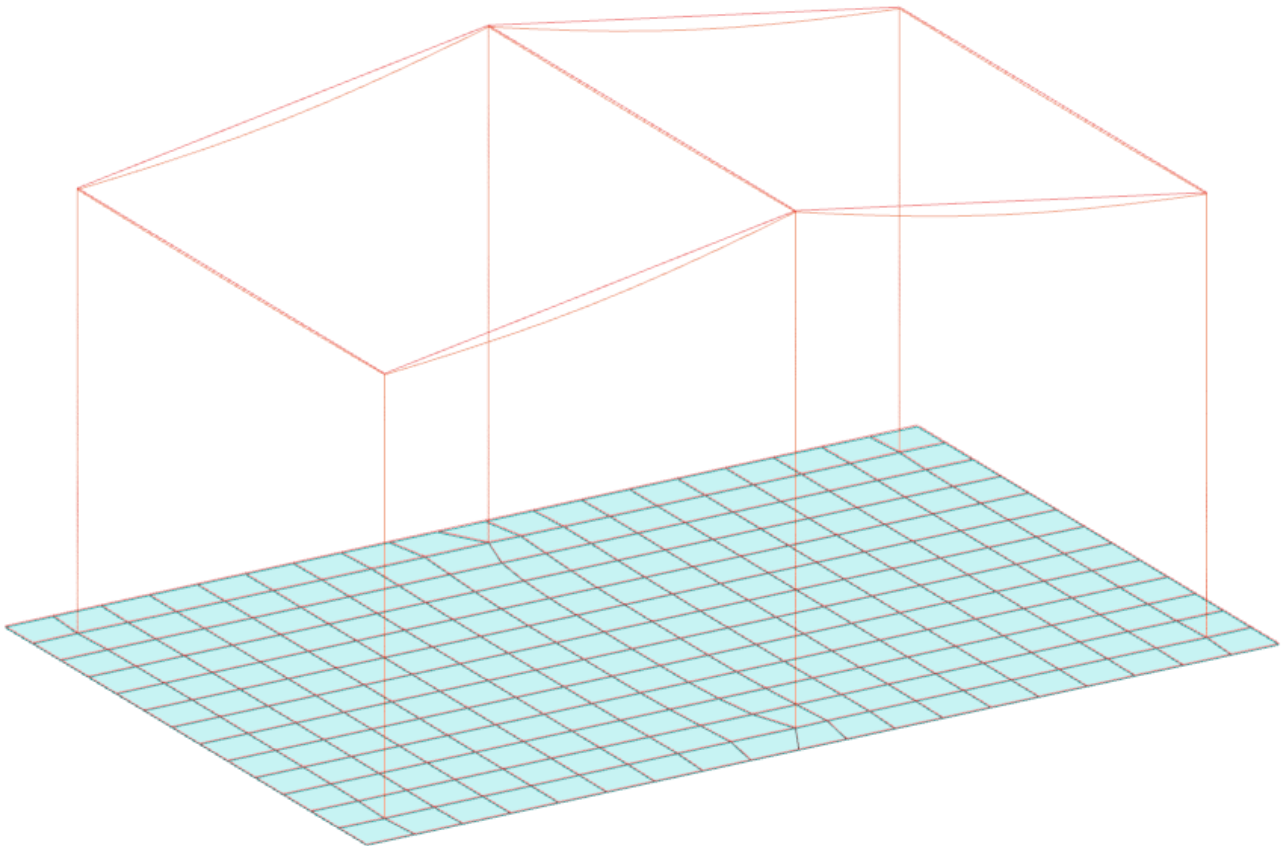


Figura 8-8 - Deformata in condizione SLU 9 direzione Z

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		Rev.	Data
			00	Set. 2023
			Pag. 179 di 247	

8.6.2.2 *Spostamenti nodali estremi SLV*

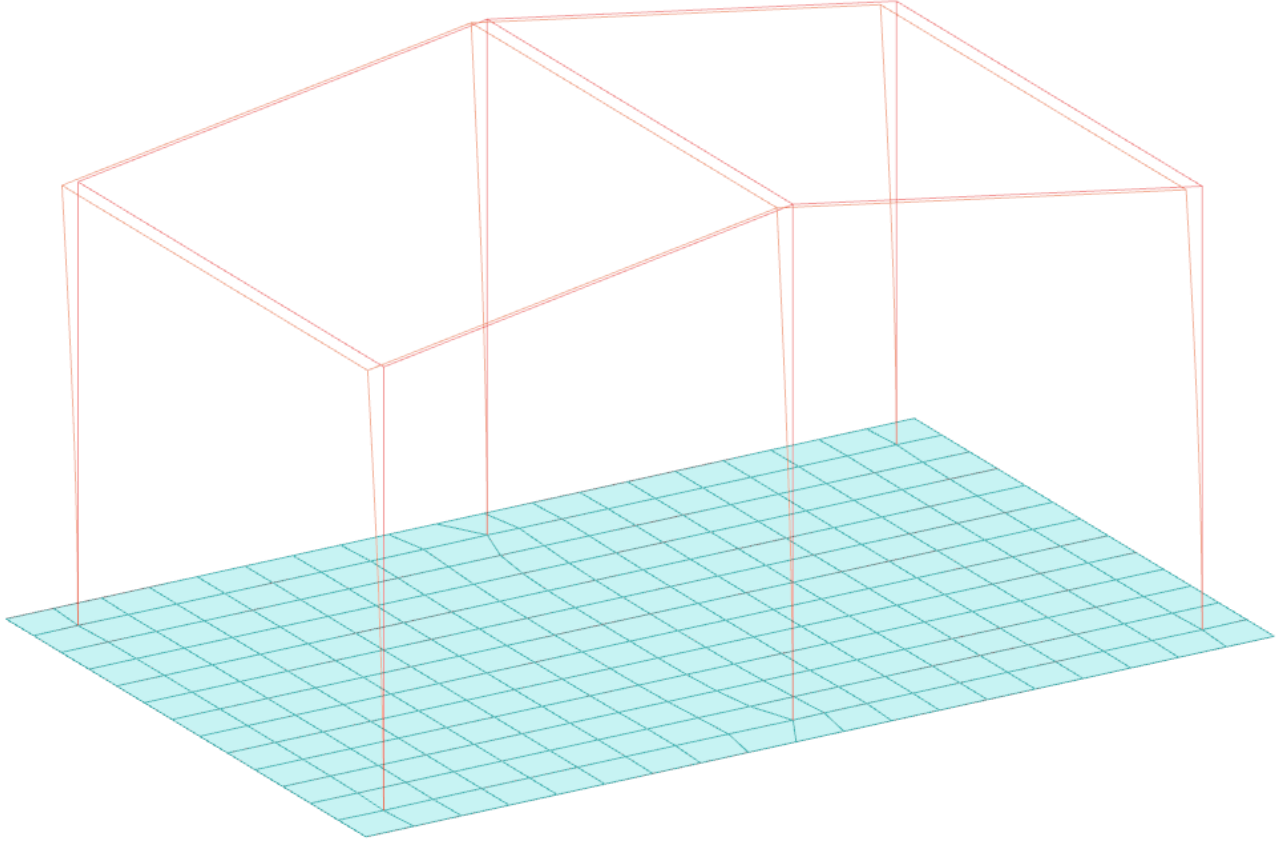


Figura 8-9 - Deformata in condizione SLV 3 direzione X

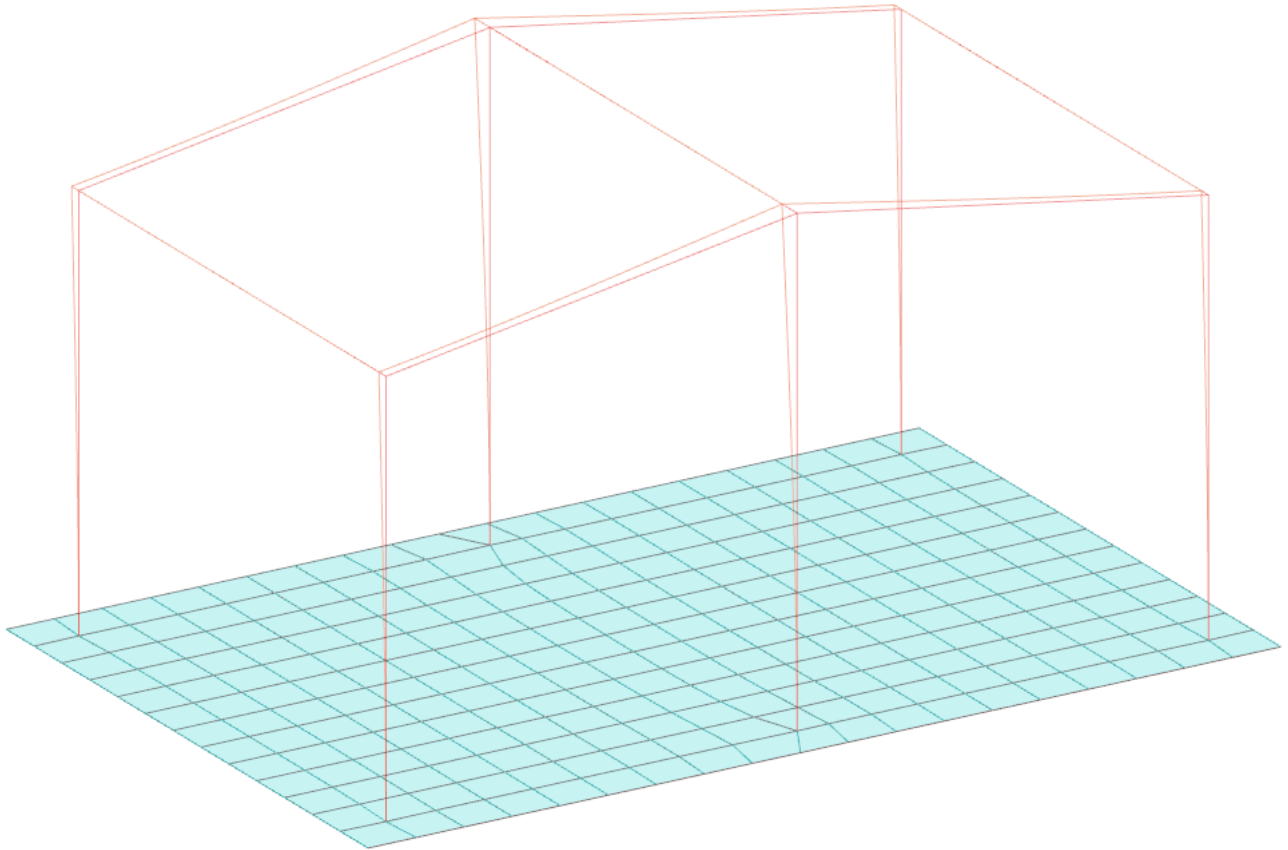


Figura 8-10 - Deformata in condizione SLV 7 direzione Y

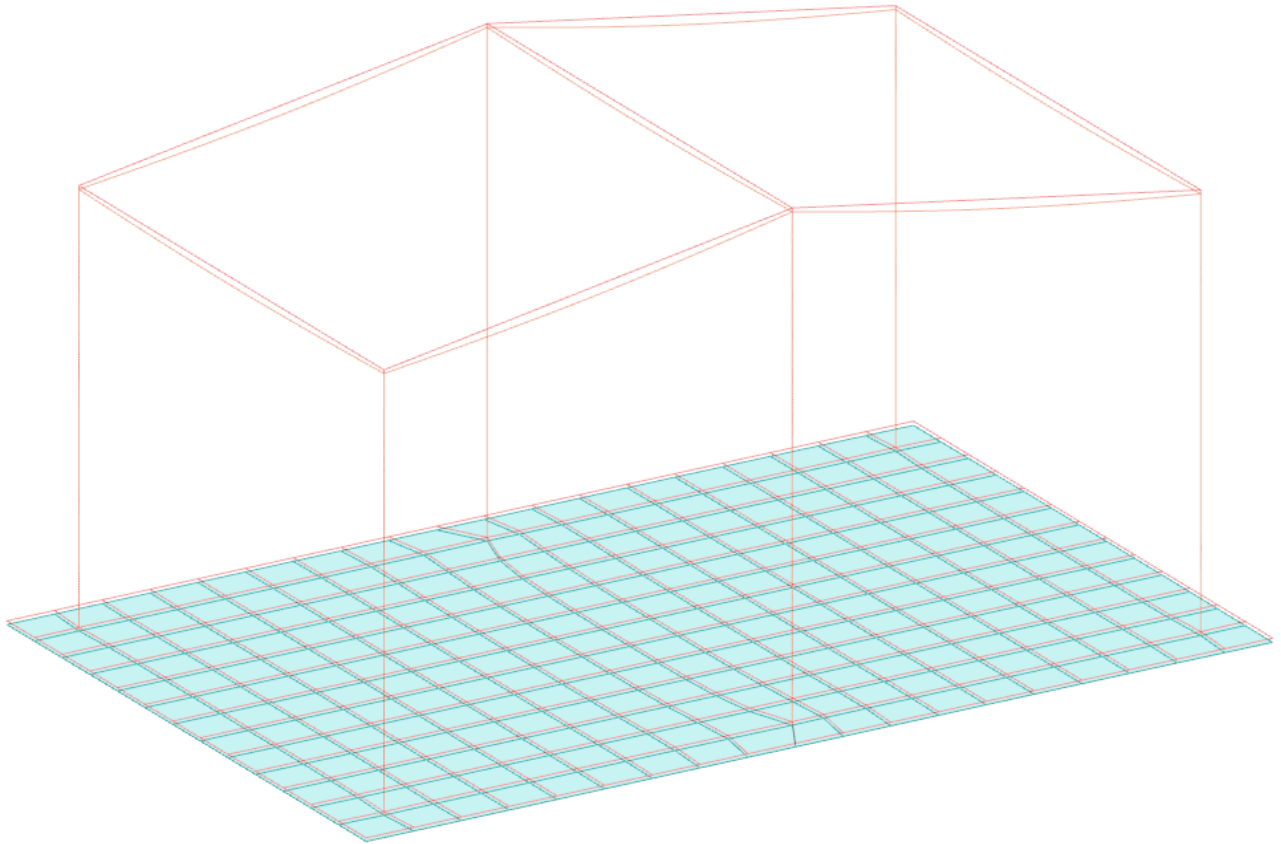


Figura 8-11 - Deformata in condizione SLV 5 direzione Z

<i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.		
		<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		<i>Pag. 182 di 247</i>	

8.6.2.3 *Spostamenti nodali estremi SLD*

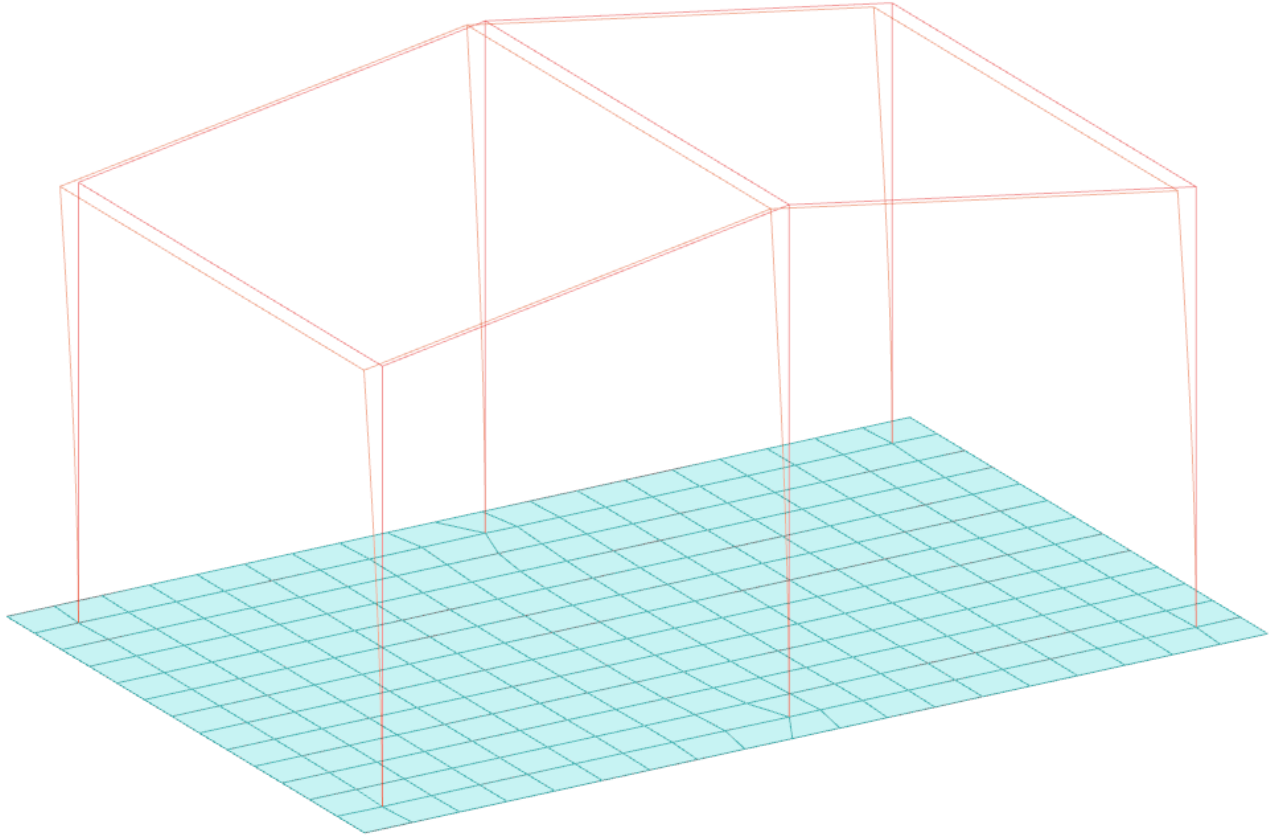


Figura 8-12 - Deformata in condizione SLD 3 direzione X

<i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.		
		<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		<i>Pag. 183 di 247</i>	

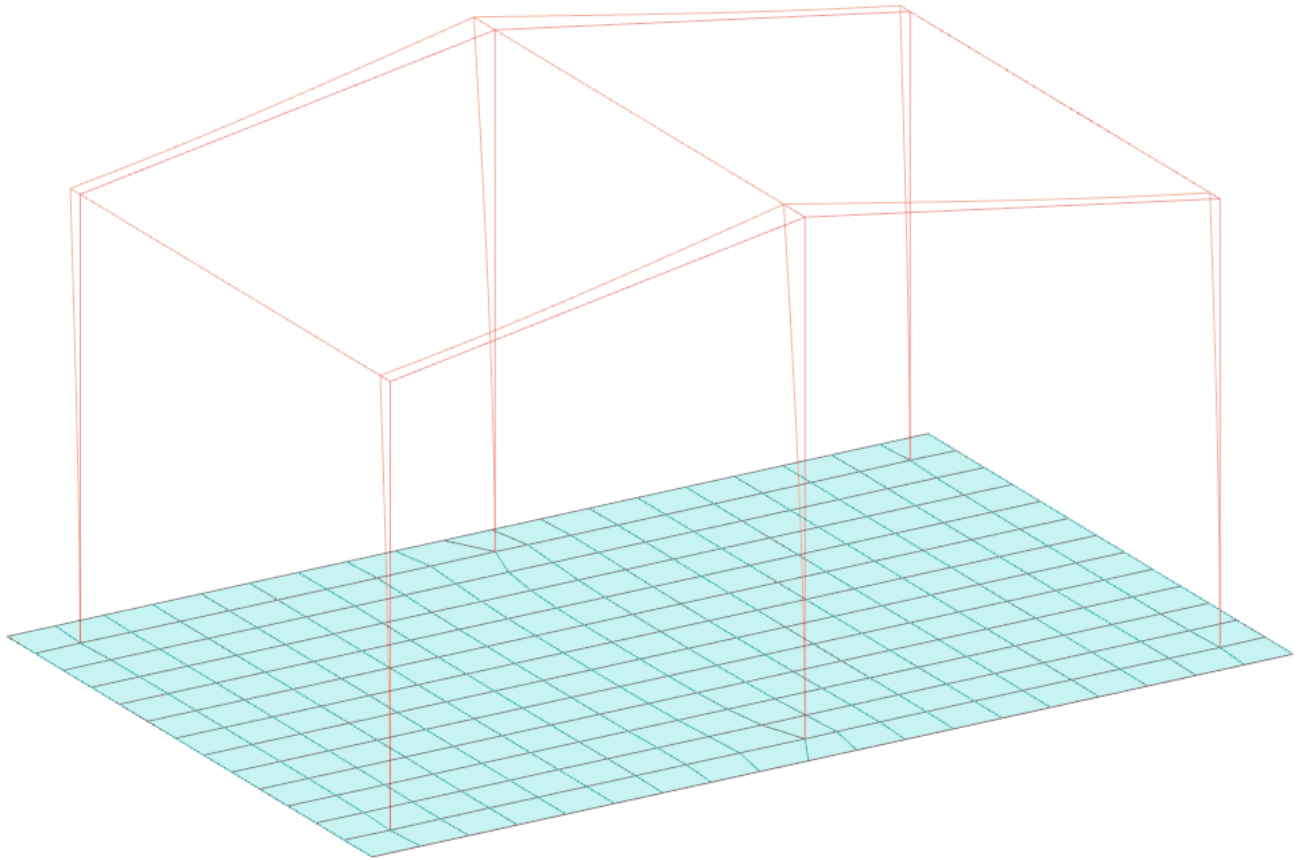


Figura 8-13 - Deformata in condizione SLD 7 direzione Y

<i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.		
		<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		<i>Pag. 184 di 247</i>	

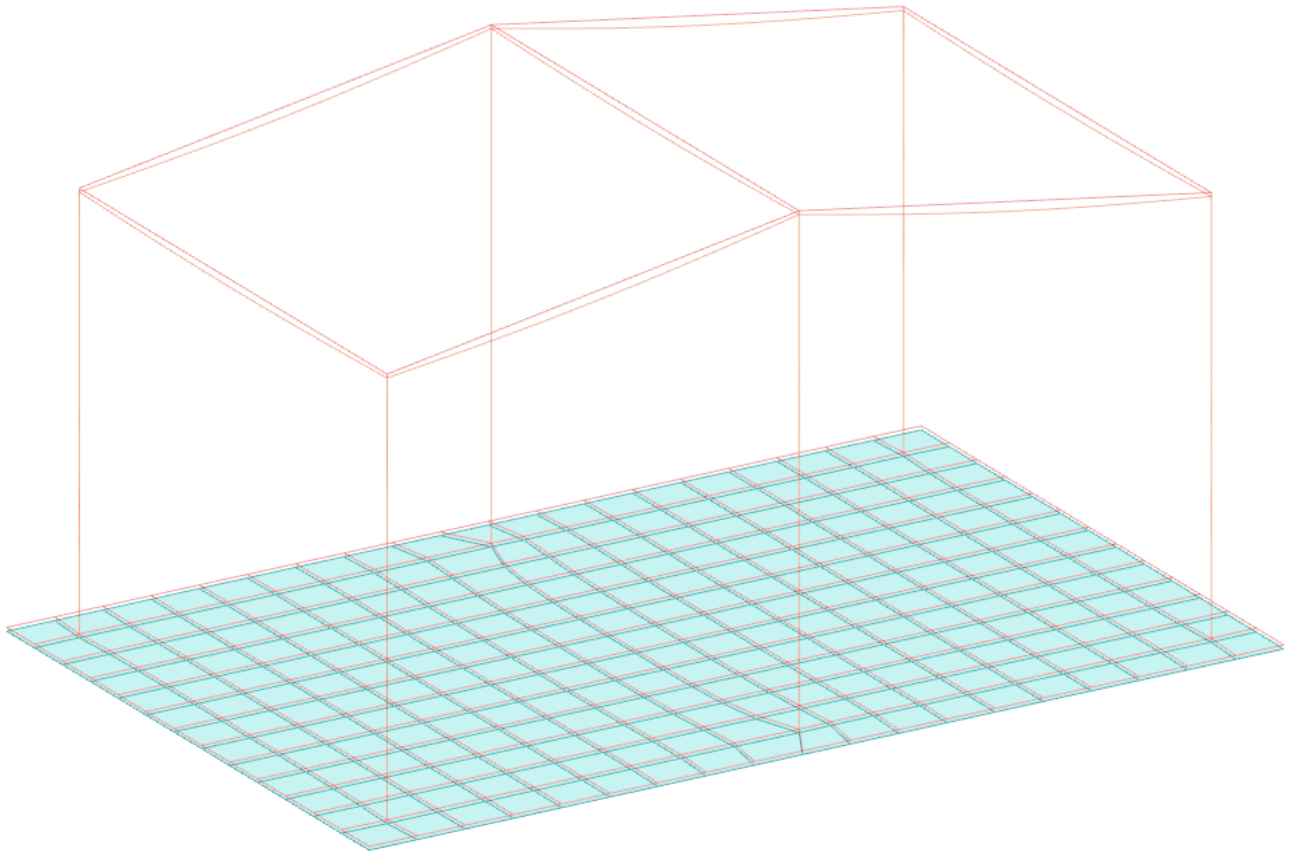


Figura 8-14 - Deformata in condizione SLD 5 direzione Z

8.6.3 Valori di sollecitazione

8.6.3.1 Sollecitazioni platea di fondazione

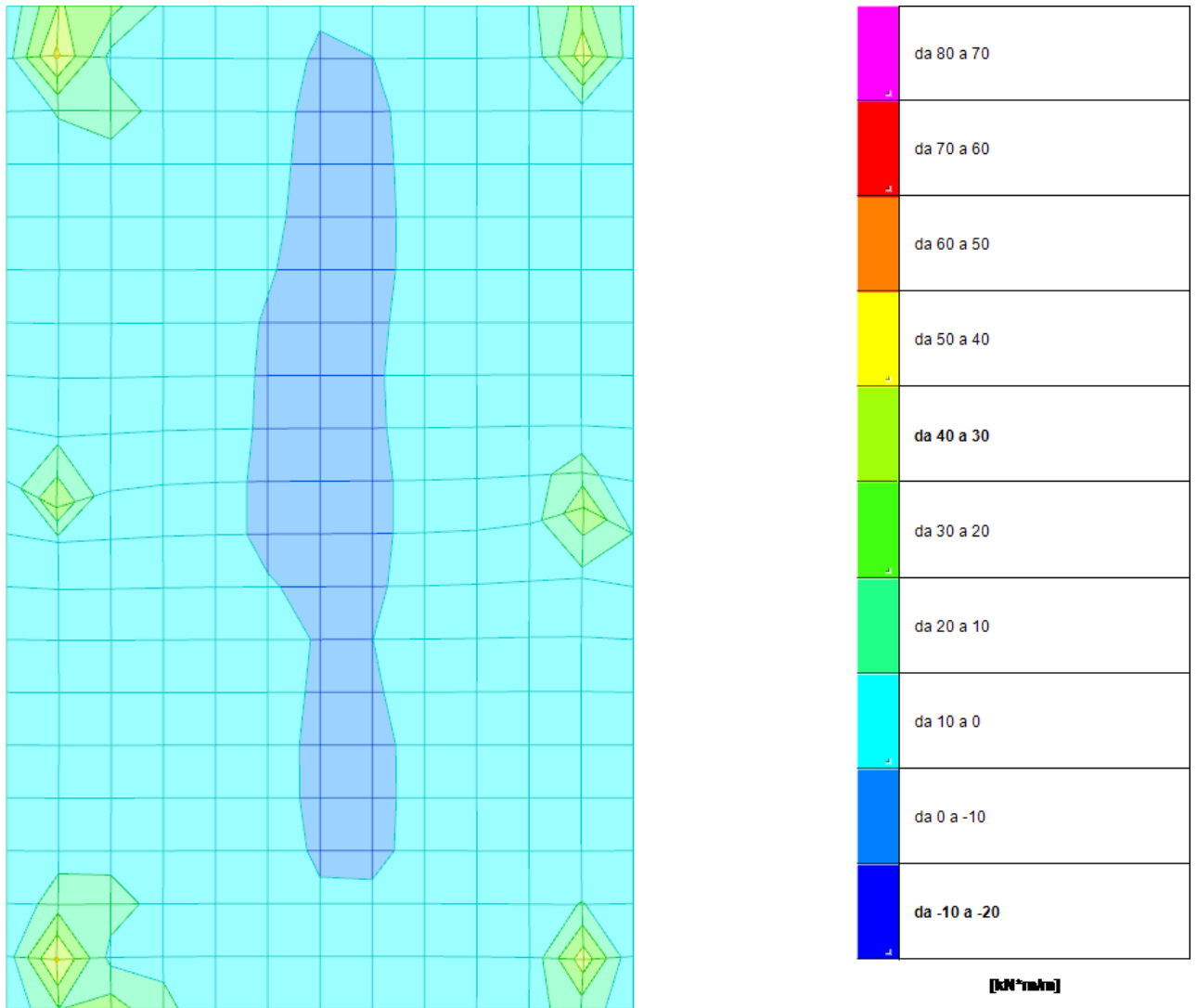


Figura 8-15 - Sollecitazione gusci Mxx massime

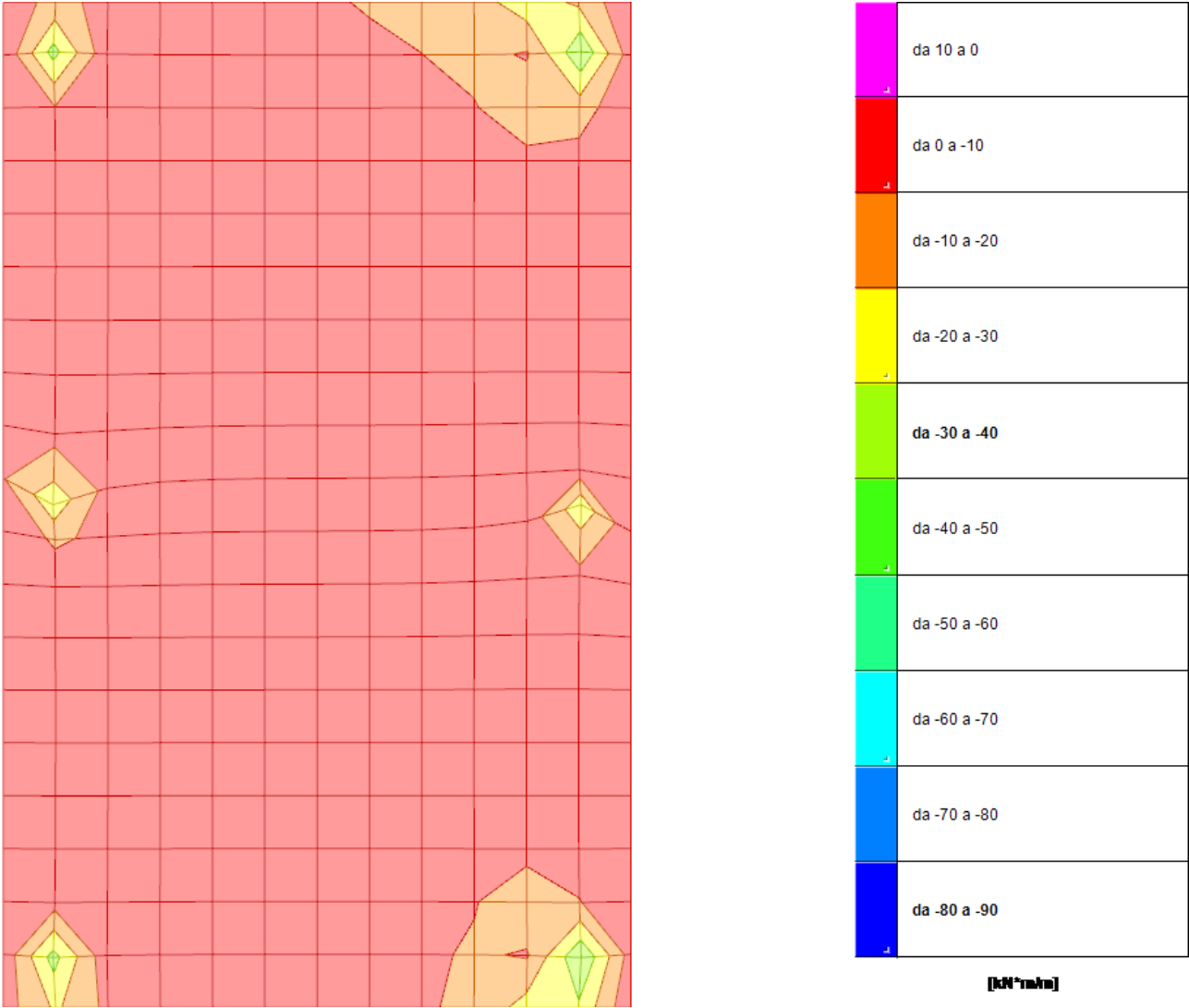
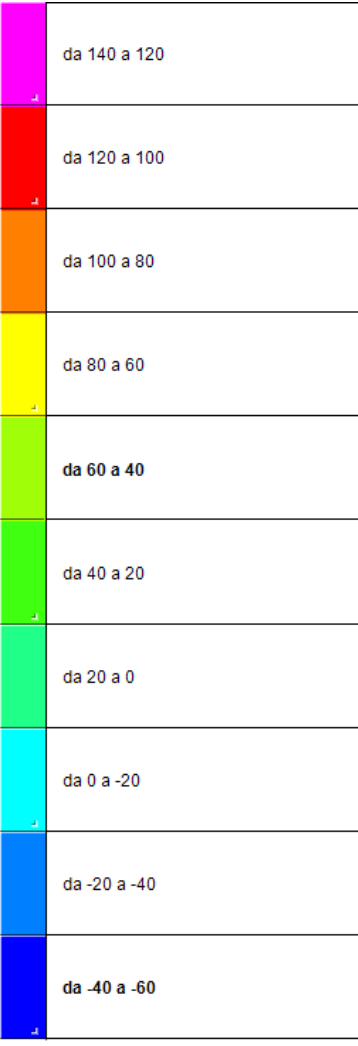
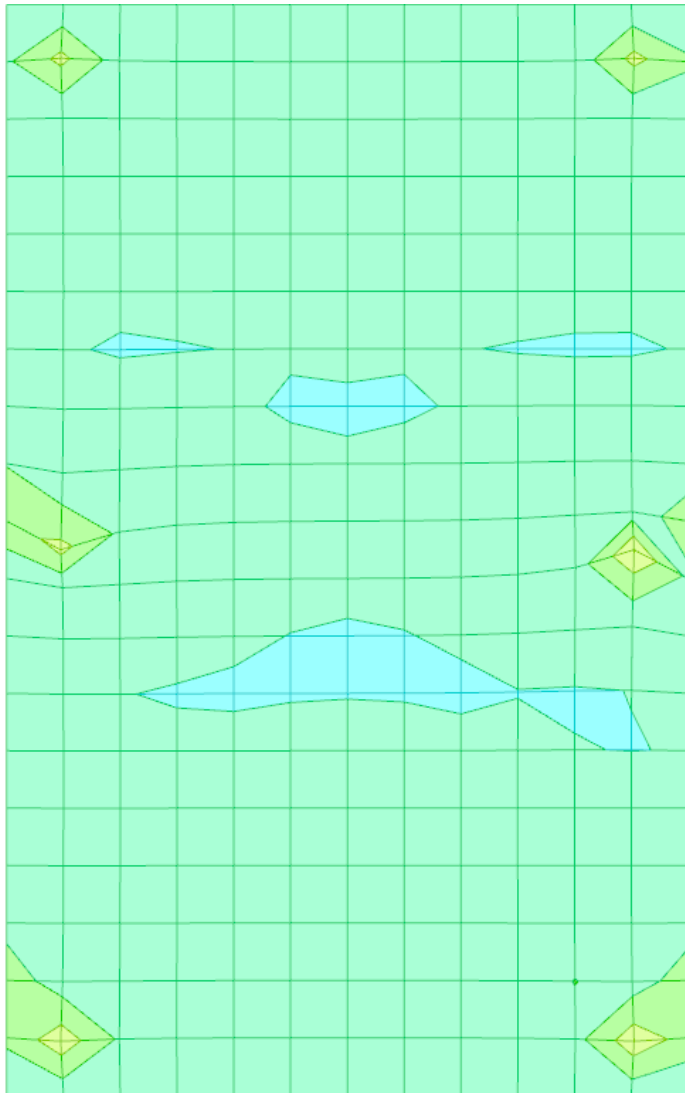


Figura 8-16 - Sollecitazione gusci Mxx minime



[kN/m²]

Figura 8-17 - Sollecitazione gusci Myy massime

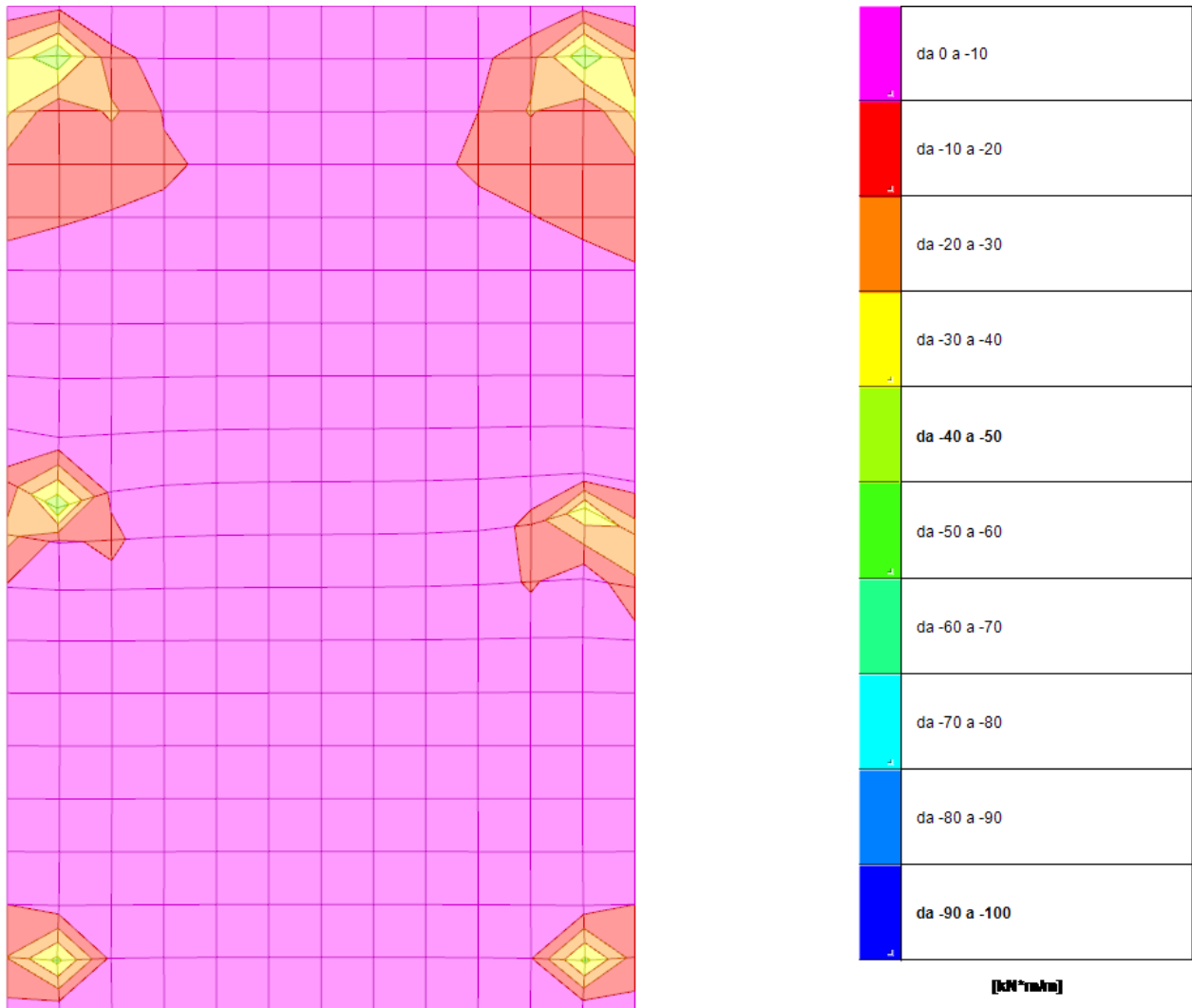


Figura 8-18 - Sollecitazione gusci Myy minime

8.6.3.2 Sollecitazioni travi e pilastri

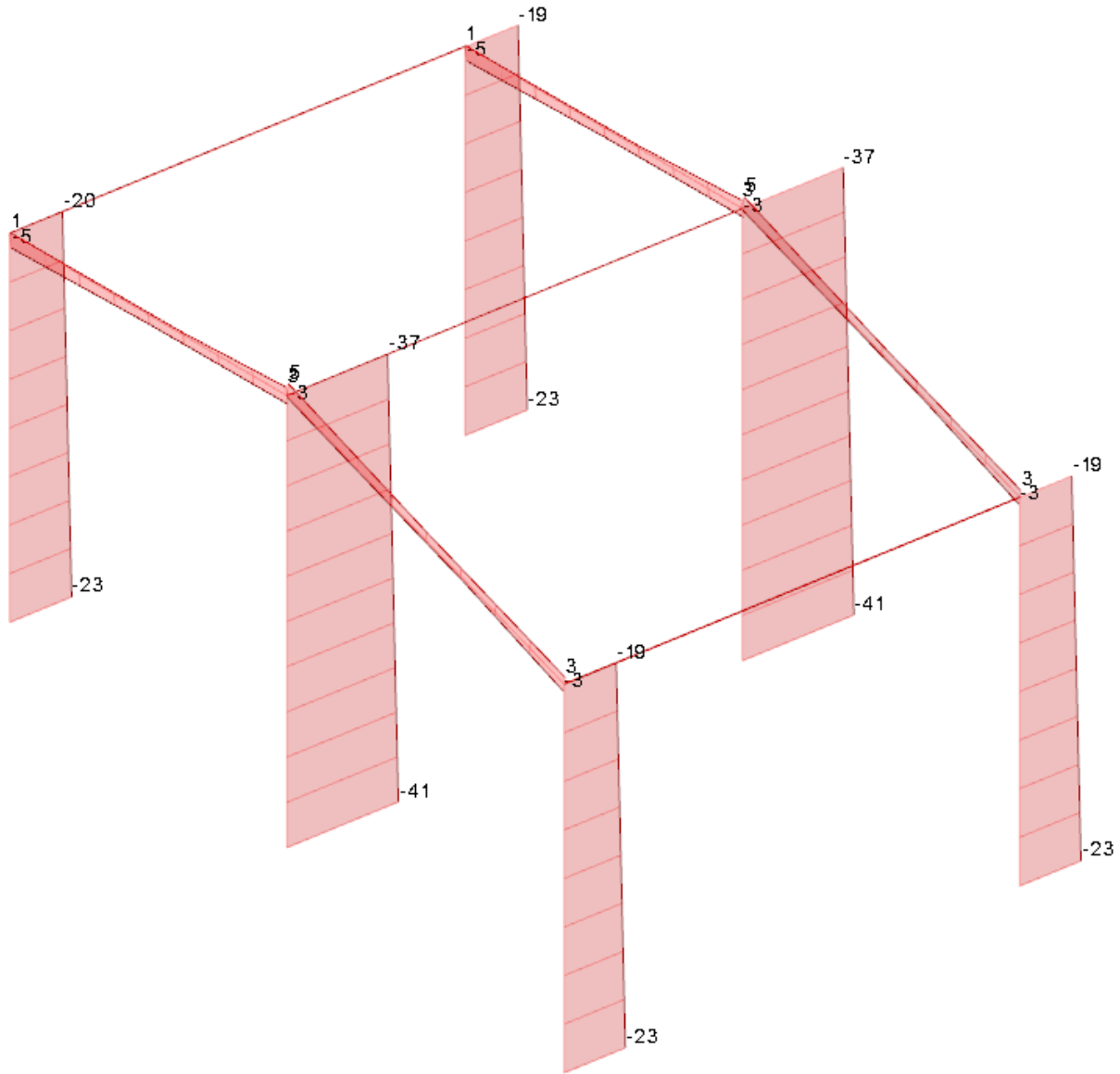


Figura 8-19 - Sollecitazione travi e pilastri F1 (N)

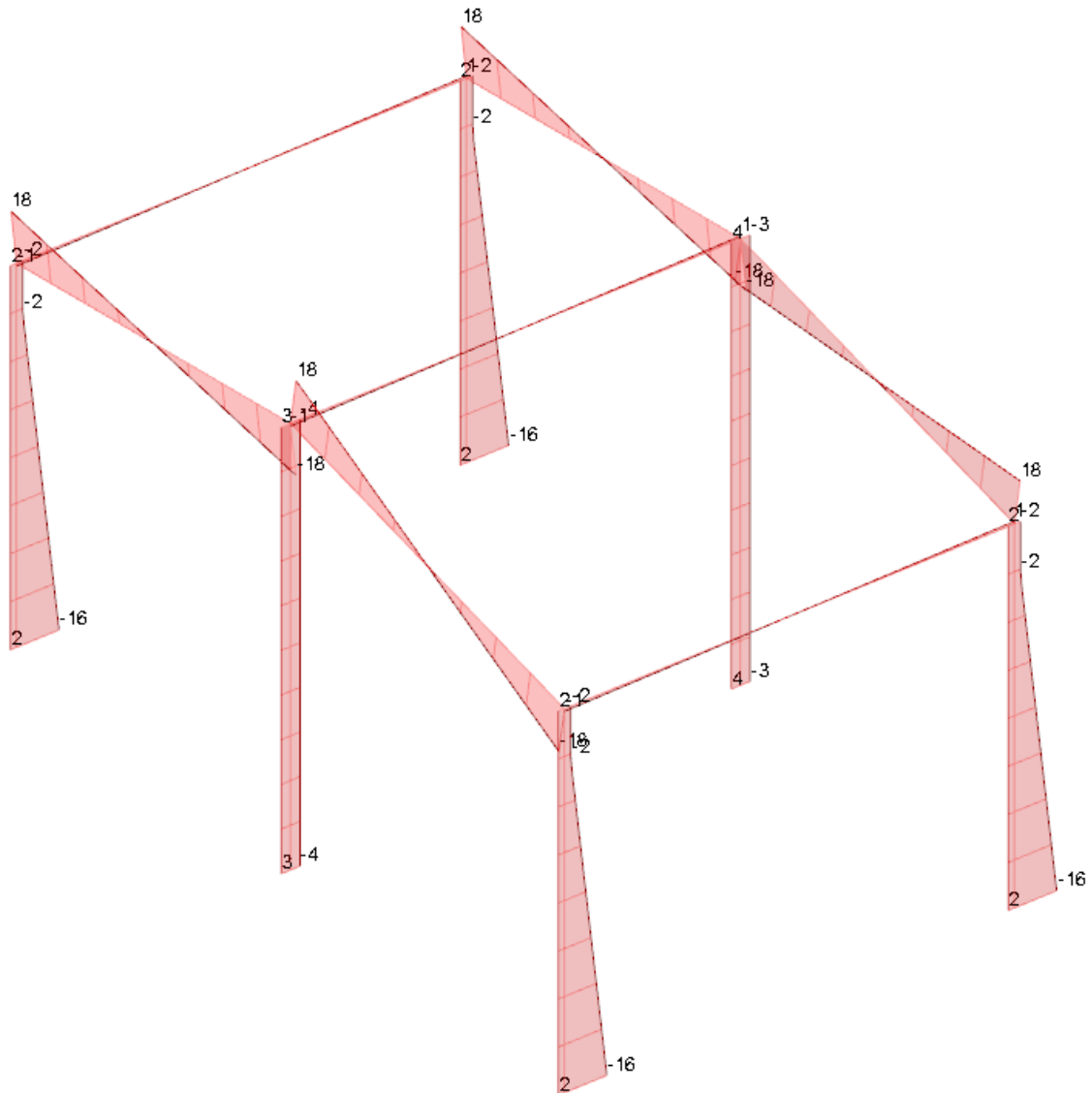


Figura 8-20 - Sollecitazione travi e pilastri F2

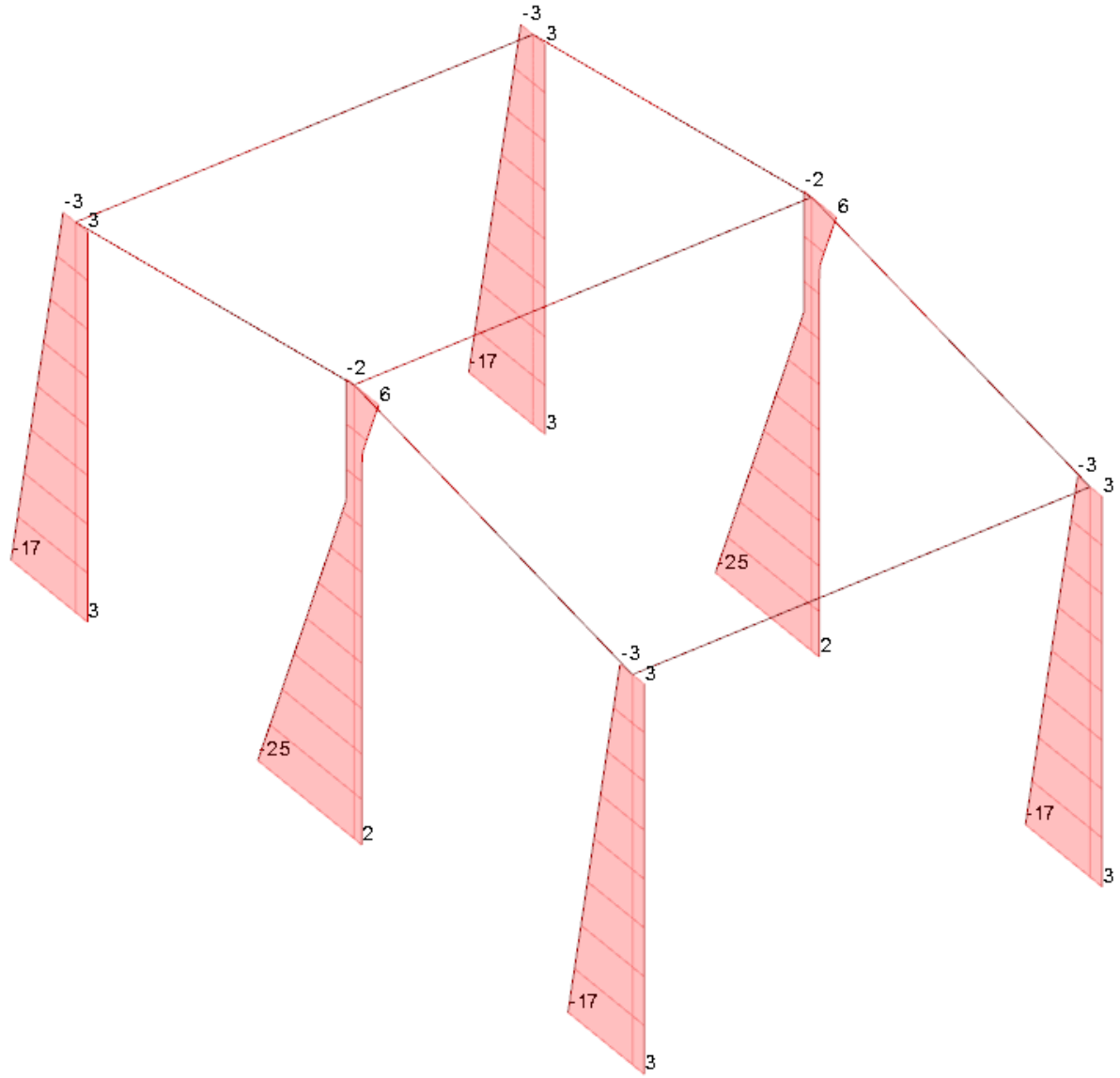


Figura 8-21 - Sollecitazione travi e pilastri F3

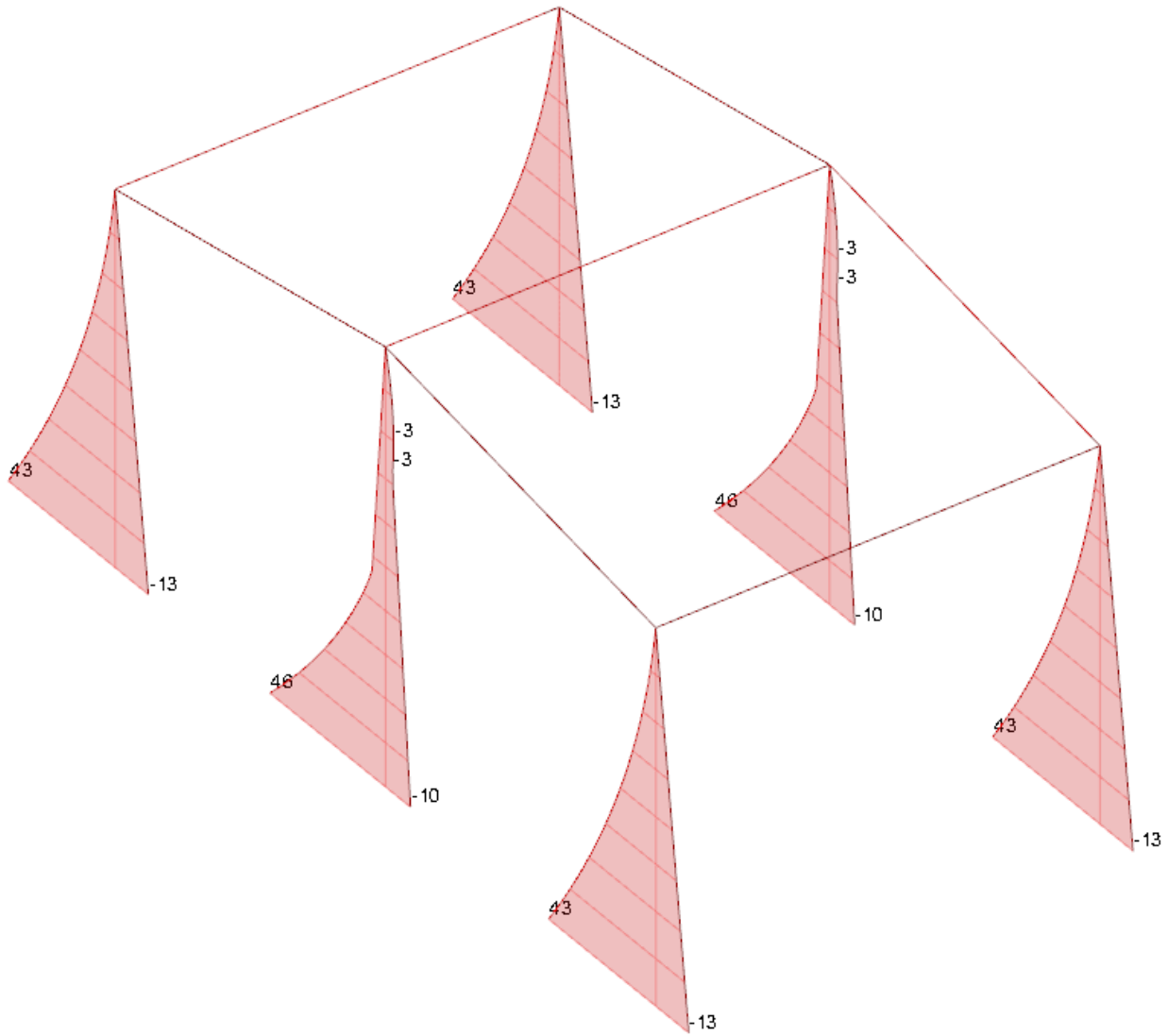


Figura 8-22 - Sollecitazione travi e pilastri M2

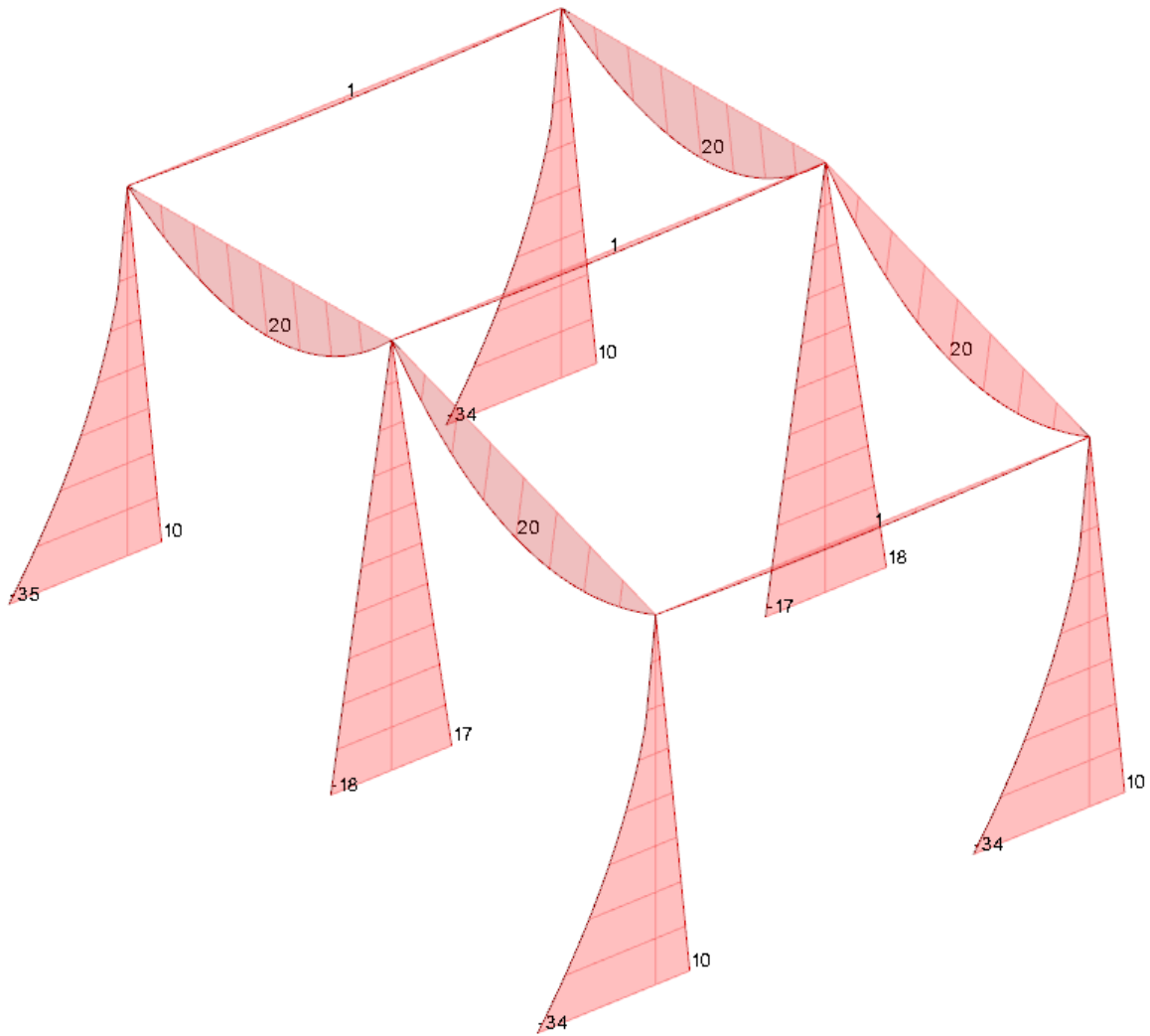


Figura 8-23 - Sollecitazione travi e pilastri M3

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		<p>Rev. Data</p>
	<p>00</p>	<p>Set. 2023</p>	<p>Pag. 194 di 247</p>

8.7 Verifiche

Sono state effettuate le verifiche su tutti gli elementi strutturali. In questo paragrafo viene riportato il diagramma relativo all’esito delle verifiche di sicurezza su tutti gli elementi strutturali (il colore verde indica l’esito positivo delle verifiche di sicurezza).

I tabulati relativi alle verifiche di sicurezza sono riportati nell’ Allegato **“Tabulati di calcolo strutturale”**.

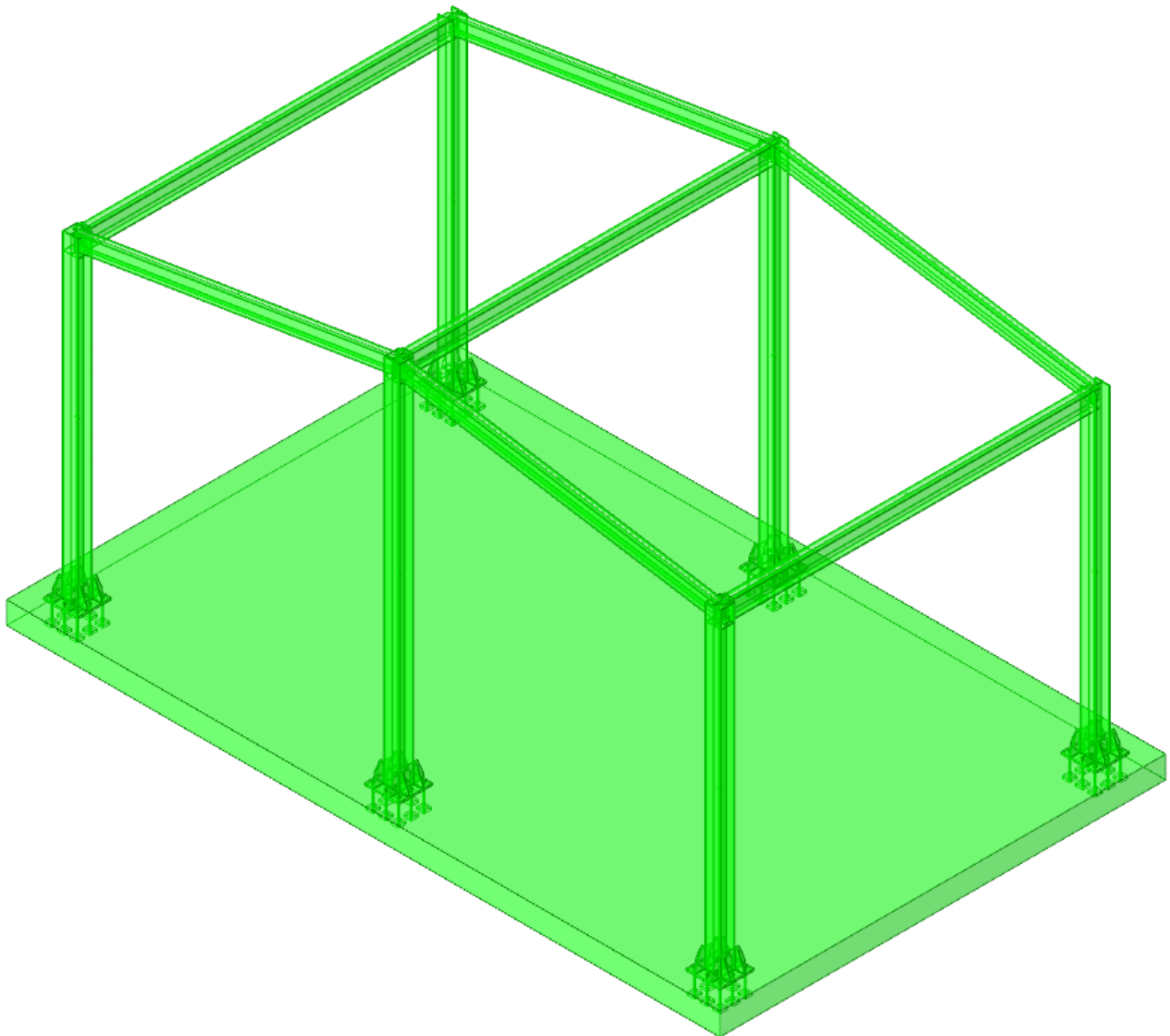


Figura 8-24 - Esito delle verifiche di sicurezza

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		
		<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		Pag. 195 di 247	

8.8 Adempimenti di cui al §10.2 delle NTC 2018

8.8.1 Informazioni generali sull’elaborazione

Dalla osservazione critica del modello e dei risultati di calcolo, sia in termini di deformazioni che in termini di sollecitazioni, non si riscontrano anomalie o singolarità. In particolare:

- la mesh operata in sede di modellazione agli elementi finiti (FEM) della struttura presenta maglia regolare ed è tale da garantire una distribuzione realistica degli sforzi e degli spostamenti;
- l’ordine di grandezza degli spostamenti massimi (pari al centimetro) è coerente con i valori di spostamento attesi per strutture a telaio, tenendo conto anche del fatto che la struttura è in acciaio da carpenteria;
- le sollecitazioni ottenute, sia per quanto riguarda la platea di fondazione sia per le travi e pilastri in elevazione, presentano un andamento realistico: in corrispondenza delle intersezioni tra pilastri e platea si osservano dei leggeri picchi di sollecitazioni dovuti ai momenti di incastro; l’andamento dei momenti e del taglio su travi e pilastri è coerente con i diagrammi attesi dalla scienza delle costruzioni.

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>					<p>Rev.</p>	<p>Data</p>
						<p>00</p>	<p>Set. 2023</p>
	<p>Pag. 196 di 247</p>						

8.8.2 Controlli

Si riporta, di seguito, il tabulato relativo alle verifiche di equilibrio tra le forze applicate e le reazioni vincolari al fine di effettuare il controllo prescritto dal §10.2 delle NTC2018.

Contributo: Nome attribuito al sistema risultante.

Fx: Componente X di forza del sistema risultante. [kN]

Fy: Componente Y di forza del sistema risultante. [kN]

Fz: Componente Z di forza del sistema risultante. [kN]

*Mx: Componente di momento attorno l'asse X del sistema risultante. [kN*m]*

*My: Componente di momento attorno l'asse Y del sistema risultante. [kN*m]*

*Mz: Componente di momento attorno l'asse Z del sistema risultante. [kN*m]*

Bilancio in condizione di carico: Pesì strutturali

<i>Contributo</i>	<i>Fx</i>	<i>Fy</i>	<i>Fz</i>	<i>Mx</i>	<i>My</i>	<i>Mz</i>
Forze applicate	0	0	-457.26584	-1977.6748	1223.1861	0
Reazioni	0	0	457.26584	1977.6748	-1223.1861	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Permanenti portati

<i>Contributo</i>	<i>Fx</i>	<i>Fy</i>	<i>Fz</i>	<i>Mx</i>	<i>My</i>	<i>Mz</i>
Forze applicate	0	0	-8.82387	-38.1632	23.6039	0
Reazioni	0	0	8.82387	38.1632	-23.6039	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Variabile H

<i>Contributo</i>	<i>Fx</i>	<i>Fy</i>	<i>Fz</i>	<i>Mx</i>	<i>My</i>	<i>Mz</i>
Forze applicate	0	0	-22.05967	-95.4081	59.0096	0
Reazioni	0	0	22.05967	95.4081	-59.0096	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Neve

<i>Contributo</i>	<i>Fx</i>	<i>Fy</i>	<i>Fz</i>	<i>Mx</i>	<i>My</i>	<i>Mz</i>
Forze applicate	0	0	-84.49204	-365.4281	226.0162	0
Reazioni	0	0	84.49204	365.4281	-226.0162	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Vento +X

<i>Contributo</i>	<i>Fx</i>	<i>Fy</i>	<i>Fz</i>	<i>Mx</i>	<i>My</i>	<i>Mz</i>
Forze applicate	0	77.648	0	-181.5382	0	207.7084
Reazioni	0	-77.648	0	181.5382	0	-207.7084
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Vento +Y

<i>Contributo</i>	<i>Fx</i>	<i>Fy</i>	<i>Fz</i>	<i>Mx</i>	<i>My</i>	<i>Mz</i>
Forze applicate	41.968	0	0	0	90.2312	-181.5116
Reazioni	-41.968	0	0	0	-90.2312	181.5116
Totale	0	0	0	0	0	0

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		Rev.	Data
			00	Set. 2023
			Pag. 197 di 247	

Bilancio in condizione di carico: Sisma X SLV

<i>Contributo</i>	<i>Fx</i>	<i>Fy</i>	<i>Fz</i>	<i>Mx</i>	<i>My</i>	<i>Mz</i>
Forze applicate	16.35597	0	0	0	75.6395	-70.7396
Reazioni	-16.35597	0	0	0	-75.6395	70.7396
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma Y SLV

<i>Contributo</i>	<i>Fx</i>	<i>Fy</i>	<i>Fz</i>	<i>Mx</i>	<i>My</i>	<i>Mz</i>
Forze applicate	0	16.35597	0	-75.6395	0	43.7522
Reazioni	0	-16.35597	0	75.6395	0	-43.7522
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma X SLD

<i>Contributo</i>	<i>Fx</i>	<i>Fy</i>	<i>Fz</i>	<i>Mx</i>	<i>My</i>	<i>Mz</i>
Forze applicate	7.12258	0	0	0	32.9389	-30.8051
Reazioni	-7.12258	0	0	0	-32.9389	30.8051
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma Y SLD

<i>Contributo</i>	<i>Fx</i>	<i>Fy</i>	<i>Fz</i>	<i>Mx</i>	<i>My</i>	<i>Mz</i>
Forze applicate	0	7.12258	0	-32.9389	0	19.0529
Reazioni	0	-7.12258	0	32.9389	0	-19.0529
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma X SLO

<i>Contributo</i>	<i>Fx</i>	<i>Fy</i>	<i>Fz</i>	<i>Mx</i>	<i>My</i>	<i>Mz</i>
Forze applicate	8.49523	0	0	0	39.2869	-36.7419
Reazioni	-8.49523	0	0	0	-39.2869	36.7419
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma Y SLO

<i>Contributo</i>	<i>Fx</i>	<i>Fy</i>	<i>Fz</i>	<i>Mx</i>	<i>My</i>	<i>Mz</i>
Forze applicate	0	8.49523	0	-39.2869	0	22.7247
Reazioni	0	-8.49523	0	39.2869	0	-22.7247
Totale	0	0	0	0	0	0

L'applicazione dei carichi alla struttura modellata può quindi considerarsi corretta, essendo soddisfatto, per ogni condizione di carico, l'equilibrio tra le reazioni vincolari e le forze applicate.

8.8.3 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

Sulla base di quanto esposto nel §8.8.1 e nel §8.8.2 della presente Relazione si ritengono accettabili i risultati relativi alla modellazione, all'applicazione delle azioni, all'andamento delle deformate nonché al calcolo delle sollecitazioni sulla struttura.

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		<p>Rev. Data</p>
	<p>00</p>	<p>Set. 2023</p>	
			<p>Pag. 198 di 247</p>

9 VANO DI DISINFEZIONE

9.1 Definizione generale della struttura

Il *Vano di disinfezione* è rappresentato da una **struttura a pareti in c.a.** avente ingombro esterno di dimensioni 8,40 m x 2,50 m e realizzata con pareti perimetrali di spessore pari a 0,30 m.

Il vano presenta due altezze differenti, in particolare: il **vano di disinfezione**, avente dimensioni interne di 6,75 m x 1,90 m, presenta altezza di 1,60 m, mentre il **vano di uscita**, avente dimensioni interne di 1,055 m x 1,90 m, presenta altezza di 3,55 m. Il vano di disinfezione è suddiviso in **n.2 linee di processo** mediante una parete interna, posta secondo la direzione longitudinale dell’opera, avente lunghezza di 4,80 m, spessore di 0,30 m ed altezza di 1,60 m.

Il vano di disinfezione è fondato su una platea “principale” dello spessore di 0,30 m ed il vano di uscita è fondato su una platea “ribassata” dello spessore di 0,30 m: le due platee sono raccordate tra loro da una parete avente altezza di 1,95 m e spessore pari a 0,30 m.

Sul coronamento di parte del vano di disinfezione (per tutta la lunghezza della parete interna) è prevista la realizzazione di copertura con lastre piane in PRFV.

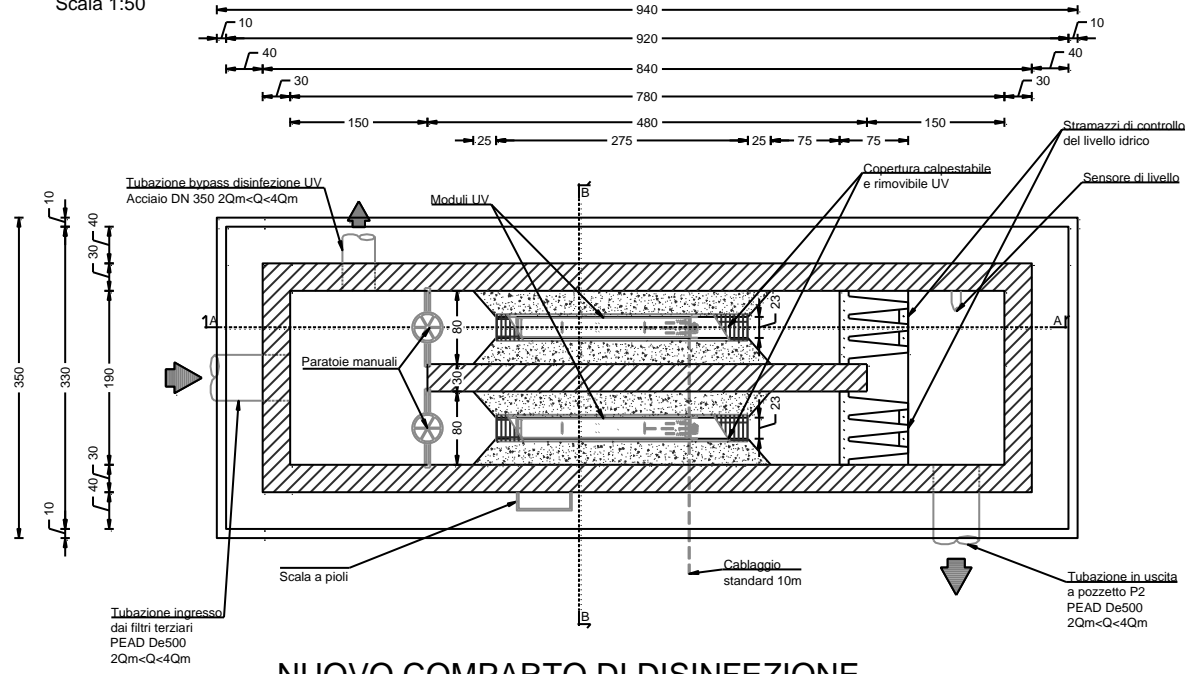
La struttura è realizzata parzialmente interrata con quota di estradosso della platea di fondazione “principale” pari a -0,55 m rispetto al piano campagna, quota di estradosso della platea di fondazione “ribassata” pari a -2,50 m rispetto al p.c. e livello di coronamento dell’opera pari a +1,05 m rispetto al p.c.

Nelle successive figure sono riportati gli architettonici della struttura e delle viste del modello utilizzato nel programma di calcolo.

NUOVO COMPARTO DI DISINFEZIONE

Pianta attrezzata

Scala 1:50



NUOVO COMPARTO DI DISINFEZIONE

Pianta grigliati, camminamenti e parapetti - macchine non rappresentate

Scala 1:50

- NOTE:**
- 1. Le quote lineari si riferiscono ai parapetti, se non diversamente indicato.
 - 2. Le quote altimetriche si riferiscono ai piani di camminamento e calpestio, se non diversamente indicato.

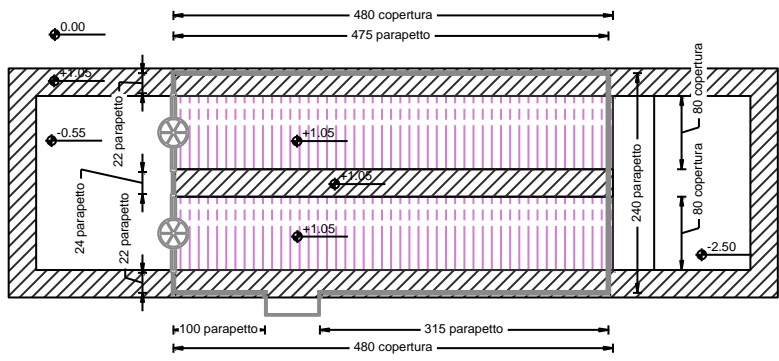


Figura 9-1 - Architettonico, piante

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		
		<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		<i>Pag. 201 di 247</i>	

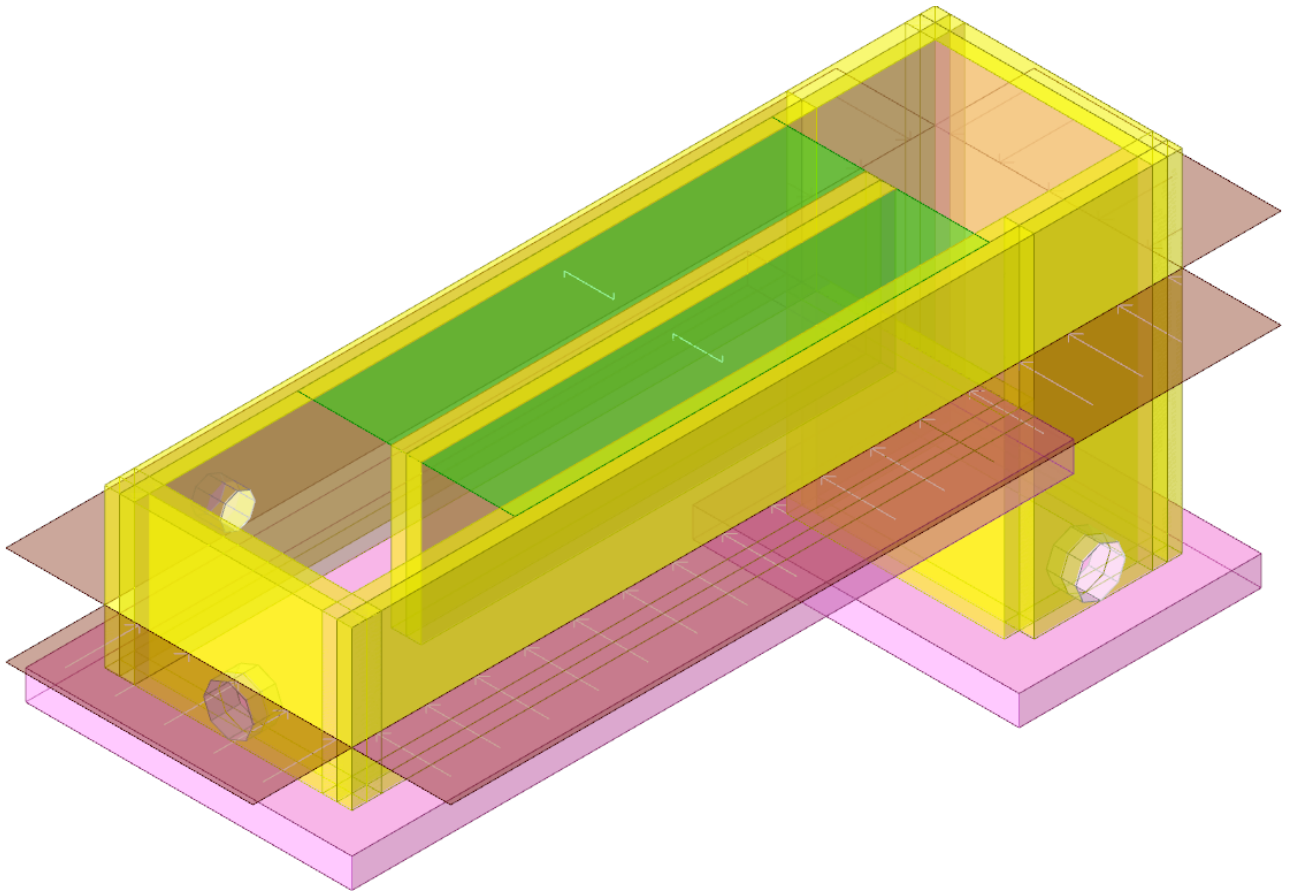


Figura 9-3 - Modello tridimensionale della struttura, vista 1

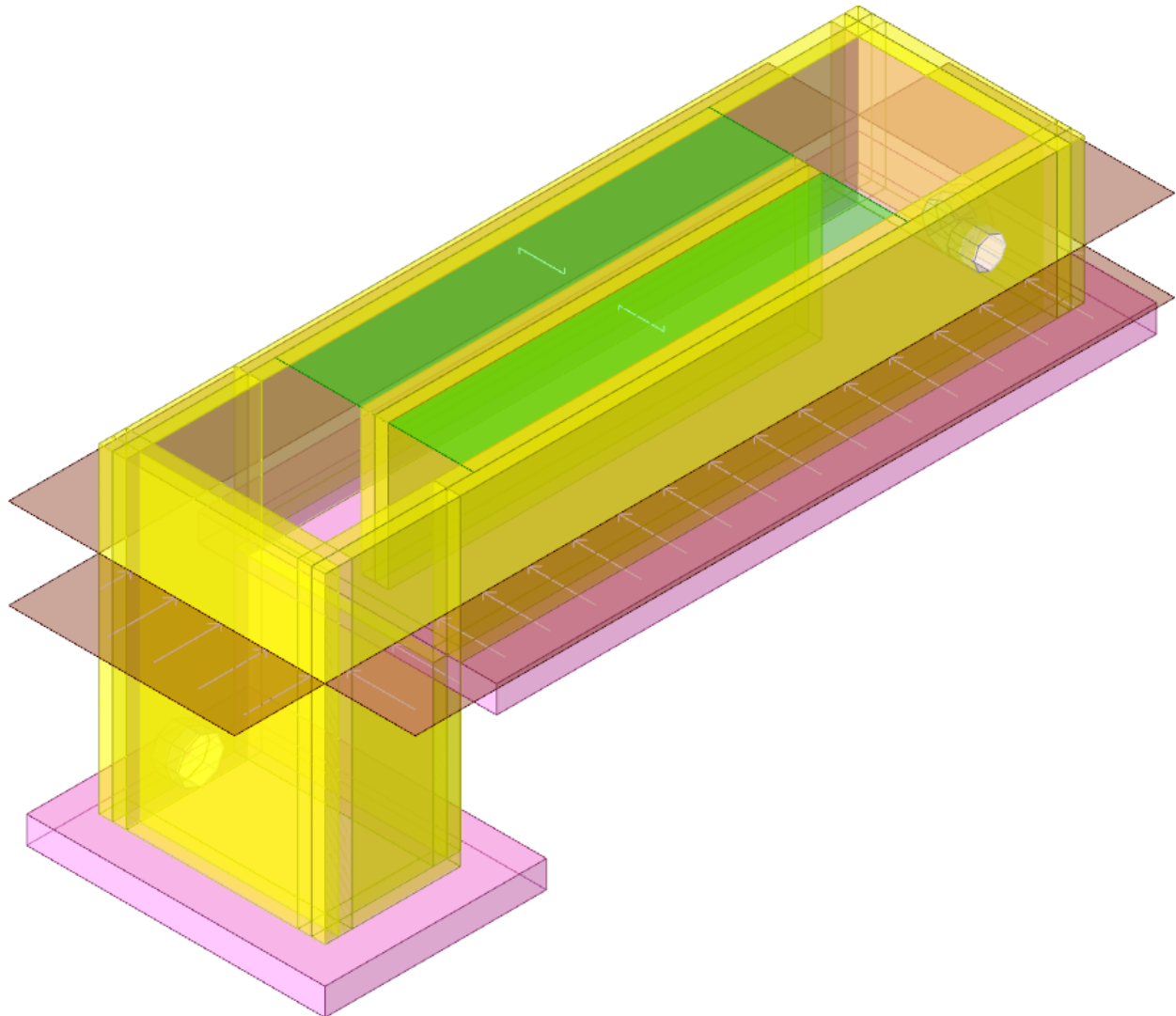


Figura 9-4 - Modello tridimensionale della struttura, vista 2

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		
		<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		Pag. 203 di 247	

9.2 Quote

Nella definizione del modello, è necessario definire delle quote, per le quali si intende non tanto la Z di un punto quanto un piano nella sua accezione geometrica. Nello specifico sono stati definiti livelli e tronchi.

9.2.1 Livelli

Il loro piano geometrico ha la caratteristica di essere orizzontale e sono impiegati per specificare la Z degli elementi orizzontali di una struttura.

Descrizione breve: nome sintetico assegnato al livello.

Descrizione: nome assegnato al livello.

Quota: quota superiore espressa nel sistema di riferimento assoluto. [m]

Spessore: spessore del livello. [m]

<i>Descrizione breve</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Quota</i>	<i>Spessore</i>
L1	Livello platea ribassata	-2.5	0
L2	Platea di fondazione	-0.55	0
L3	Piano campagna	0	0
L4	Livello coronamento	1.05	0

9.2.2 Tronchi

Si definisce tronco l'intervallo tra due quote altimetriche su cui definire gli elementi verticali.

Descrizione breve: nome sintetico assegnato al tronco.

Descrizione: nome assegnato al tronco.

Quota 1: riferimento della prima quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Quota 2: riferimento della seconda quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

<i>Descrizione breve</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Quota 1</i>	<i>Quota 2</i>
T1	Platea di fondazione - Livello coronamento	Platea di fondazione	Livello coronamento
T2	Livello platea ribassata - Platea di fondazione	Livello platea ribassata	Platea di fondazione
T3	Livello platea ribassata - Livello coronamento	Livello platea ribassata	Livello coronamento

<p style="text-align: center;"><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">Rev.</td> <td style="text-align: center;">Data</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">00</td> <td style="text-align: center;">Set. 2023</td> </tr> </table>	Rev.	Data	00	Set. 2023
	Rev.	Data					
	00	Set. 2023					
		Pag. 204 di 247					

9.3 *Analisi dei carichi*

In questo capitolo vengono analizzati i carichi agenti sulle costruzioni sulla base di quanto previsto dal D.M. 17.01.2018 al §2.5. La dicitura che segue è conforme con tale disposizione di legge.

9.3.1 **Azioni**

9.3.1.1 *Azioni permanenti*

Per permanenti si intendono le azioni che agiscono durante tutta la vita nominale della costruzione, la cui variazione di intensità nel tempo è così piccola e lenta da poterle considerare con sufficiente approssimazione costanti nel tempo.

Nello specifico possiamo riassumere i carichi agenti sui vari elementi strutturali nel seguente modo:

– **Peso proprio degli elementi strutturali in cls (G1)**

Il peso proprio viene assegnato automaticamente dal programma definite le caratteristiche del materiale e la geometria dell’elemento e rientra nella condizione di carico *Pesi strutturali*. In particolare, si assume il seguente peso specifico del calcestruzzo armato:

$$\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$$

– **Platea di fondazione “principale”**

- Pressione del liquame (G2)

$$p_l = \gamma_l \cdot H_l = 10 \cdot 0,50 = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

dove:

γ_l = peso unità di volume del liquame (kN/m³)

H_l = livello di esercizio del liquame (m)

- Peso del riempimento di fondo (G2)

$$p_r = \gamma_r \cdot H_r = 20 \cdot 0,80 = 16,00 \text{ kN/m}^2$$

dove:

γ_r = peso unità di volume del riempimento (kN/m³)

H_r = spessore medio del riempimento (m)

Sommando i due contributi sopra calcolati si ottiene:

$$p_{perm.port.} = p_l + p_r = 21,00 \text{ kN/m}^2$$

Tale azione viene assegnata manualmente all’interno del programma e rientra nella condizione di carico *Permanenti portati*.

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 205 di 247	

- **Platea di fondazione “ribassata”**

- Pressione del liquame (G2)

$$p_l = \gamma_l \cdot H_l = 10 \cdot 0,25 = 2,50 \text{ kN/m}^2$$

dove:

γ_l = peso unità di volume del liquame (kN/m³)

H_l = livello di esercizio del liquame (m)

Tale azione viene assegnata manualmente all’interno del programma e rientra nella condizione di carico *Permanenti portati*.

- **Pareti perimetrali**

- Pressione del liquame (G2)

Espressa con l’integrale della seguente distribuzione di pressione sulla parete:

$$p_l(z') = \gamma_l \cdot z'$$

dove:

γ_l = peso unità di volume del liquame (kN/m³)

z' = profondità dal livello di esercizio del liquame (m)

N.B.: *A favore di sicurezza viene trascurata la spinta del liquame sulle pareti* in quanto, essendo le pareti completamente interrato ed essendo il livello del liquame inferiore alla quota del piano campagna, tale spinta si opporrebbe alla spinta esercitata dal terreno sulle pareti e quindi comporterebbe una riduzione dello stato di sollecitazione delle pareti stesse.

- Spinta statica del terreno a riposo (G1)

Espressa con l’integrale della seguente distribuzione di pressione sulla parete:

per profondità $z < Q_f$

$$\begin{aligned} \vartheta_h(z) &= K_0 \cdot \gamma_{nat} \cdot z \\ \vartheta_h(0,00) &= 0,64 \cdot 18,00 \cdot 0,00 = 0,00 \text{ kN/m}^2 \\ \vartheta_h(h) &= 0,64 \cdot 18,00 \cdot h \end{aligned}$$

per profondità $z > Q_f$

$$\vartheta_h(z) = K_0 \cdot (\gamma_{nat} \cdot Q_f + \gamma'(z - Q_f))$$

dove:

$$K_0 = (1 - \sin \phi_d) \cdot OCR^n$$

Z = profondità dal p.c. (m)

Q_f = profondità della falda (m)

OCR = grado di consolidazione, pari a 1

$$n = 0,54 \cdot 10^{\frac{-I_p}{281}}, \text{ con } I_p \text{ indice di plasticità per terreni a grana fine}$$

<p style="text-align: center;"><u>Progettista</u> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">Rev.</td> <td style="text-align: center;">Data</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">00</td> <td style="text-align: center;">Set. 2023</td> </tr> </table>	Rev.	Data	00	Set. 2023
	Rev.	Data					
	00	Set. 2023					
		Pag. 206 di 247					

$\phi_d = \arctan\left(\frac{\tan \phi_k}{\gamma_{\phi M1}}\right)$ angolo di resistenza a taglio che caratterizza il terreno, in dipendenza del coefficiente parziale indicato in normativa pari ad 1,25 per la condizione M2

$\phi_k = 21^\circ$ come desunto dalle indagini geognostiche.

$\gamma_{nat} = 18,00 \text{ kN/m}^3$ peso dell’unità di volume del terreno allo stato naturale come desunto dalle indagini geognostiche

$\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$ peso dell’unità di volume del terreno immerso

Tale azione viene assegnata automaticamente dal programma definite le caratteristiche e le quote del terreno e rientra nella condizione di carico *Pesi strutturali*.

- Spinta statica dell’acqua di falda (G1)

Espressa con l’integrale della seguente distribuzione di pressione sulla parete:

per profondità $z > Q_f$

$$p_w(z) = \gamma_w \cdot (z - Q_f)$$

dove:

γ_w = peso unità di volume dell’acqua (kN/m^3)

z = profondità dal p.c. (m)

Q_f = profondità della falda (m)

Tale azione viene assegnata automaticamente dal programma e rientra nella condizione di carico *Pesi strutturali*. Nel nostro caso tale valore è pari a 0 in quanto la profondità della falda è maggiore della profondità di imposta della fondazione.

– **Copertura in lastre piane in PRFV**

- Peso proprio della lastra in PRFV, spessore 8 mm (G2)

$$P_{\text{lastra PRFV}} = \gamma_{\text{PRFV}} \cdot s = 1,54 \times 10^{-5} \cdot 8 = 1,232 \times 10^{-4} \text{ N/mm}^2 = 0,12 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow 0,15 \text{ kN/m}^2$$

dove:

γ_{PRFV} è il peso specifico della lastra in PRFV, assunto pari a $1,54 \times 10^{-5} \text{ N/mm}^3$;

s è lo spessore della lastra, assunto pari a 8 mm.

Tale azione viene assegnata manualmente all’interno del programma e rientra nella condizione di carico *Permanenti portati*.

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		
		Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 207 di 247	

9.3.1.2 Azioni variabili

Per variabili si intendono le azioni che agiscono sulla costruzione con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo (lunga durata o breve durata).

Nello specifico possiamo riassumere i carichi agenti sui vari elementi strutturali nel seguente modo:

- **Copertura in lastre piane in PRFV**
 - o Sovraccarico per manutenzione (Q1)

$$p_{manut} = 2,00 \text{ kN/m}^2$$

Si tratta del sovraccarico generato dal peso di persone e attrezzi che possono passare o sostare sulle solette. La tipologia di carico variabile, valutato ai sensi del §3.1.4 del D.M.17/01/2018, viene considerata appartenente alla **Categoria E2: “Ambienti ad uso industriale, da valutarsi caso per caso”**.

Tale azione viene assegnata manualmente all’interno del programma e rientra nella condizione di carico *Variabile folla*.

- o Sovraccarico neve (Q2)

$$p_{neve} = 1,94 \text{ kN/m}^2$$

Tale azione viene assegnata manualmente all’interno del programma e rientra nella condizione di carico *Neve* in funzione della ubicazione del sito e della forma della copertura.

Nello specifico si tratta di *zona II*, quota di 654,61 m s.l.m., classe topografica *Normale* e copertura piana con $\alpha = 0$ (D.M.17/01/2018, §3.4).

- **Pareti perimetrali**
 - o Sovraccarico per transito mezzi (Q3)

$$p_{mezzi} = 10 \text{ kN/m}^2$$

Si tratta dell’incremento di spinta indotto dal sovraccarico accidentale dovuto al transito di mezzi. Tale azione viene assegnata manualmente all’interno del programma (associandola ad un carico terreno) e rientra nella condizione di carico *Variabile E (sovraccarico mezzi)*.

<p style="text-align: center;"><u>Progettista</u> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">Rev.</td> <td style="text-align: center;">Data</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">00</td> <td style="text-align: center;">Set. 2023</td> </tr> </table>	Rev.	Data	00	Set. 2023
	Rev.	Data					
	00	Set. 2023					
		Pag. 208 di 247					

9.3.1.3 Azioni sismiche

Sono le azioni derivanti dai terremoti.

Le azioni sismiche sono assegnate automaticamente dal programma a seguito dell’*analisi dinamica lineare* in funzione degli spettri di progetto definiti nel Par. 3.5.3.2.3 della presente Relazione.

Si riassumono di seguito le azioni sismiche generate dall’incremento di spinta sismico del terreno sulle pareti interessate della struttura.

- Pareti perimetrali

- o Incremento dinamico di spinta sismica del terreno (E) - SLV

L’incremento di spinta viene calcolato con il metodo di Wood, usualmente impiegato per muri rigidamente vincolati o di cantina, in cui si associa tale incremento alla spinta litostatica valutata con coefficiente di spinta a riposo K_0 ($K_0 + \text{Wood}$). L’incremento di spinta è proporzionale all’altezza del fronte di spinta e del coefficiente sismico orizzontale, mentre non dipende dalla natura del terreno; questo perché è una teoria basata sulla propagazione dell’onda sismica in un mezzo elastico isotropo, quindi lontano dalle condizioni di rottura del terreno. Il valore di tale incremento è:

$$\Delta P_E = \gamma_s \cdot H_s^2 \cdot k_h$$

$$\Delta P_E = 18,00 \cdot H_s^2 \cdot 0,380$$

dove:

γ_s = peso specifico medio del terreno

$k_h = \beta_m \cdot S \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)$ è il coefficiente sismico orizzontale

β_m , per muri impediti di spostarsi viene posto pari ad 1.

$\frac{a_g}{g}$, calcolato in funzione della localizzazione del sito e del tempo di ritorno per lo stato limite in esame = **0,2989**.

S , fattore che tiene conto della categoria del terreno di fondazione = **1,273** per terreno appartenente alla categoria **C**

H_s = altezza complessiva del fronte di spinta del terreno (m)

Tale azione viene assegnata automaticamente dal programma e rientra nella condizione di carico *Terreno sisma*.

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		
		Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 209 di 247	

- Incremento dinamico di spinta sismica del terreno (E) - SLD

L'incremento di spinta viene calcolato con il metodo di Wood, usualmente impiegato per muri rigidamente vincolati o di cantina, in cui si associa tale incremento alla spinta litostatica valutata con coefficiente di spinta a riposo K_0 ($K_0 + \text{Wood}$). L'incremento di spinta è proporzionale all'altezza del fronte di spinta e del coefficiente sismico orizzontale, mentre non dipende dalla natura del terreno; questo perché è una teoria basata sulla propagazione dell'onda sismica in un mezzo elastico isotropo, quindi lontano dalle condizioni di rottura del terreno. Il valore di tale incremento è:

$$\Delta P_E = \gamma_s \cdot H_s^2 \cdot k_h$$

$$\Delta P_E = 18,00 \cdot H_s^2 \cdot 0,186$$

dove:

γ_s = peso specifico medio del terreno

$k_h = \beta_m \cdot S \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)$ è il coefficiente sismico orizzontale

β_m , per muri impediti di spostarsi viene posto pari ad 1.

$\frac{a_g}{g}$, calcolato in funzione della localizzazione del sito e del tempo di ritorno per lo stato limite in esame = **0,1243**.

S , fattore che tiene conto della categoria del terreno di fondazione = **1,50** per terreno appartenente alla categoria **C**

H_s = altezza complessiva del fronte di spinta del terreno (m)

Tale azione viene assegnata automaticamente dal programma e rientra nella condizione di carico *Terreno sisma*.

<p style="text-align: center;"><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">Rev.</td> <td style="text-align: center;">Data</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">00</td> <td style="text-align: center;">Set. 2023</td> </tr> </table>	Rev.	Data	00	Set. 2023
	Rev.	Data					
	00	Set. 2023					
		Pag. 210 di 247					

- Incremento dinamico di spinta sismica dell’acqua di falda (E)

L’incremento di spinta viene calcolato con la teoria idrodinamica di Westergaard, che prevede un andamento parabolico dell’incremento di pressione. Il valore di tale incremento è espresso in ogni punto, misurato a partire dalla sua profondità y dal pelo libero della falda, attraverso l’equazione:

$$P_{WE} = 7/8 \cdot \gamma_w \cdot N_h \cdot (H_w \cdot y)^{0,5}$$

dove:

γ_w = peso specifico dell’acqua

$N_h = \beta_m \cdot S \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)$ è il coefficiente sismico orizzontale

β_m , per muri impediti di spostarsi viene posto pari ad 1.

$\frac{a_g}{g}$, calcolato in funzione della localizzazione del sito e del tempo di ritorno per lo stato limite in esame.

S , fattore che tiene conto della categoria del terreno di fondazione

H_w = spessore interessato dalla spinta dell’acqua (m)

y = profondità dal pelo libero

Tale equazione, integrata sull’intero spessore con le condizioni al contorno agenti ($p=0$ per $y=0$), restituisce l’espressione della spinta naturale, nota in letteratura come:

$$\Delta P_E = 7/12 \cdot \gamma_w \cdot N_h \cdot H_w^2$$

Nel nostro caso tale valore è pari a 0 in quanto la profondità della falda è maggiore della profondità di imposta della fondazione.

A seguito della precedente analisi dei carichi, sono stati definiti nel software (manualmente ed automaticamente) le condizioni elementari di carico, le combinazioni di carico ed i carichi effettivamente impiegati.

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 211 di 247	

9.3.1.4 Condizioni elementari di carico

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

Nome breve: nome breve assegnato alla condizione elementare.

I/II: descrive la classificazione della condizione (necessario per strutture in acciaio e in legno).

Durata: descrive la durata della condizione (necessario per strutture in legno).

Psi0: coefficiente moltiplicatore Psi0. Il valore è adimensionale.

Psi1: coefficiente moltiplicatore Psi1. Il valore è adimensionale.

Psi2: coefficiente moltiplicatore Psi2. Il valore è adimensionale.

Var.segno: descrive se la condizione elementare ha la possibilità di variare di segno.

Descrizione	Nome breve	Durata	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Con segno
Pesi strutturali	Pesi	Permanente				
Permanenti portati	Port.	Permanente				
Variabile E (sovraccarico mezzi)	Variabile E (sovraccarico mezzi)	Media	1	0.9	0.8	
Variabile folla	Variabile folla	Media	1	0.9	0.8	
Neve	Neve	Media	0.5	0.2	0	
Sisma liquame X_SLV	Sisma liquame X_SLV	Media	0.7	0.5	0.3	
Sisma liquame Y_SLV	Sisma liquame Y_SLV	Media	0.7	0.5	0.3	
Sisma liquame X_SLD	Sisma liquame X_SLD	Media	0.7	0.5	0.3	
Sisma liquame Y_SLD	Sisma liquame Y_SLD	Media	0.7	0.5	0.3	
ΔT	ΔT	Media	0.6	0.5	0	No
Sisma X SLV	SLV X					
Sisma Y SLV	SLV Y					
Sisma Z SLV	SLV Z					
Eccentricità Y per sisma X SLV	EySx SLV					
Eccentricità X per sisma Y SLV	ExSy SLV					
Sisma X SLD	X SLD					
Sisma Y SLD	Y SLD					
Sisma Z SLD	Z SLD					
Eccentricità Y per sisma X SLD	EySx SLD					
Eccentricità X per sisma Y SLD	ExSy SLD					
Sisma X SLO	X SLO					
Sisma Y SLO	Y SLO					
Sisma Z SLO	Z SLO					
Eccentricità Y per sisma X SLO	EySx SLO					
Eccentricità X per sisma Y SLO	ExSy SLO					
Terreno sisma X SLV	Tr sLV X					
Terreno sisma Y SLV	Tr sLV Y					
Terreno sisma Z SLV	Tr sLV Z					
Terreno sisma X SLD	Tr x SLD					
Terreno sisma Y SLD	Tr y SLD					
Terreno sisma Z SLD	Tr z SLD					
Terreno sisma X SLO	Tr x SLO					
Terreno sisma Y SLO	Tr y SLO					
Terreno sisma Z SLO	Tr z SLO					
Rig Ux	Rig Ux					
Rig Uy	Rig Uy					
Rig Rz	Rig Rz					

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.								Rev.	Data
									00	Set. 2023
									Pag. 212 di 247	

9.3.1.5 Combinazioni di carico

Tutte le combinazioni di carico vengono raggruppate per famiglia di appartenenza. Le celle di una riga contengono i coefficienti moltiplicatori della i-esima combinazione, dove il valore della prima cella è da intendersi come moltiplicatore associato alla prima condizione elementare, la seconda cella si riferisce alla seconda condizione elementare e così via.

9.3.1.5.1 Famiglia SLU

Il nome compatto della famiglia è SLU.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile E (sovraccarico mezzi)	Variabile folla	Neve	Sisma liquame X_SLV	Sisma liquame Y_SLV	Sisma liquame X_SLD	Sisma liquame Y_SLD	AT
1	SLU 1	1.3	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0
2	SLU 2	1.3	1.5	0	0	1.5	0	0	0	0	0
3	SLU 3	1.3	1.5	0	1.5	1.5	0	0	0	0	0
4	SLU 4	1.3	1.5	0	1.5	0	0	0	0	0	0
5	SLU 5	1.3	1.5	0	1.5	0.75	0	0	0	0	0
6	SLU 6	1.3	1.5	1.5	0	1.5	0	0	0	0	0
7	SLU 7	1.3	1.5	1.5	1.5	1.5	0	0	0	0	0
8	SLU 8	1.3	1.5	1.5	1.5	0	0	0	0	0	0
9	SLU 9	1.3	1.5	1.5	1.5	0.75	0	0	0	0	0
10	SLU 10	1.3	1.5	1.5	0	0	0	0	0	0	0
11	SLU 11	1.3	1.5	1.5	0	0.75	0	0	0	0	0

9.3.1.5.2 Famiglia SLE rara

Il nome compatto della famiglia è SLE RA.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile E (sovraccarico mezzi)	Variabile folla	Neve	Sisma liquame X_SLV	Sisma liquame Y_SLV	Sisma liquame X_SLD	Sisma liquame Y_SLD	AT
1	SLE RA 1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	SLE RA 2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
3	SLE RA 3	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
4	SLE RA 4	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
5	SLE RA 5	1	1	0	1	0.5	0	0	0	0	0
6	SLE RA 6	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0
7	SLE RA 7	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
8	SLE RA 8	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
9	SLE RA 9	1	1	1	1	0.5	0	0	0	0	0
10	SLE RA 10	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
11	SLE RA 11	1	1	1	0	0.5	0	0	0	0	0

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.									Rev.	Data
										00	Set. 2023
										Pag. 213 di 247	

9.3.1.5.3 Famiglia SLE frequente

Il nome compatto della famiglia è SLE FR.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile E (sovraccarico mezzi)	Variabile folla	Neve	Sisma liquame X_SLV	Sisma liquame Y_SLV	Sisma liquame X_SLD	Sisma liquame Y_SLD	ΔT
1	SLE FR 1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	SLE FR 2	1	1	0	0	0.2	0	0	0	0	0
3	SLE FR 3	1	1	0	0.8	0.2	0	0	0	0	0
4	SLE FR 4	1	1	0	0.9	0	0	0	0	0	0
5	SLE FR 5	1	1	0.8	0	0.2	0	0	0	0	0
6	SLE FR 6	1	1	0.8	0.8	0.2	0	0	0	0	0
7	SLE FR 7	1	1	0.8	0.9	0	0	0	0	0	0
8	SLE FR 8	1	1	0.9	0	0	0	0	0	0	0
9	SLE FR 9	1	1	0.9	0.8	0	0	0	0	0	0

9.3.1.5.4 Famiglia SLE quasi permanente

Il nome compatto della famiglia è SLE QP.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile E (sovraccarico mezzi)	Variabile folla	Neve	Sisma liquame X_SLV	Sisma liquame Y_SLV	Sisma liquame X_SLD	Sisma liquame Y_SLD	ΔT
1	SLE QP 1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	SLE QP 2	1	1	0	0.8	0	0	0	0	0	0
3	SLE QP 3	1	1	0.8	0	0	0	0	0	0	0
4	SLE QP 4	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0	0	0

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	Rev.	Data
		00	Set. 2023
			Pag. 214 di 247

9.3.1.5.5 Famiglia SLO

Il nome compatto della famiglia è SLO.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile E (sovraccarico mezzi)	Variabile folla	Neve	Sisma liquame X_SLV	Sisma liquame Y_SLV	Sisma liquame X_SLD	Sisma liquame Y_SLD
1	SLO 1	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0	0
2	SLO 2	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0	0
3	SLO 3	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0	0
4	SLO 4	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0	0
5	SLO 5	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0	0
6	SLO 6	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0	0
7	SLO 7	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0	0
8	SLO 8	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0	0
9	SLO 9	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0	0
10	SLO 10	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0	0
11	SLO 11	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0	0
12	SLO 12	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0	0
13	SLO 13	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0	0
14	SLO 14	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0	0
15	SLO 15	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0	0
16	SLO 16	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0	0

Nome	Nome breve	AT	X SLO	Y SLO	Z SLO	EySx SLO	ExSy SLO	Tr x SLO	Tr y SLO	Tr z SLO
1	SLO 1	0	-1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLO 2	0	-1	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLO 3	0	-1	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLO 4	0	-1	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLO 5	0	-0.3	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLO 6	0	-0.3	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLO 7	0	-0.3	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLO 8	0	-0.3	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLO 9	0	0.3	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLO 10	0	0.3	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLO 11	0	0.3	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLO 12	0	0.3	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLO 13	0	1	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLO 14	0	1	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLO 15	0	1	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLO 16	0	1	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.		<i>Rev.</i> 00	<i>Data</i> Set. 2023
			<i>Pag. 215 di 247</i>	

9.3.1.5.6 Famiglia SLD

Il nome compatto della famiglia è SLD.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

<i>Nome</i>	<i>Nome breve</i>	<i>Pesi</i>	<i>Port.</i>	<i>Variabile E</i> <i>(sovraccarico</i> <i>mezzi)</i>	<i>Variabile</i> <i>folla</i>	<i>Neve</i>	<i>Sisma</i> <i>liquame</i> <i>X_SLV</i>	<i>Sisma</i> <i>liquame</i> <i>Y_SLV</i>	<i>Sisma</i> <i>liquame</i> <i>X_SLD</i>	<i>Sisma</i> <i>liquame</i> <i>Y_SLD</i>
1	SLD 1	1	1	0.8	0.8	0	0	0	-1	-0.3
2	SLD 2	1	1	0.8	0.8	0	0	0	-1	-0.3
3	SLD 3	1	1	0.8	0.8	0	0	0	-1	0.3
4	SLD 4	1	1	0.8	0.8	0	0	0	-1	0.3
5	SLD 5	1	1	0.8	0.8	0	0	0	-0.3	-1
6	SLD 6	1	1	0.8	0.8	0	0	0	-0.3	-1
7	SLD 7	1	1	0.8	0.8	0	0	0	-0.3	1
8	SLD 8	1	1	0.8	0.8	0	0	0	-0.3	1
9	SLD 9	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0.3	-1
10	SLD 10	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0.3	-1
11	SLD 11	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0.3	1
12	SLD 12	1	1	0.8	0.8	0	0	0	0.3	1
13	SLD 13	1	1	0.8	0.8	0	0	0	1	-0.3
14	SLD 14	1	1	0.8	0.8	0	0	0	1	-0.3
15	SLD 15	1	1	0.8	0.8	0	0	0	1	0.3
16	SLD 16	1	1	0.8	0.8	0	0	0	1	0.3

<i>Nome</i>	<i>Nome breve</i>	<i>AT</i>	<i>X SLD</i>	<i>Y SLD</i>	<i>Z SLD</i>	<i>EySx</i> <i>SLD</i>	<i>ExSy</i> <i>SLD</i>	<i>Tr x</i> <i>SLD</i>	<i>Tr y</i> <i>SLD</i>	<i>Tr z</i> <i>SLD</i>
1	SLD 1	0	-1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLD 2	0	-1	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLD 3	0	-1	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLD 4	0	-1	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLD 5	0	-0.3	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLD 6	0	-0.3	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLD 7	0	-0.3	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLD 8	0	-0.3	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLD 9	0	0.3	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLD 10	0	0.3	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLD 11	0	0.3	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLD 12	0	0.3	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLD 13	0	1	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLD 14	0	1	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLD 15	0	1	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLD 16	0	1	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.		Rev. Data 00 Set. 2023
			Pag. 216 di 247

9.3.1.5.7 Famiglia SLV

Il nome compatto della famiglia è SLV.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile E (sovraccarico mezzi)	Variabile folla	Neve	Sisma liquame X_SLV	Sisma liquame Y_SLV	Sisma liquame X_SLD	Sisma liquame Y_SLD
1	SLV 1	1	1	0.8	0.8	0	-1	-0.3	0	0
2	SLV 2	1	1	0.8	0.8	0	-1	-0.3	0	0
3	SLV 3	1	1	0.8	0.8	0	-1	0.3	0	0
4	SLV 4	1	1	0.8	0.8	0	-1	0.3	0	0
5	SLV 5	1	1	0.8	0.8	0	-0.3	-1	0	0
6	SLV 6	1	1	0.8	0.8	0	-0.3	-1	0	0
7	SLV 7	1	1	0.8	0.8	0	-0.3	1	0	0
8	SLV 8	1	1	0.8	0.8	0	-0.3	1	0	0
9	SLV 9	1	1	0.8	0.8	0	0.3	-1	0	0
10	SLV 10	1	1	0.8	0.8	0	0.3	-1	0	0
11	SLV 11	1	1	0.8	0.8	0	0.3	1	0	0
12	SLV 12	1	1	0.8	0.8	0	0.3	1	0	0
13	SLV 13	1	1	0.8	0.8	0	1	-0.3	0	0
14	SLV 14	1	1	0.8	0.8	0	1	-0.3	0	0
15	SLV 15	1	1	0.8	0.8	0	1	0.3	0	0
16	SLV 16	1	1	0.8	0.8	0	1	0.3	0	0

Nome	Nome breve	ΔT	SLV X	SLV Y	SLV Z	$E_y S_x$ SLV	$E_x S_y$ SLV	Tr sLV X	Tr sLV Y	Tr sLV Z
1	SLV 1	0	-1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLV 2	0	-1	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLV 3	0	-1	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLV 4	0	-1	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLV 5	0	-0.3	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLV 6	0	-0.3	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLV 7	0	-0.3	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLV 8	0	-0.3	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLV 9	0	0.3	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLV 10	0	0.3	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLV 11	0	0.3	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLV 12	0	0.3	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLV 13	0	1	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLV 14	0	1	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLV 15	0	1	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLV 16	0	1	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 217 di 247	

9.3.2 Definizione dei carichi

9.3.2.1 Carichi superficiali

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Valori: valori associati alle condizioni di carico.

Condizione: condizione di carico a cui sono associati i valori.

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

Valore: modulo del carico superficiale applicato alla superficie. [kN/m²]

Applicazione: modalità con cui il carico è applicato alla superficie.

Nome	Valori			
	Condizione	Valore	Cp vento	Tipo
	Descrizione			
Platea di fondazione	Pesi strutturali	0		Verticale
	Permanententi portati	21		Verticale
	Variabile E (sovraccarico mezzi)	0		Verticale
	Variabile folla	0		Verticale
	Neve	0		Verticale
Platea ribassata	Pesi strutturali	0		Verticale
	Permanententi portati	2.5		Verticale
	Variabile E (sovraccarico mezzi)	0		Verticale
	Variabile folla	0		Verticale
	Neve	0		Verticale
Copertura PRFV	Pesi strutturali	0		Verticale
	Permanententi portati	0.15		Verticale
	Variabile E (sovraccarico mezzi)	0		Verticale
	Variabile folla	2		Verticale
	Neve	1.94		Verticale
Sovraccarico mezzi	Pesi strutturali	0		Verticale
	Permanententi portati	0		Verticale
	Variabile E (sovraccarico mezzi)	10		Verticale
	Variabile folla	0		Verticale
	Neve	0		Verticale

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>					Rev.	Data
						00	Set. 2023
						Pag. 218 di 247	

9.4 Elementi di input

In questo capitolo sono riportati gli elementi di input per la modellazione della struttura.

9.4.1 Fili fissi

9.4.1.1 Fili fissi di piano

Livello: quota di inserimento espressa con notazione breve esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Punto: punto di inserimento.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

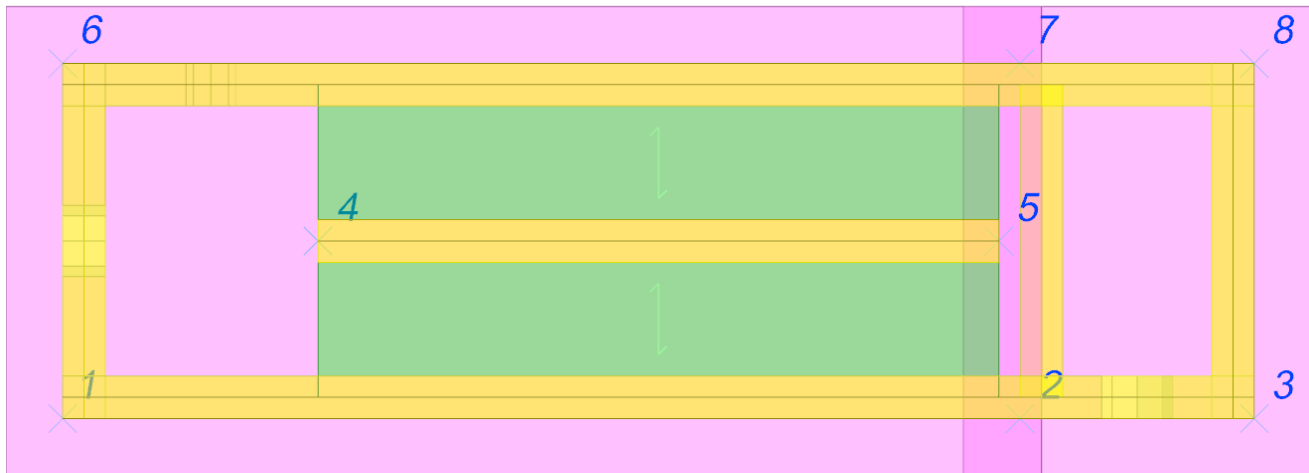
Estradosso: distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [m]

Angolo: angolo misurato dal semiasse positivo delle ascisse in verso antiorario. [deg]

Tipo: tipo di simbolo.

T.c.: testo completo visualizzato accanto al filo fisso, costituito dalla concatenazione del prefisso e del testo.

Livello	Punto		Estradosso	Angolo	Tipo	T.c.	Livello	Punto		Estradosso	Angolo	Tipo	T.c.
	X	Y						X	Y				
L3	0	0	0	0	Croce	1	L3	6.75	0	0	0	Croce	2
L3	8.4	0	0	0	Croce	3	L3	1.8	1.25	0	0	Croce	4
L3	6.6	1.25	0	0	Croce	5	L3	0	2.5	0	0	Croce	6
L3	6.75	2.5	0	0	Croce	7	L3	8.4	2.5	0	0	Croce	8



Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.										Rev.	Data
											00	Set. 2023
											Pag. 219 di 247	

9.4.2 Piastre C.A.

9.4.2.1 Piastre C.A. di piano

Livello: quota di inserimento espressa con notazione breve esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Sp.: spessore misurato in direzione ortogonale al piano medio dell'elemento. [m]

Punti: punti di definizione in pianta.

I.: indice del punto corrente nell'insieme dei punti di definizione dell'elemento.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Estr.: distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [m]

Mat.: riferimento ad una definizione di calcestruzzo.

Car.sup.: riferimento alla definizione di un carico superficiale. Accetta anche il valore "Nessuno".

Car.pot.: riferimento alla definizione di un carico potenziale. Accetta anche il valore "Nessuno".

DeltaT: riferimento alla definizione di una variazione termica. Accetta anche il valore "Nessuno".

Sovr.: aliquota di sovrarresistenza da assicurare in verifica.

S.Z.: indica se l'elemento deve essere verificato considerando il sisma verticale.

P.sup.: peso per unità di superficie. [kN/m²]

Fond.: riferimento alla fondazione sottostante l'elemento.

Fori: riferimenti a tutti gli elementi che forano la piastra.

Livello	Sp.	Punti			Estr.	Mat.	Car.sup.	Car.pot.	DeltaT	Sovr.	S.Z	P.sup.	Fond.	Fori
		I.	X	Y										
L1	0.3	1	8.8	2.9	0	C28/35	Platea ribassata			0	No	7.5		
		2	6.35	2.9										
		3	6.35	-0.4										
		4	8.8	-0.4										
L2	0.3	1	6.902	2.9	0	C28/35	Platea di fondazione			0	No	7.5		
		2	-0.4	2.9										
		3	-0.4	-0.4										
		4	6.902	-0.4										

9.4.2.2 Fondazioni di piastre

Descrizione breve: descrizione breve usata nelle tabelle dei capitoli delle piastre di fondazione.

Stratigrafia: stratigrafia del terreno nel punto medio in pianta dell'elemento.

Sondaggio: è possibile indicare esplicitamente un sondaggio definito nelle preferenze oppure richiedere di estrapolare il sondaggio dalla definizione del sito espressa nelle preferenze.

Estradosso: distanza dalla quota superiore del sondaggio misurata in verticale con verso positivo verso l'alto. [m]

Deformazione volumetrica: valore della deformazione volumetrica impiegato nel calcolo della pressione limite a rottura con la formula di Vesic. Il valore è adimensionale. Accetta anche il valore di default espresso nelle preferenze.

K verticale: coefficiente di sottofondo verticale del letto di molle. [kN/m³]

Limite compressione: pressione limite di plasticizzazione a compressione del letto di molle. [kN/m²]

Limite trazione: pressione limite di plasticizzazione a trazione del letto di molle. [kN/m²]

Descrizione breve	Stratigrafia			K verticale	Limite compressione	Limite trazione
	Sondaggio	Estradosso	Deformazione volumetrica			
FS1	Sondaggio L'Aquila-Sassa	0		Default (25000)	Default (1000)	Default (0.1)

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.								Rev.	Data
									00	Set. 2023
									Pag. 220 di 247	

9.4.3 Pareti C.A.

Tr.: riferimento al tronco indicante la quota inferiore e superiore.

Sp.: spessore misurato in direzione ortogonale al piano medio dell'elemento. [m]

P.i.: posizione del punto di inserimento rispetto ad una sezione verticale, vista dal punto iniziale verso il punto finale.

Punto i.: punto iniziale in pianta.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Punto f.: punto finale in pianta.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Mat.: riferimento ad una definizione di calcestruzzo.

Car.pot.: riferimento alla definizione di un carico potenziale. Accetta anche il valore "Nessuno".

DeltaT: riferimento alla definizione di una variazione termica. Accetta anche il valore "Nessuno".

Sovr.: aliquota di sovrarresistenza da assicurare in verifica.

S.Z: indica se l'elemento deve essere verificato considerando il sisma verticale.

Aperture: Riferimenti a tutti gli elementi che forano la parete.

Tr.	Sp.	P.i.	Punto i.		Punto f.		Mat.	Car.pot.	DeltaT	Sovr.	S.Z	Aperture
			X	Y	X	Y						
T3	0.3	Centro	8.4	2.35	6.902	2.35	C28/35			0	No	
T3	0.3	Centro	8.25	0	8.25	2.5	C28/35			0	No	
T2	0.3	Centro	6.9	2.35	6.9	0.15	C28/35			0	No	
T3	0.3	Centro	6.902	0.15	8.4	0.15	C28/35			0	No	W3
T1	0.3	Centro	0	0.15	6.902	0.15	C28/35			0	No	
T1	0.3	Centro	0.15	2.5	0.15	0	C28/35			0	No	W1
T1	0.3	Centro	6.6	1.25	1.8	1.25	C28/35			0	No	
T1	0.3	Centro	6.902	2.35	0	2.35	C28/35			0	No	W2

9.4.4 Aperture su pareti

Desc.: descrizione breve dell'apertura utilizzata dalle pareti.

Tr.: riferimento al tronco indicante la quota inferiore e superiore.

Sp.: spessore misurato in direzione ortogonale al piano medio dell'elemento. [m]

P.i.: posizione del punto di inserimento rispetto ad una sezione verticale, vista dal punto iniziale verso il punto finale.

Porta: apertura fino al pavimento o presenza della chiusura inferiore.

Architrave: presenza della chiusura superiore o apertura fino al soffitto.

Larghezza: larghezza della finestra. [m]

Altezza: altezza della finestra. [m]

Dist.inf.: distanza dalla quota inferiore. [m]

Dist.lat.: distanza dal punto di riferimento. [m]

Punto di rif.: primo punto di riferimento in pianta.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Punto di dir.: secondo punto in pianta che, in coppia col punto di riferimento, definisce la direzione e quindi il piano verticale su cui giace l'apertura.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Desc.	Tr.	Sp.	P.i.	Tipologia	Dist.lat.	Architrave	Porta	Punto di rif.		Punto di dir.	
								X	Y	X	Y
W3	T3	0.3	Centro	Ellisse; 0.5; 0.5; Default (0.5)	1	Si	No	8.825	0.15	6.325	0.15
W2	T1	0.3	Centro	Ellisse; 0.35; 0.35; Default (0.5)	0.87	Si	No	0	2.35	3.451	2.35
W1	T1	0.3	Centro	Ellisse; 0.5; 0.5; Default (0.5)	1	Si	No	0.15	2.5	0.15	0

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 221 di 247	

9.4.5 Carichi superficiali

9.4.5.1 Carichi superficiali di piano

Carico: riferimento alla definizione di un carico di superficie.

Solaio: caratteristiche dell'eventuale solaio.

Liv.: quota di inserimento espressa con notazione breve esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Punti: punti di definizione in pianta.

Indice: indice del punto corrente nell'insieme dei punti di definizione dell'elemento.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Estr.: distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [m]

Angolo: direzione delle nervature che trasmettono il carico. Angolo misurato dal semiasse positivo delle ascisse in verso antiorario. [deg]

Comp.: descrizione sintetica del comportamento del carico superficiale o, nel caso di comportamento membranale, riferimento alla descrizione analitica della membrana.

Fori: riferimenti a tutti gli elementi che forano il carico superficiale.

Carico	Solaio	Liv.	Punti			Estr.	Angolo	Comp.	Fori
			Indice	X	Y				
Copertura PRFV		L4	1	6.6	1.25	0	90		
			2	6.6	2.35				
			3	1.8	2.35				
			4	1.8	1.25				
Copertura PRFV		L4	1	6.6	0.15	0	90		
			2	6.6	1.25				
			3	1.8	1.25				
			4	1.8	0.15				

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>										Rev.	Data
											00	Set. 2023
											Pag. 222 di 247	

9.4.6 Carichi terreno

9.4.6.1 Carichi terreno di piano

Liv.: quota superiore del punto di inserimento iniziale. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Q. lim. inf.: quota limite inferiore del diagramma di spinta. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

P.ini.: punto di inserimento iniziale.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

P.fin.: punto di inserimento finale.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Dim.: dimensione del simbolo. [m]

Pos.: posizione del terreno rispetto ai due punti di definizione.

Ang.: angolo di inclinazione, rispetto l'orizzontale, del profilo superiore del terreno nella direzione normale alla parete. [deg]

Terreno: riferimento alla definizione di un terreno.

Metodo spinta terra: metodo di valutazione della spinta del terreno: "Spinta a riposo Ko + Wood" per muri rigidamente vincolati; "Mononobe-Okabe" per muri liberi al piede.

Distr. sp. sism.: distribuzione della spinta sismica del terreno: "Costante" per muri rigidamente vincolati; "Litostatico", "Litostatico inverso" per muri liberi al piede.

Coeff. Bm: coefficiente Bm di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito. Per muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno o in presenza di terreni non coesivi saturi, il coefficiente Bm assume valore unitario. Il valore è adimensionale.

Falda: permette di definire l'eventuale falda freatica.

Sovr.: riferimento alla definizione di un carico di superficie, pensato uniformemente distribuito al di sopra del terreno. Accetta anche il valore "Nessuno".

Liv.	Q. lim. inf.	P.ini.		P.fin.		Dim.	Pos.	Ang.	Terreno	Metodo spinta terra	Distr. sp. sism.	Falda	Sovr.
		X	Y	X	Y								
L3		0	0	0	2.5	Default (1)	Sinistra	0	Orizzonte A_L'Aquila-Sassa	Spinta a riposo Ko + Wood	Costante		Sovraccarico mezzi
L3		0	2.5	8.4	2.5	Default (1)	Sinistra	0	Orizzonte A_L'Aquila-Sassa	Spinta a riposo Ko + Wood	Costante		Sovraccarico mezzi
L3		8.4	2.5	8.4	0	Default (1)	Sinistra	0	Orizzonte A_L'Aquila-Sassa	Spinta a riposo Ko + Wood	Costante		Sovraccarico mezzi
L3		8.4	0	0	0	Default (1)	Sinistra	0	Orizzonte A_L'Aquila-Sassa	Spinta a riposo Ko + Wood	Costante		Sovraccarico mezzi

<u>Progettista</u> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 223 di 247	

9.5 *Modello ad elementi finiti*

In questo capitolo vengono descritte le caratteristiche salienti della modellazione agli elementi finiti (*FEM*) della struttura e viene riportato un riepilogo degli elementi generali dell’analisi svolta.

I tabulati relativi alla modellazione sono riportati nell’**Allegato “Tabulati di calcolo strutturale”**.

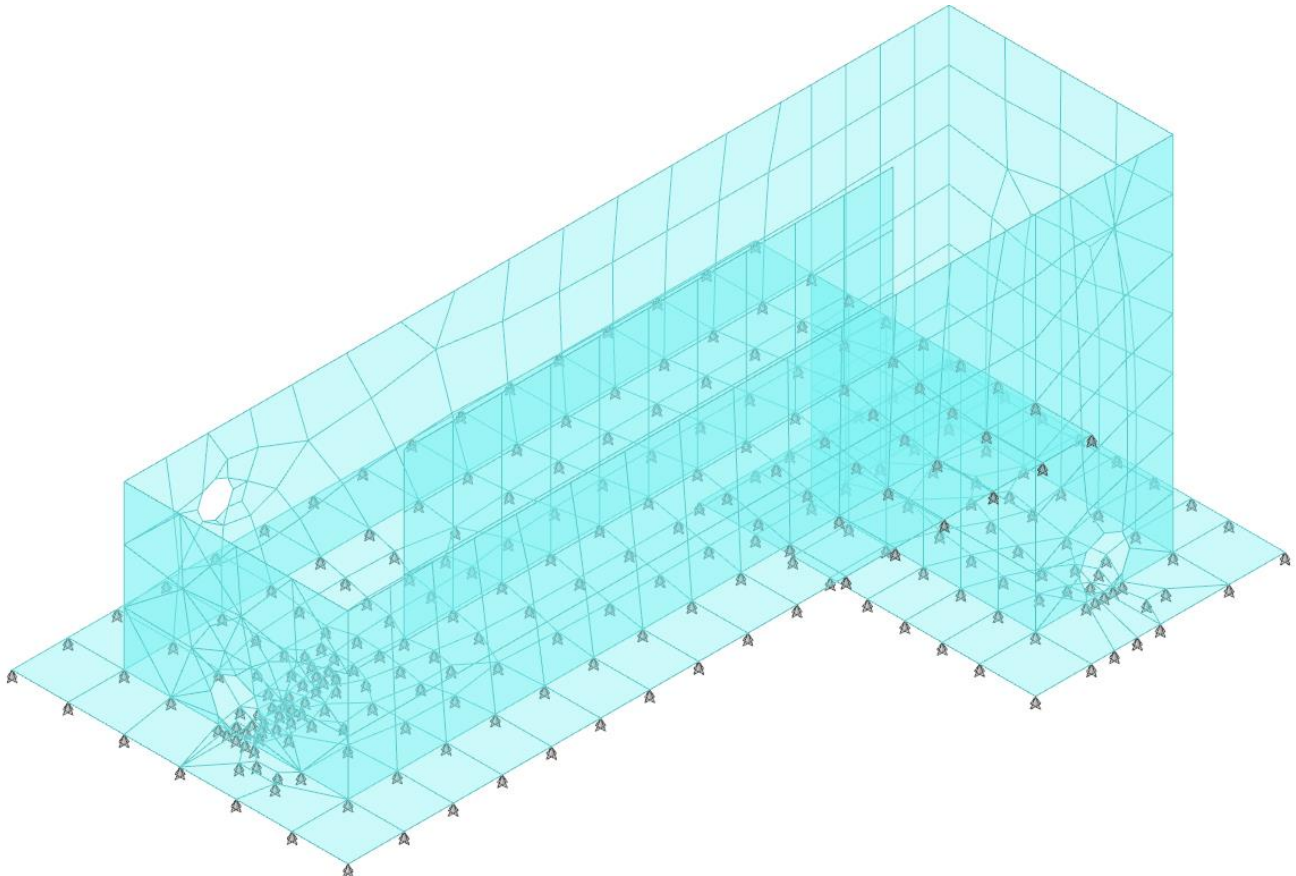


Figura 9-5 - Modello FEM, vista 1

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		<p>Rev. Data</p>
			<p>00 Set. 2023</p>
			<p>Pag. 224 di 247</p>

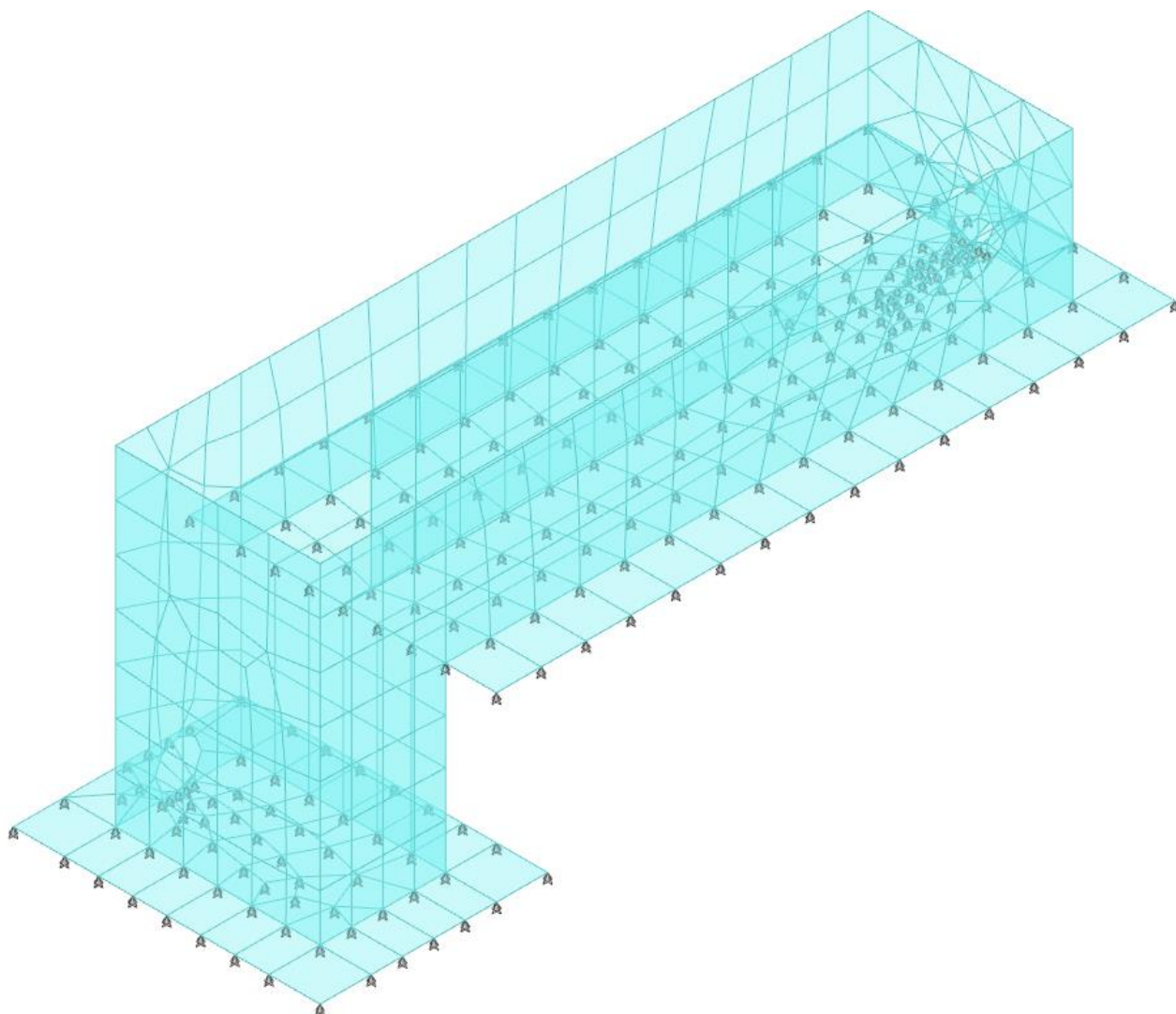


Figura 9-6 - Modello FEM, vista 2

Le platee di fondazione sono state modellate attraverso elementi bidimensionali tipo *shell* su letto di molle (secondo la *teoria di Winkler*). Ciascuna *shell* è stata modellata con le relative caratteristiche geometriche e meccaniche ed assegnando la stratigrafia del terreno desunta dalle indagini geognostiche, nonché il corrispondente valore di carico superficiale. Il valore della costante di Winkler verticale assunto in sede di modellazione è pari a:

$$k_{w \text{ vert.}} = 25.000 \text{ kN/m}^3$$

Le pareti in elevazione sono state modellate come elementi bidimensionali tipo *shell* con le relative caratteristiche geometriche e meccaniche ed assegnando a ciascun elemento la tipologia di carico corrispondente.

La copertura in lastre piane di PRFV è stata modellata in termini di *massa*: infatti ciascun elemento è stato modellato attraverso un opportuno carico superficiale al quale è stata attribuita l’effettiva direzione di tessitura come mostrato nella successiva Figura 9-7.

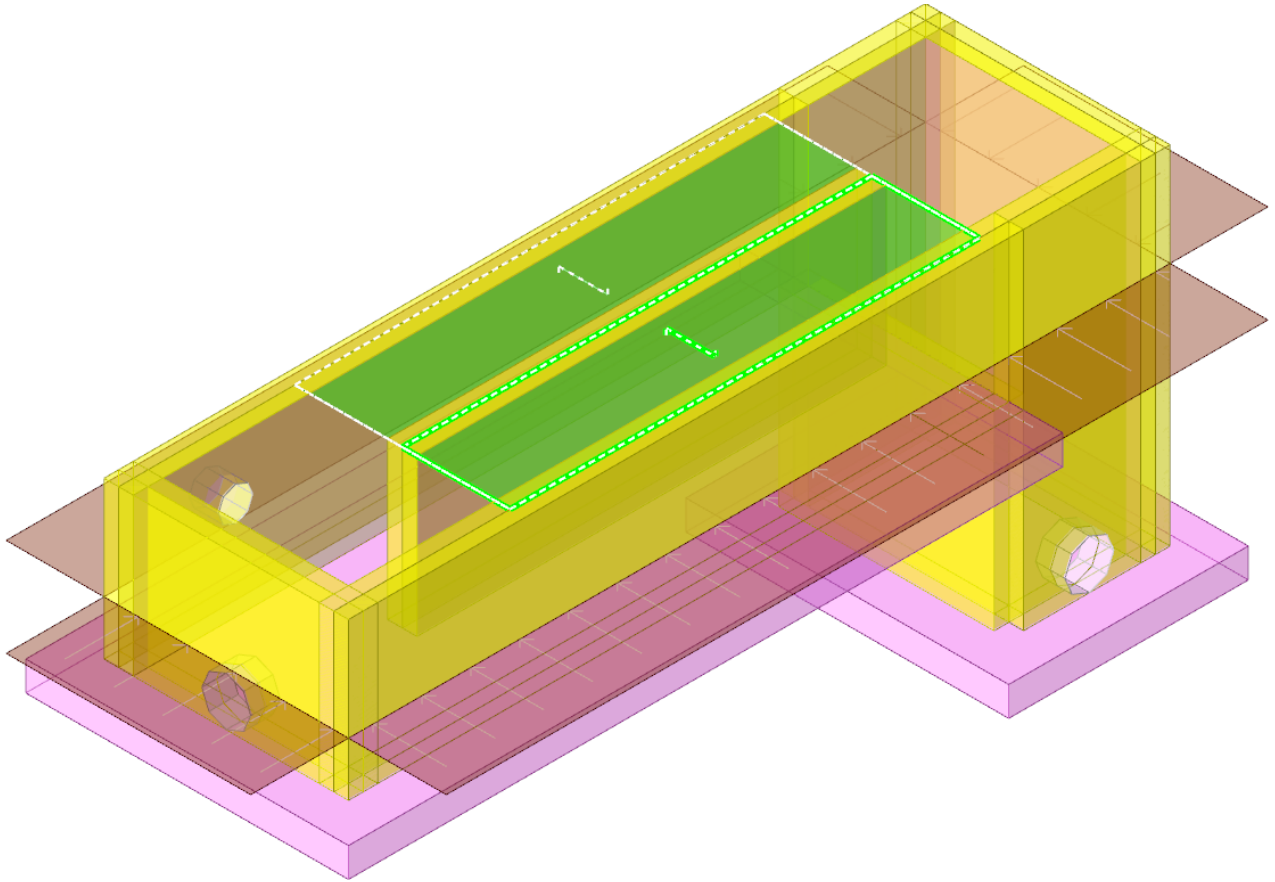


Figura 9-7 - Modellazione del carico corrispondente alla copertura in lastre piane di PRFV

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.		
		Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 226 di 247	

9.5.1 Preferenze di analisi

Metodo di analisi	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Tipo di costruzione	2
V _N	50 anni
Classe d'uso	III
V _R	75 anni
Tipo di analisi	Lineare dinamica
Località	L'Aquila, Palombaia Di Sassa Latitudine: ED50 42,3649° (42° 21' 54") Longitudine: ED50 13,3236° (13° 19' 25") Altitudine s.l.m.: 654,61 m
Categoria del suolo	C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti
Categoria topografica	T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
Smorzamento viscoso (%)	5
Classe di duttilità	Non dissipativa
Rotazione del sisma	0 [deg]
Quota dello '0' sismico	-0.55 [m]
Regolarità in pianta	No
Regolarità in elevazione	No
Edificio C.A.	Sì
Tipologia C.A.	Strutture a pareti non accoppiate $q_0=3.0$
k _w	0.50
Edificio esistente	No
Altezza costruzione fuori terra	1.05 m
Numero modi	3
Metodo di Ritz	applicato
Fattore di comportamento per sisma SLO	1.00
Fattore di comportamento per sisma SLD X	1.00
Fattore di comportamento per sisma SLD Y	1.00
Fattore di comportamento per sisma SLV X	1.00
Fattore di comportamento per sisma SLV Y	1.00

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>	Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 227 di 247	

9.6 Risultati di calcolo

In questo capitolo vengono riportati graficamente i valori di sollecitazione ottenuti per gli elementi maggiormente sollecitati nonché le configurazioni deformate principali della struttura. I tabulati relativi alle sollecitazioni ed alle deformate sono riportati nell’**Allegato “Tabulati di calcolo strutturale”**.

L’azione sismica viene implementata attraverso un’**analisi dinamica lineare** con fattore di struttura. Ai sensi del §7.3.3.1 del D.M. 17/01/2018 è sufficiente considerare n.3 modi di vibrare della struttura al fine di eccitare almeno l’85% delle masse partecipanti.

9.6.1 Risposta modale

Modo: identificativo del modo di vibrare.

Periodo: periodo. [s]

Massa X: massa partecipante in direzione globale X. Il valore è adimensionale.

Massa Y: massa partecipante in direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

Massa Z: massa partecipante in direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

Massa rot X: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale X. Il valore è adimensionale.

Massa rot Y: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

Massa rot Z: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

Totale masse partecipanti:

Traslazione X: 0.998732

Traslazione Y: 0.941548

Traslazione Z: 0

Rotazione X: 0.209667

Rotazione Y: 0.507784

Rotazione Z: 0.910673

Modo	Periodo	Massa X	Massa Y	Massa Z	Massa rot. X	Massa rot. Y	Massa rot. Z	Massa sX	Massa sY
1	0.083096337	0.00000135	0.918977289	0	0.173249925	0.000004147	0.810304366	0.00000135	0.918977289
2	0.063435811	0.997414984	0.000003022	0	0.000001484	0.108484724	0.051977715	0.997414984	0.000003022
3	0.014072314	0.001315289	0.022567784	0	0.03641558	0.39929528	0.048390713	0.001315289	0.022567784

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		<p>Rev.</p>	<p>Data</p>
			<p>00</p>	<p>Set. 2023</p>
			<p>Pag. 228 di 247</p>	

9.6.2 Configurazioni deformate principali

9.6.2.1 Spostamenti nodali estremi SLU

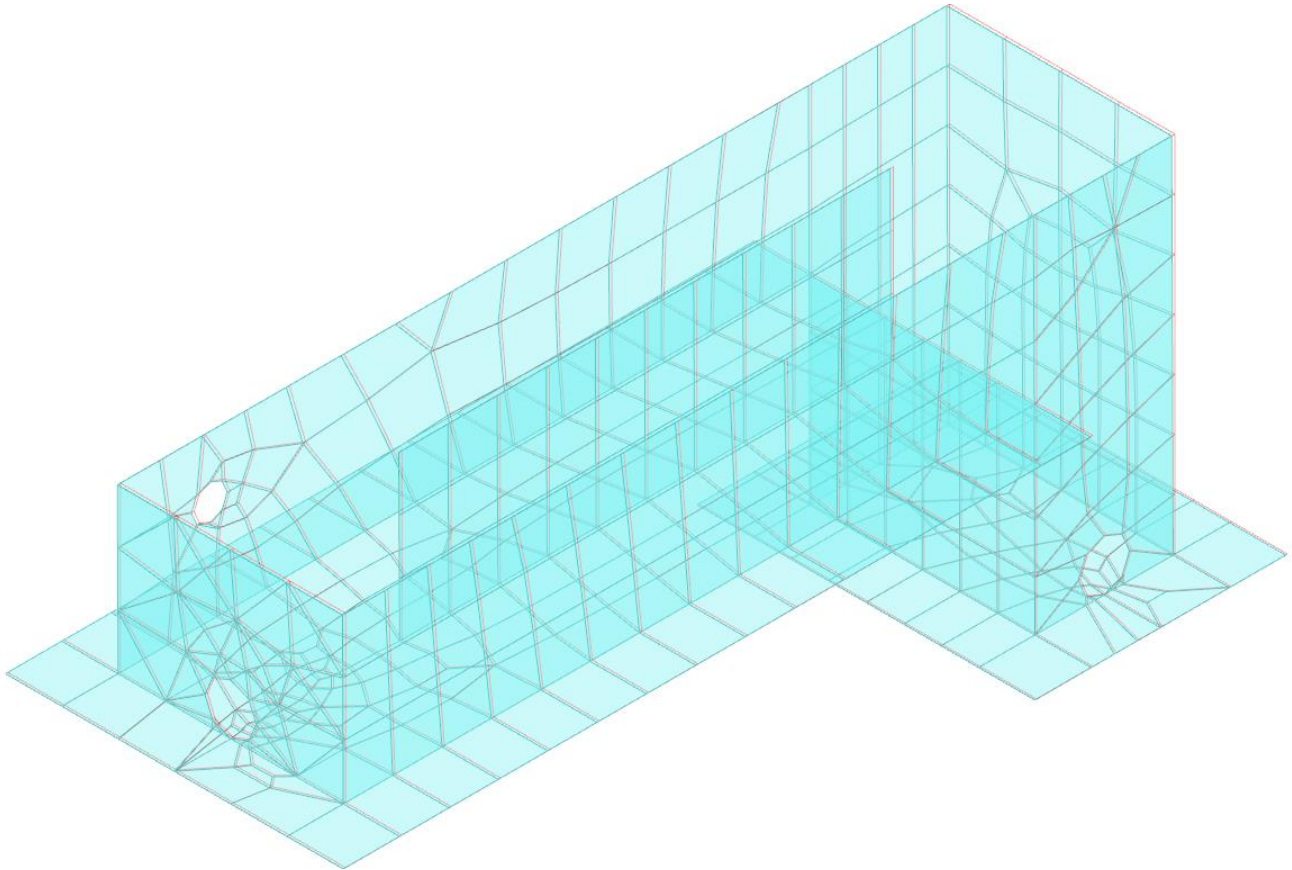


Figura 9-8 - Deformata in condizione SLU 7 direzione X

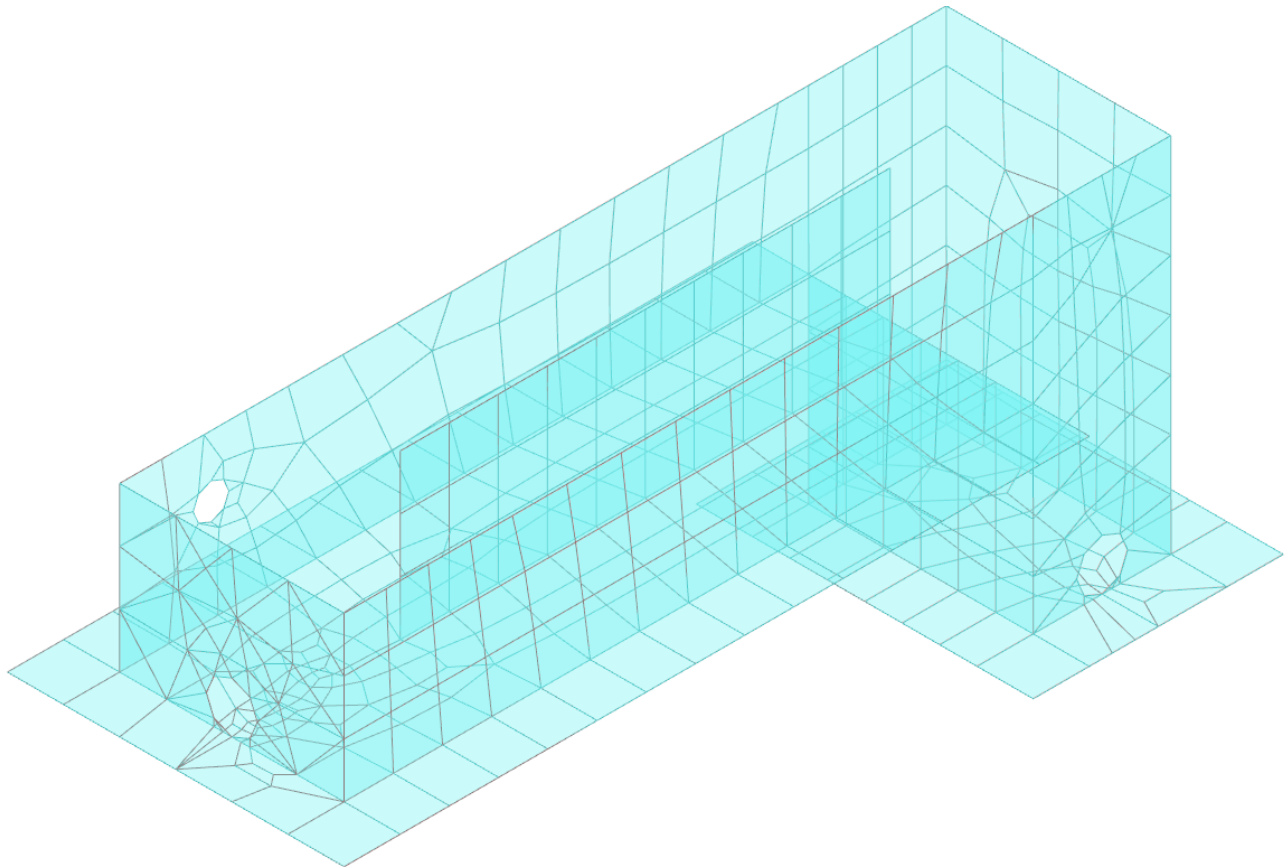
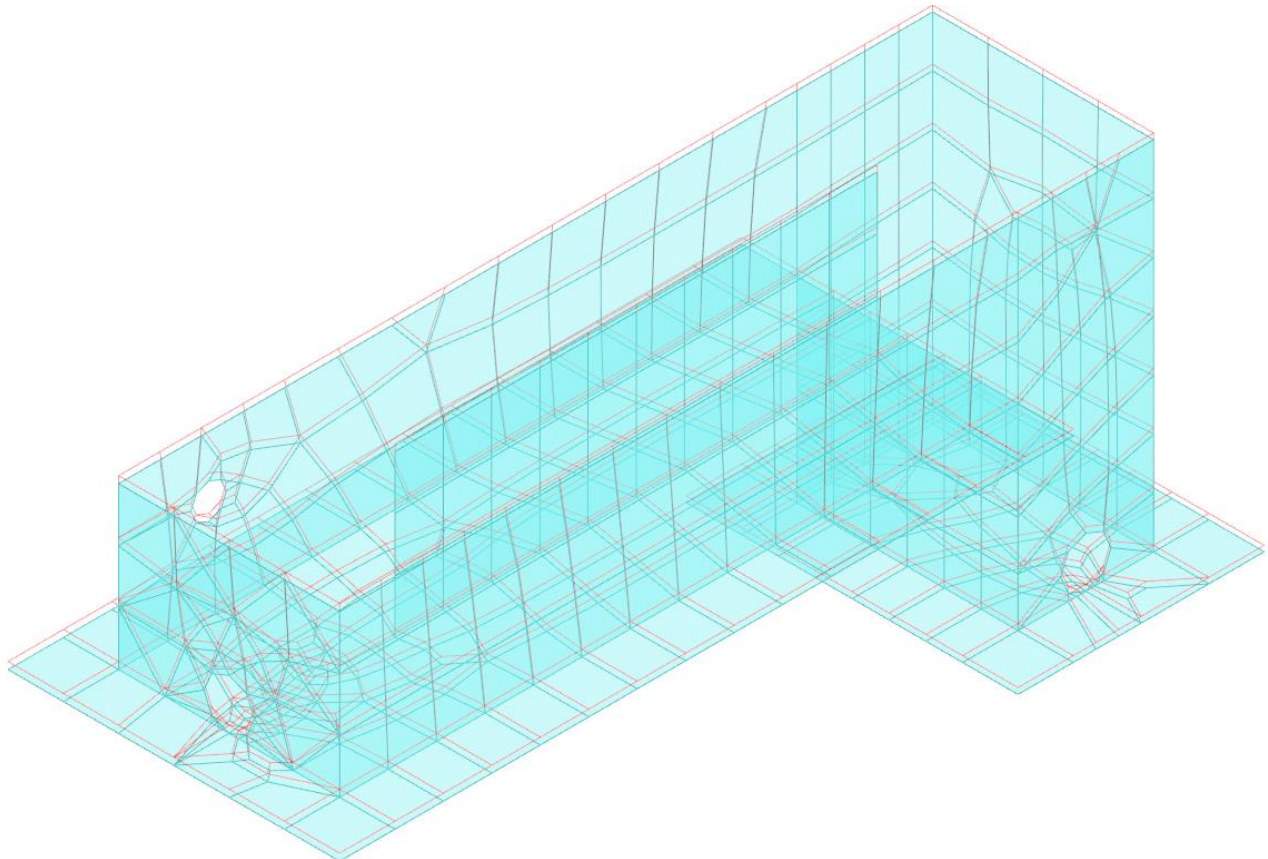


Figura 9-9 - Deformata in condizione SLU 7 direzione Y



<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		
		<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		<i>Pag. 230 di 247</i>	

Figura 9-10 - Deformata in condizione SLU 3 direzione Z

<i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.		
		<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		<i>Pag. 231 di 247</i>	

9.6.2.2 *Spostamenti nodali estremi SLV*

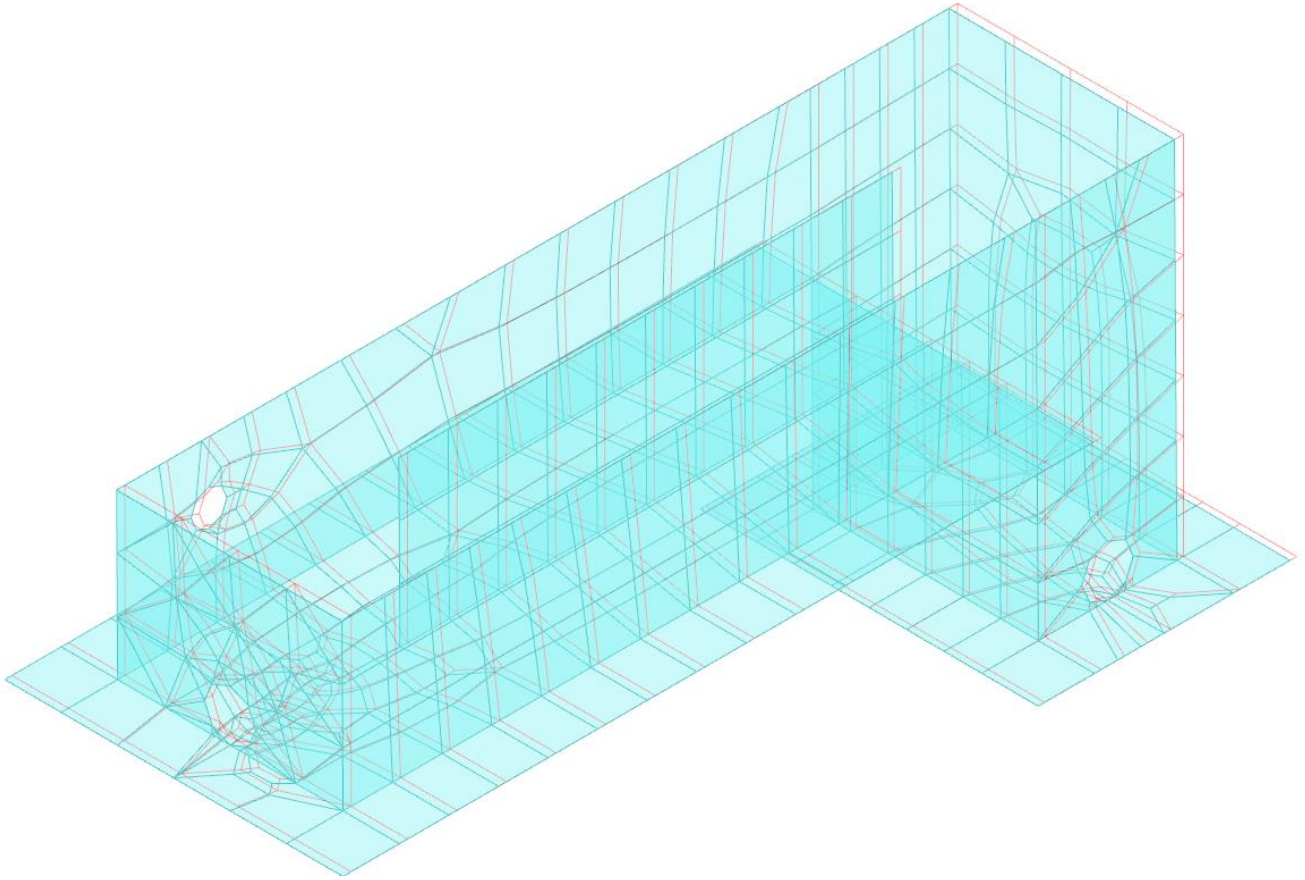


Figura 9-11 - Deformata in condizione SLV 1 direzione X

<i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		<i>Pag. 232 di 247</i>	

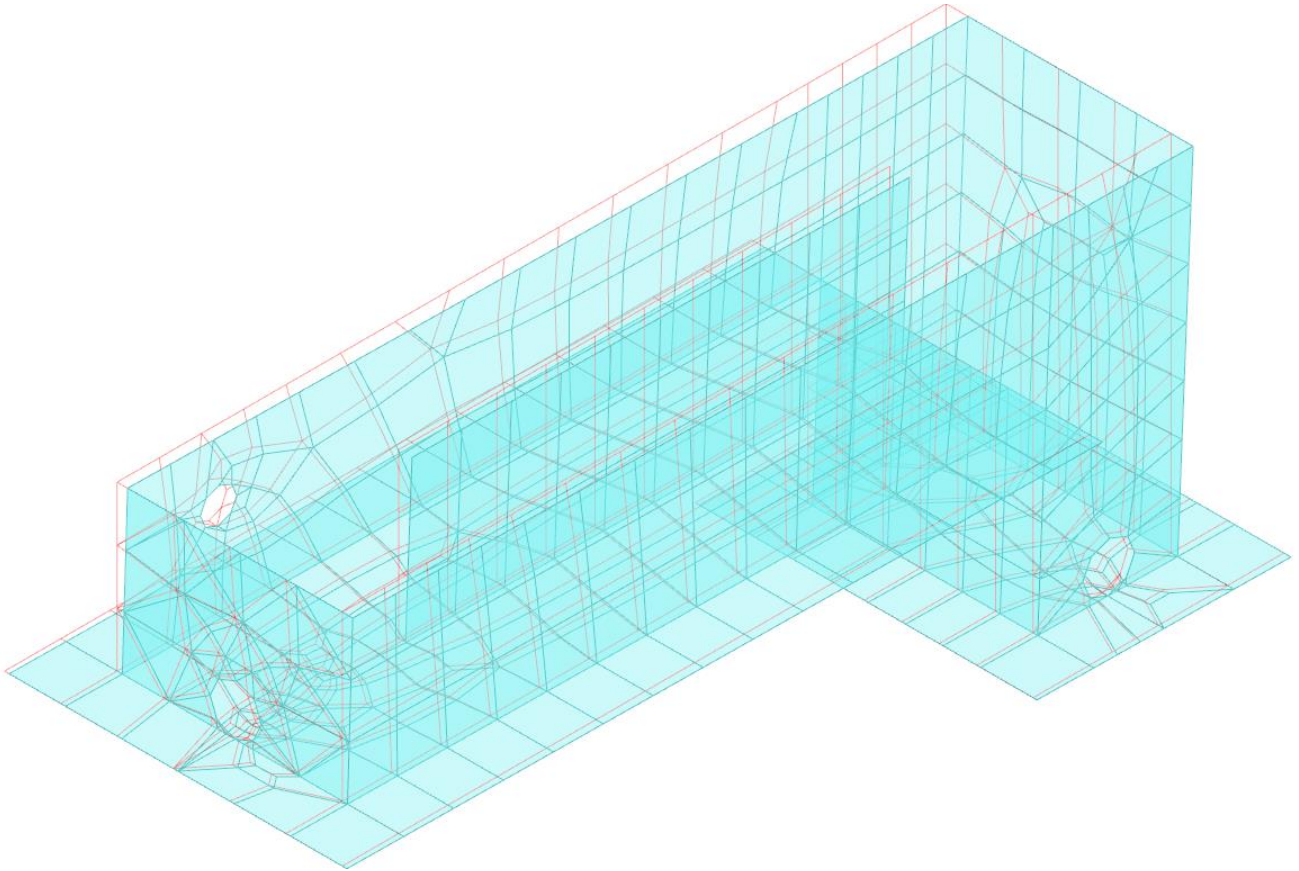


Figura 9-12 - Deformata in condizione SLV 5 direzione Y

<i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		<i>Pag. 233 di 247</i>	

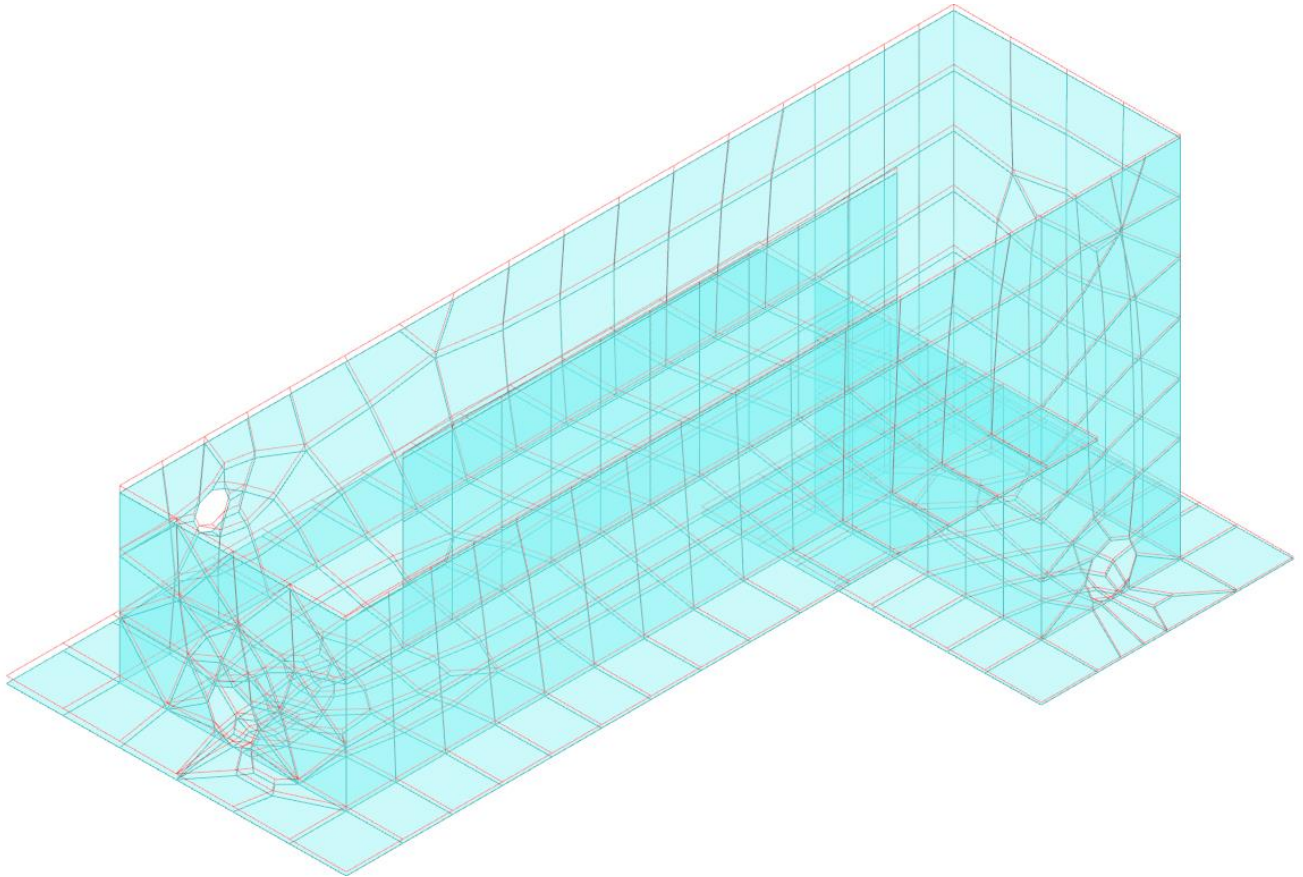


Figura 9-13 - Deformata in condizione SLV 7 direzione Z

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		
		<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		Pag. 234 di 247	

9.6.2.3 Spostamenti nodali estremi SLD

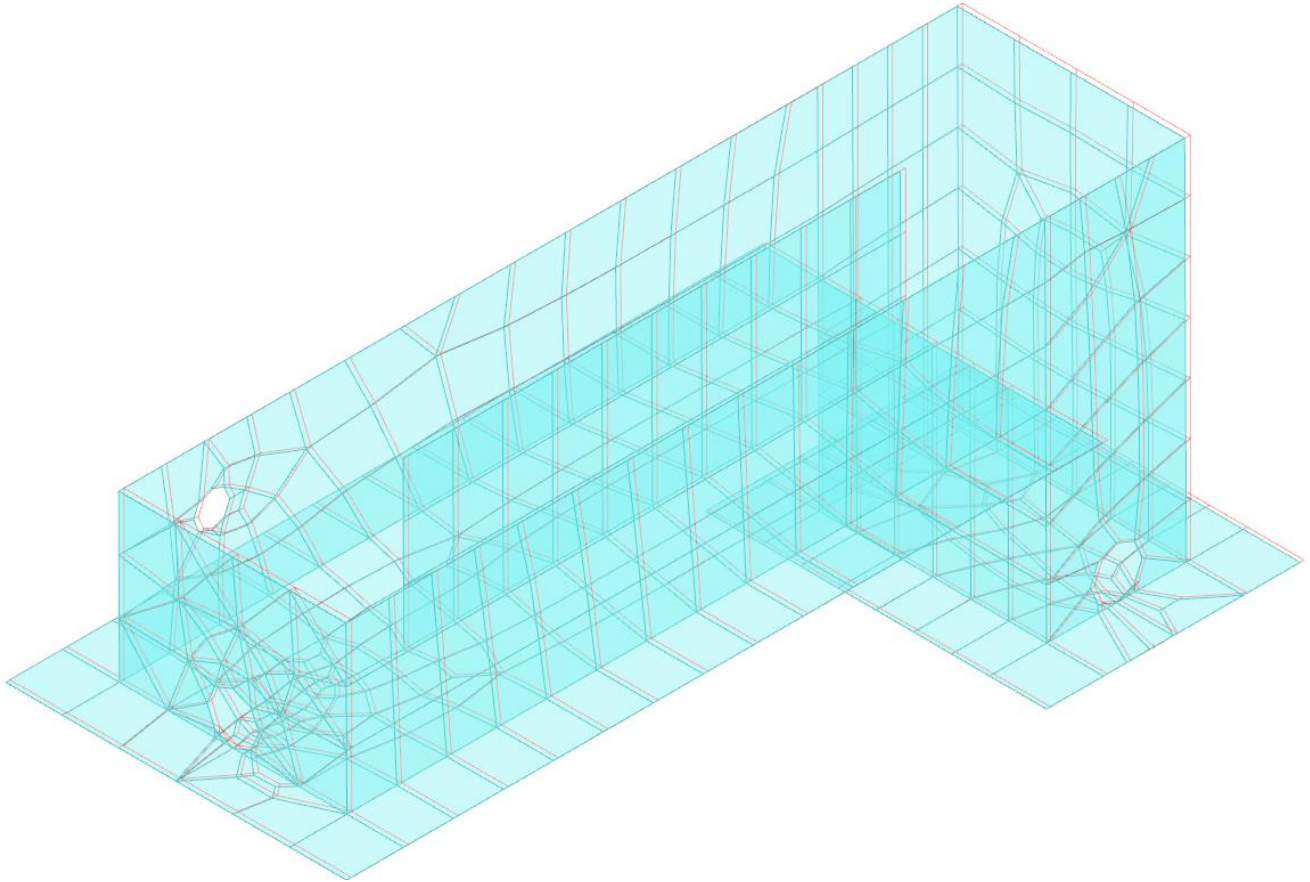


Figura 9-14 - Deformata in condizione SLD 1 direzione X

<i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		<i>Pag. 235 di 247</i>	

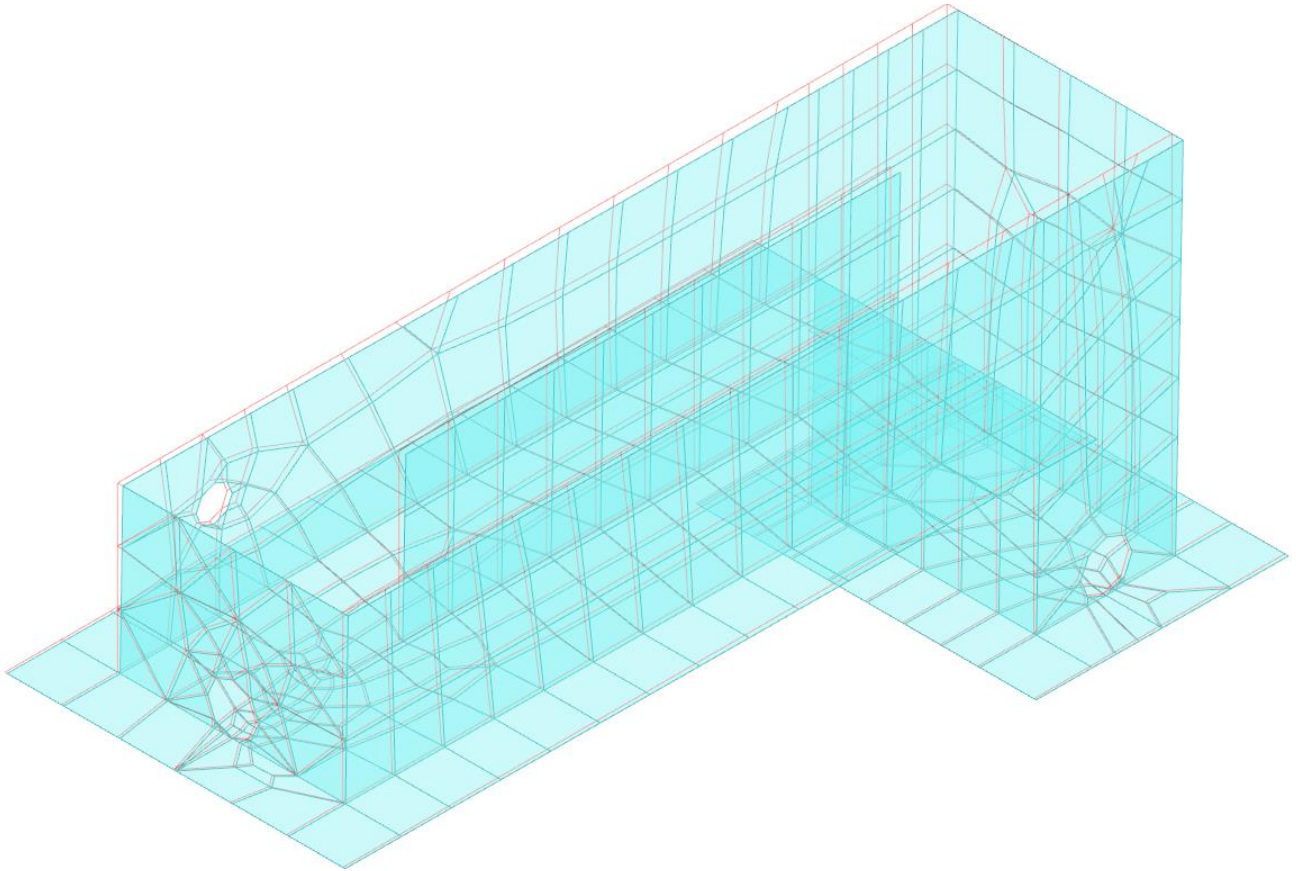


Figura 9-15 - Deformata in condizione SLD 5 direzione Y

<i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.	<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		<i>Pag. 236 di 247</i>	

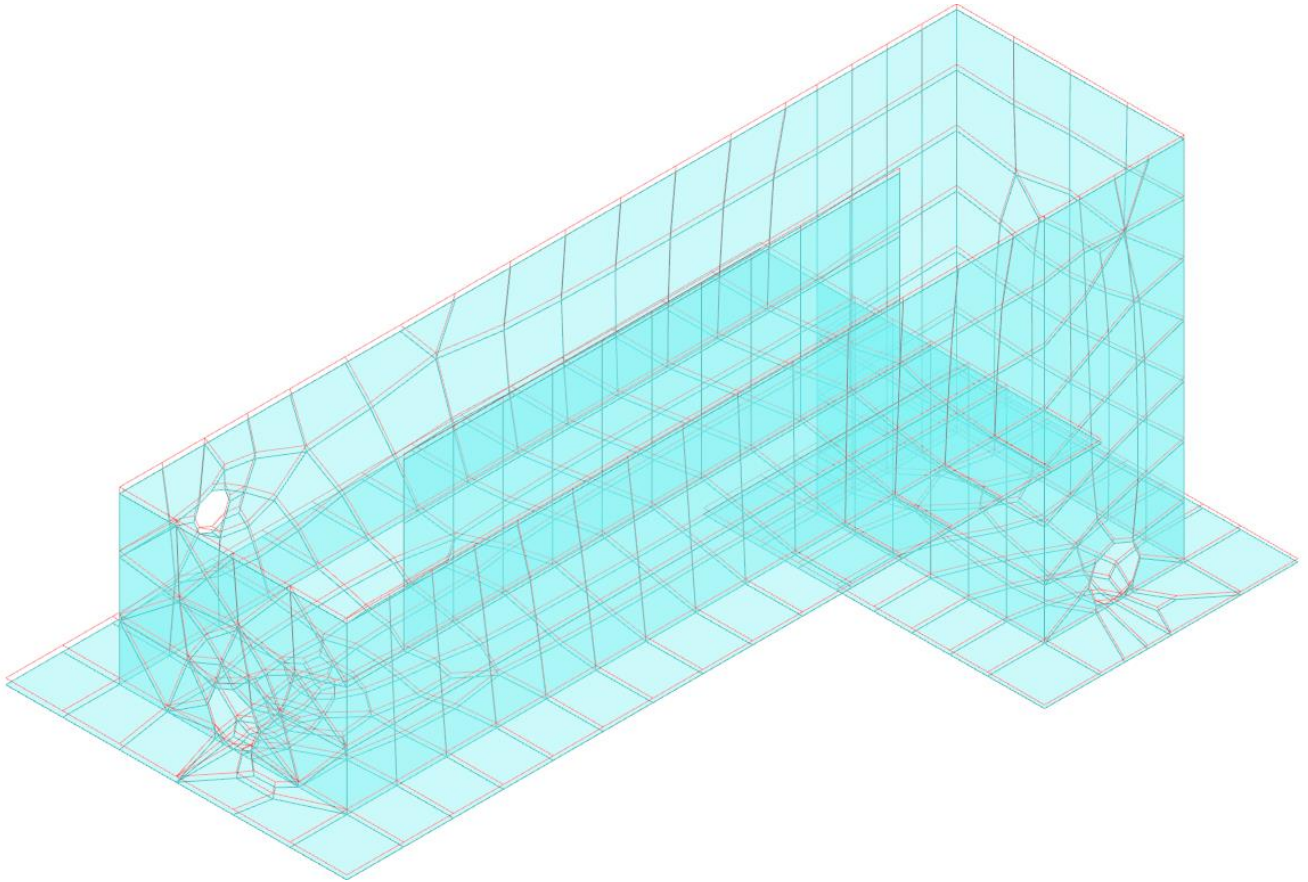


Figura 9-16 - Deformata in condizione SLD 7 direzione Z

9.6.3 Valori di sollecitazione

9.6.3.1 Sollecitazioni platee di fondazione

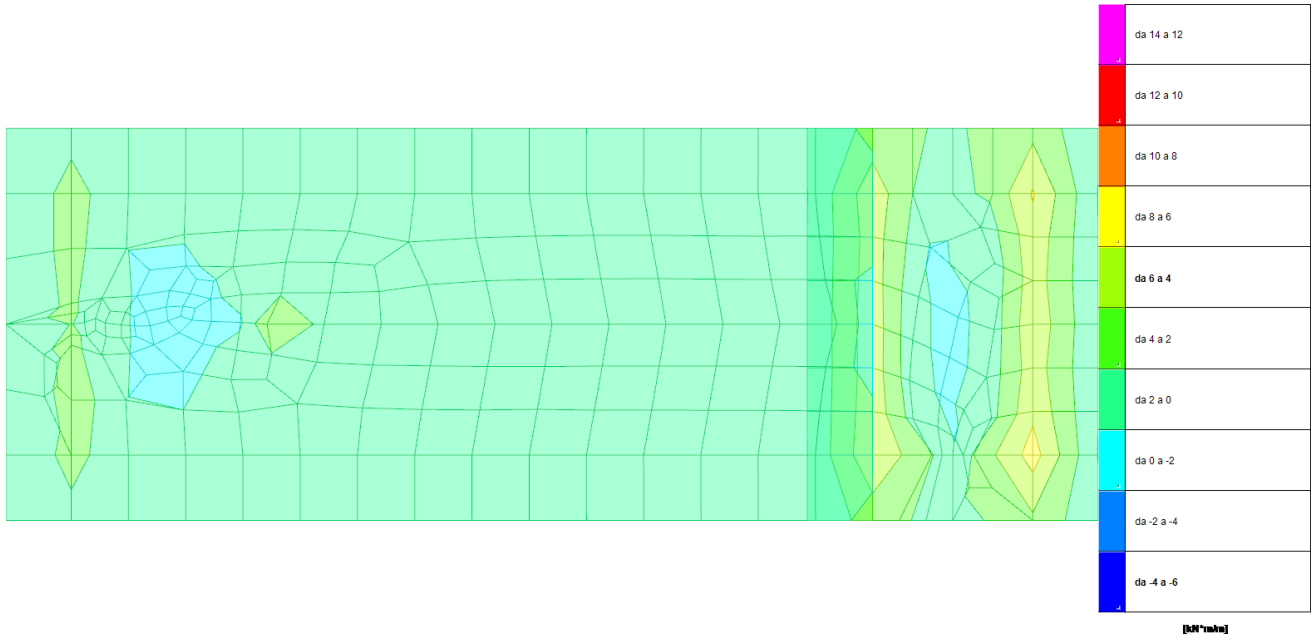


Figura 9-17 - Sollecitazione gusci Mxx massime

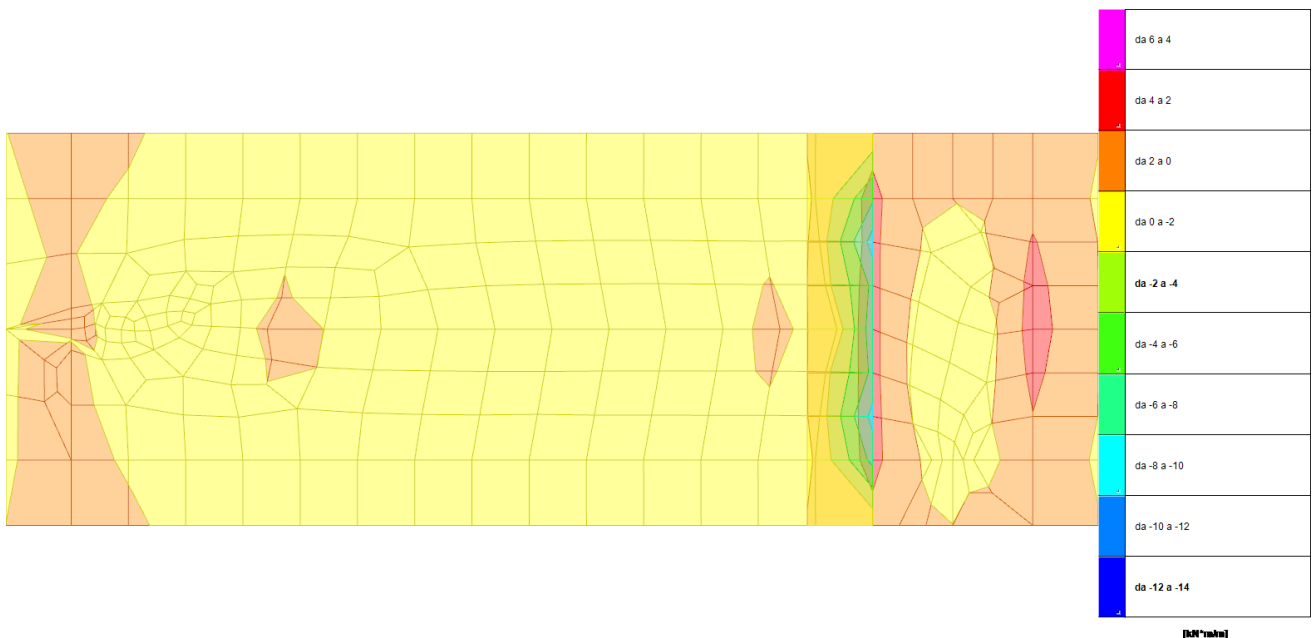


Figura 9-18 - Sollecitazione gusci Mxx minime

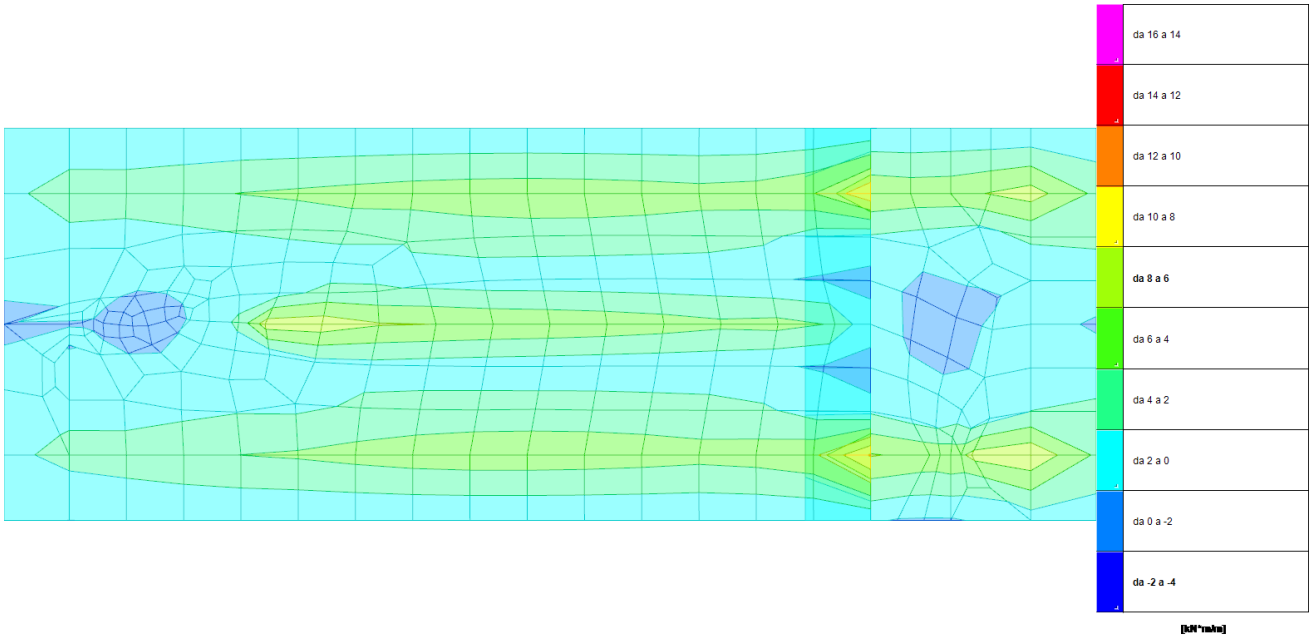


Figura 9-19 - Sollecitazione gusci Myy massime

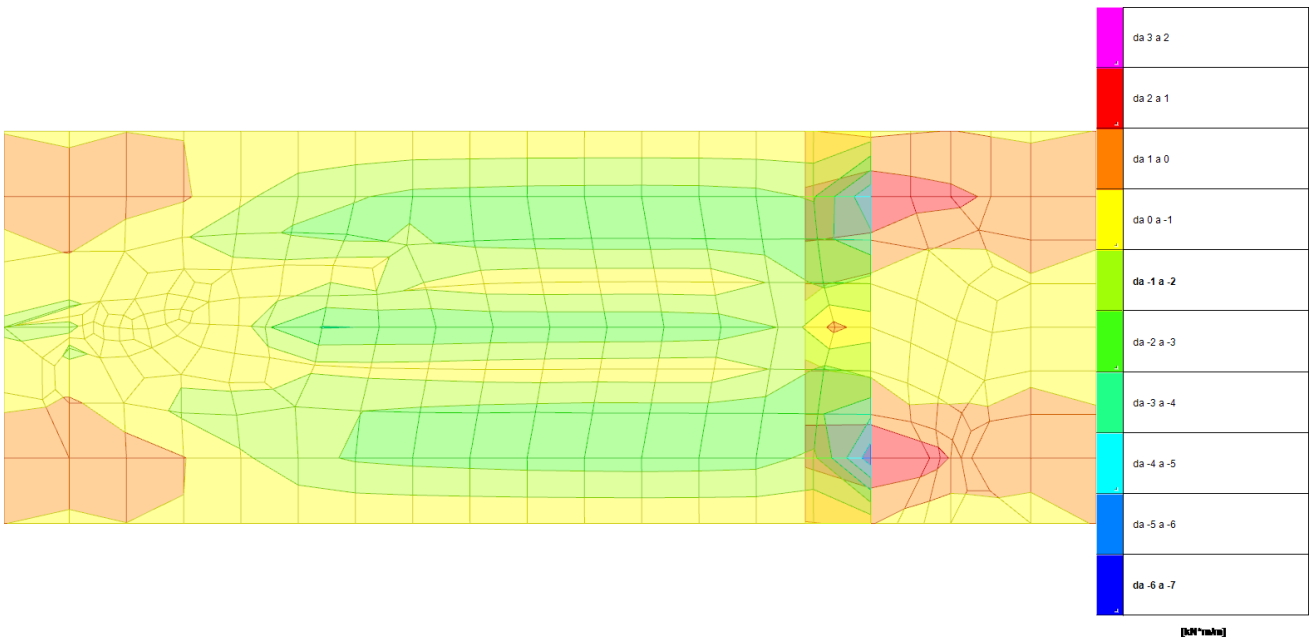


Figura 9-20 - Sollecitazione gusci Myy minime

9.6.3.2 Sollecitazioni pareti

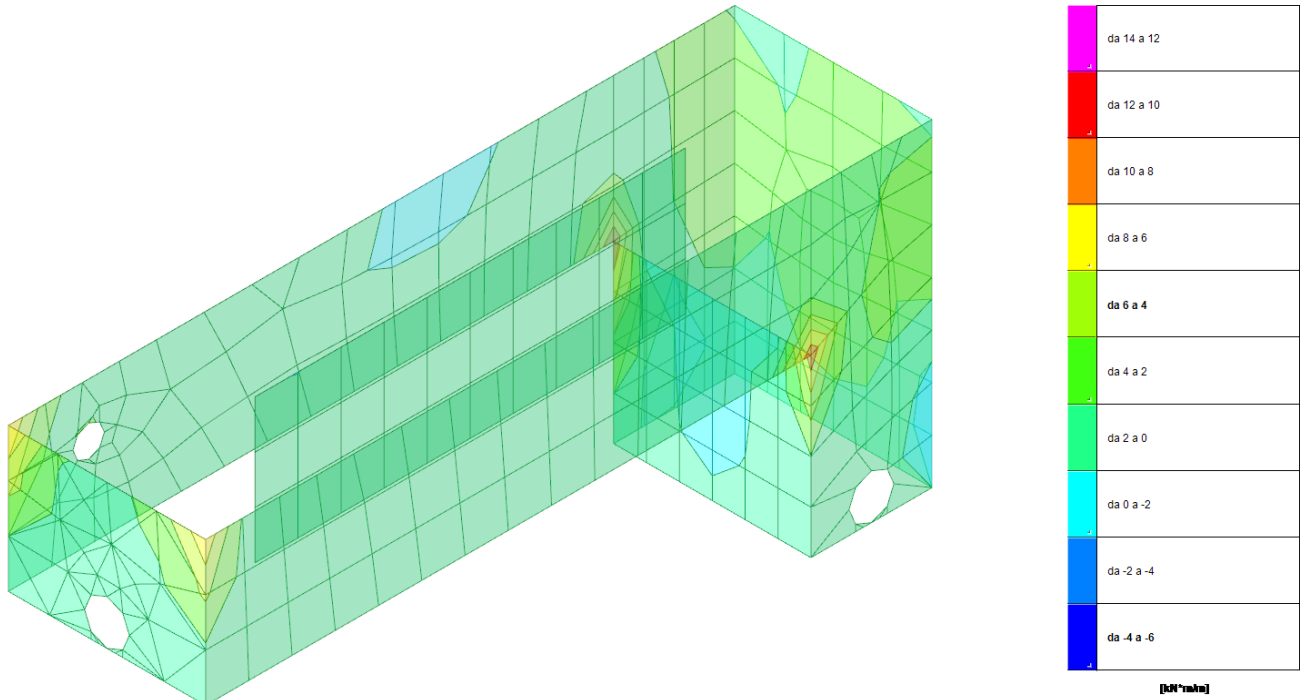


Figura 9-21 - Sollecitazione gusci Moo massime

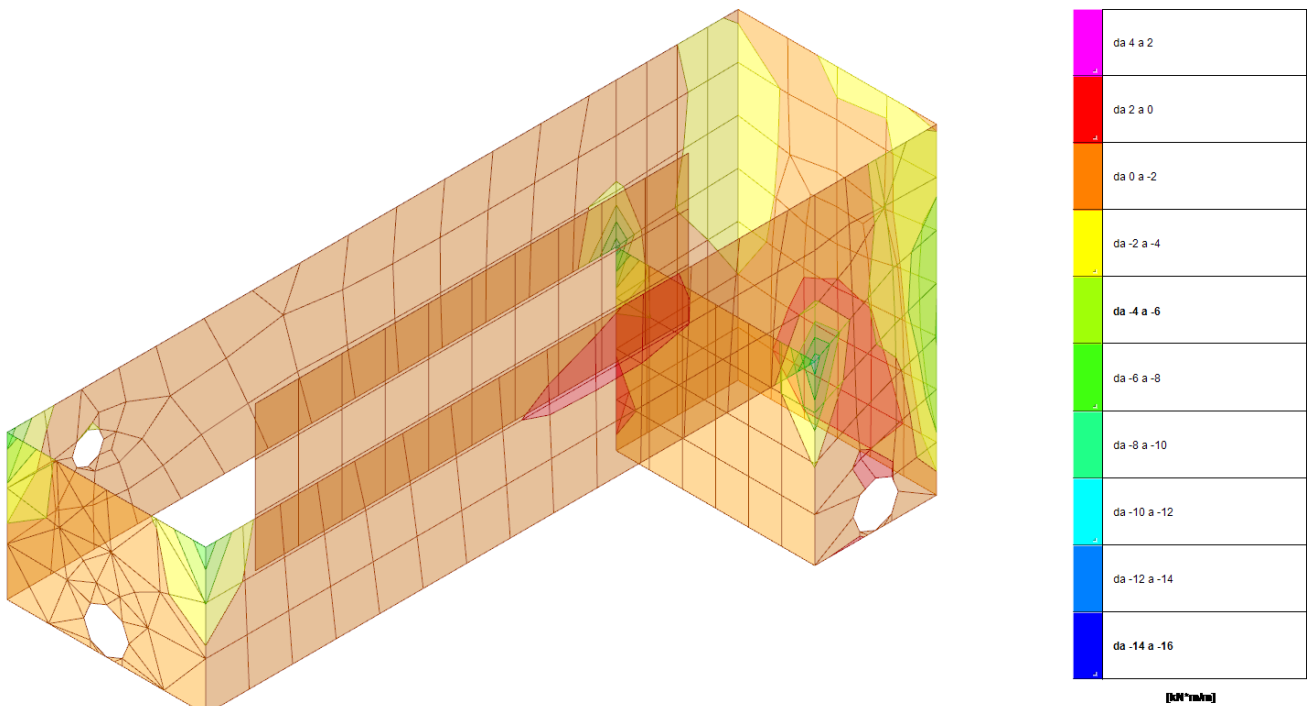


Figura 9-22 - Sollecitazione gusci Moo minime

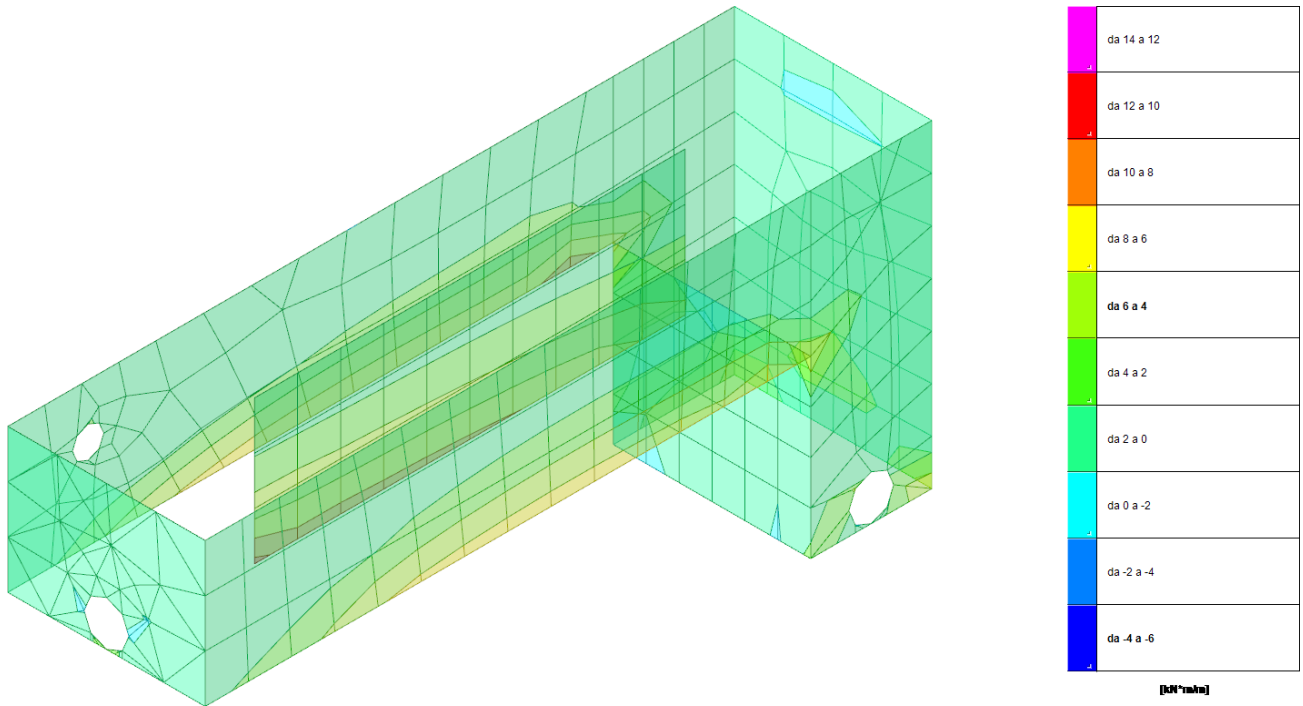


Figura 9-23 - Sollecitazione gusci Mzz massime

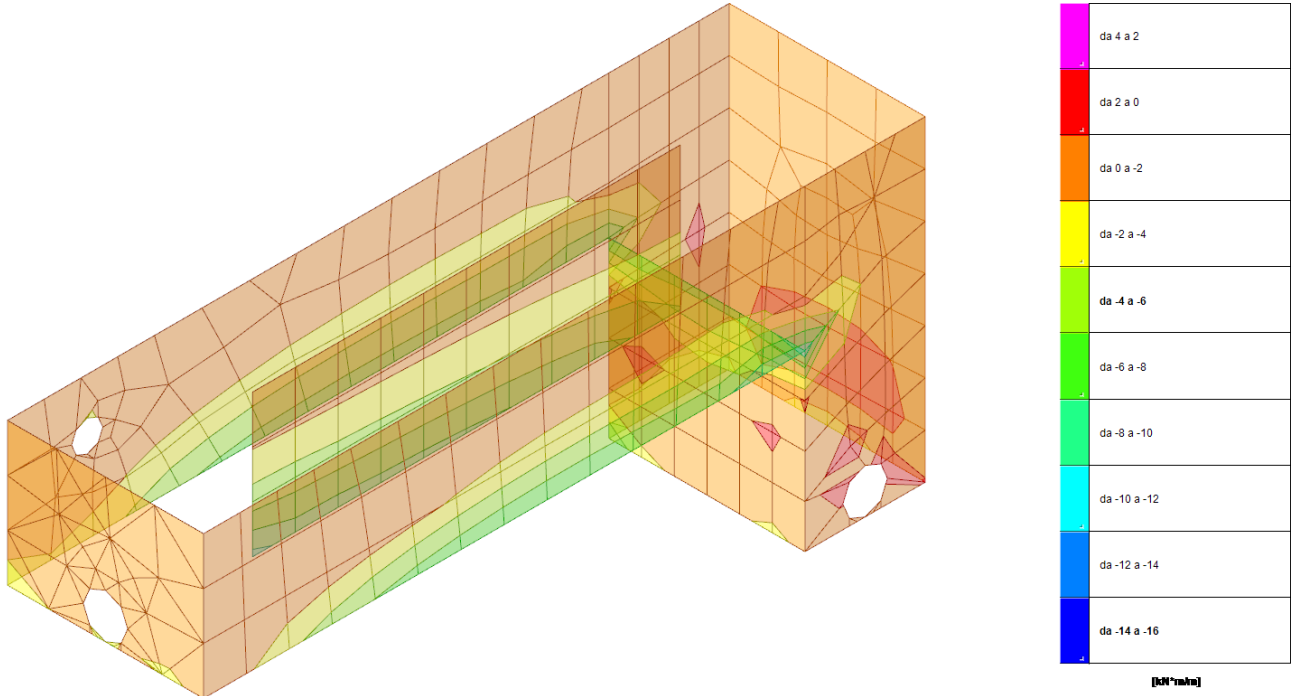


Figura 9-24 - Sollecitazione gusci Mzz minime

<u>Progettista</u> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.		
		Rev.	Data
		00	Set. 2023
		Pag. 241 di 247	

9.7 Verifiche

Sono state effettuate le verifiche su tutti gli elementi strutturali. In questo paragrafo viene riportato il diagramma relativo all’esito delle verifiche di sicurezza su tutti gli elementi strutturali (il colore verde indica l’esito positivo delle verifiche di sicurezza).

I tabulati relativi alle verifiche effettuate sono riportati nell’**Allegato “Tabulati di calcolo strutturale”**.

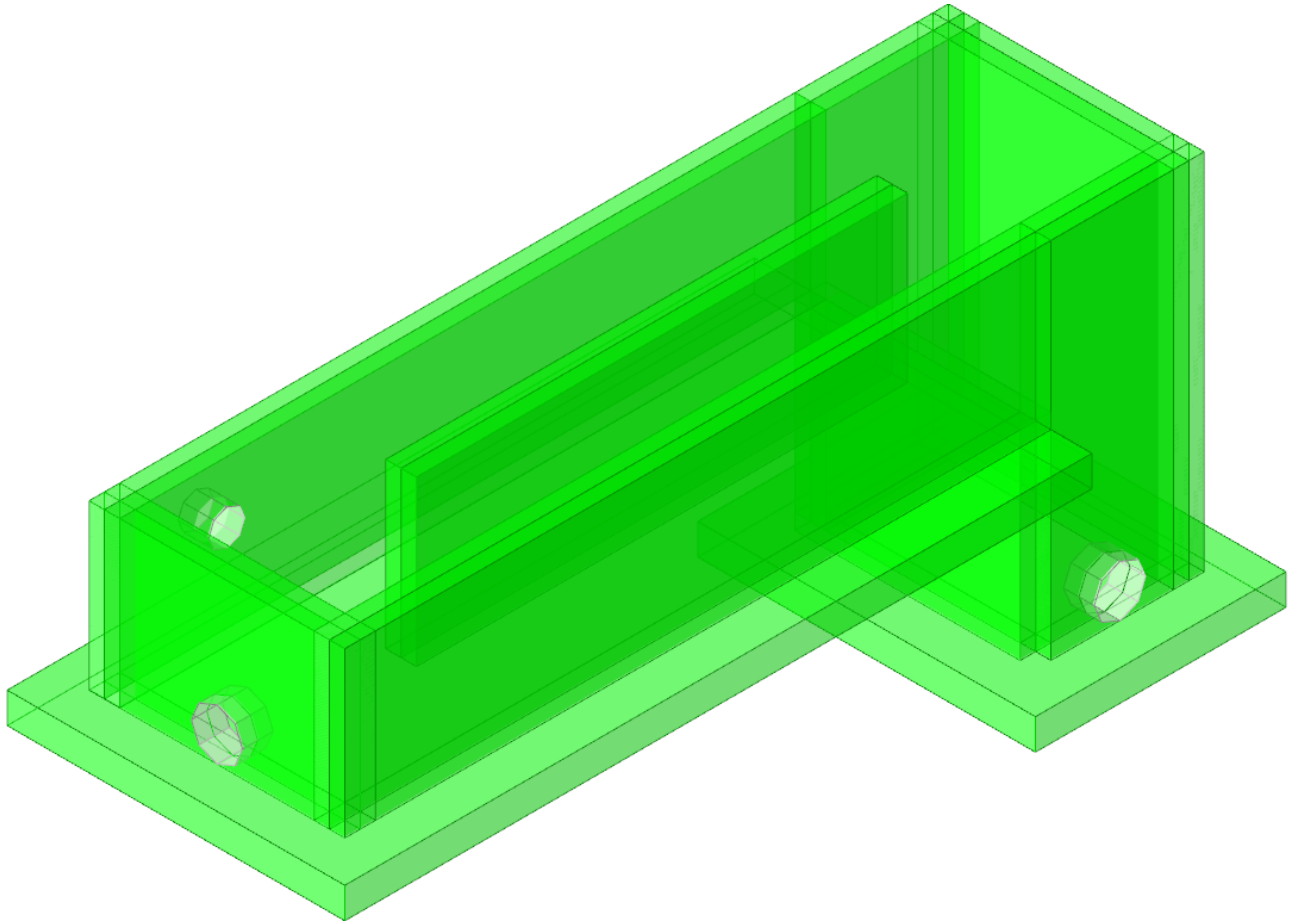


Figura 9-25 - Esito delle verifiche di sicurezza, vista 1

<i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.		
		<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
		00	Set. 2023
		<i>Pag. 242 di 247</i>	

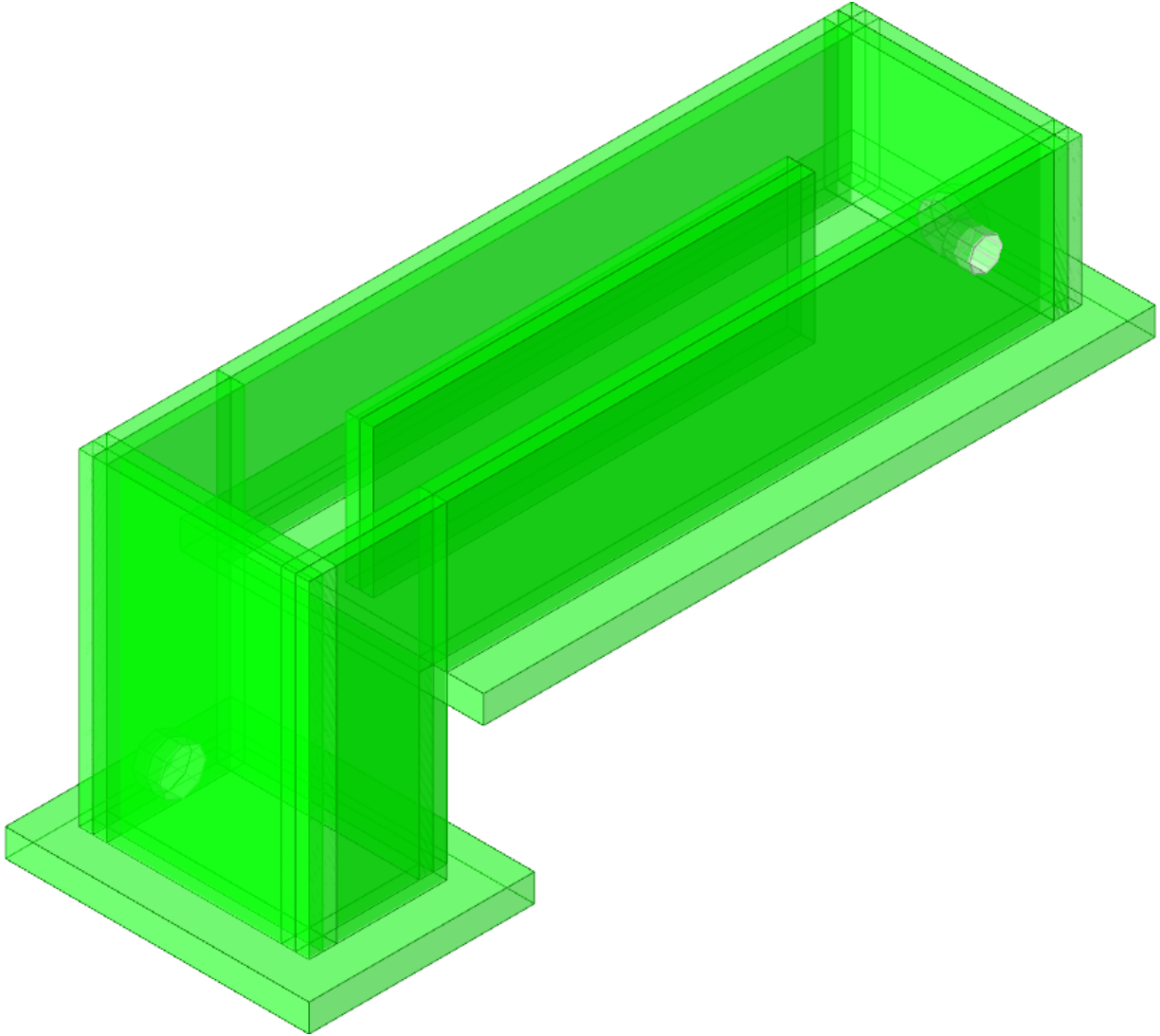


Figura 9-26 - Esito delle verifiche di sicurezza, vista 2

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		<p>Rev. Data</p>
	<p>00</p>	<p>Set. 2023</p>	
			<p>Pag. 243 di 247</p>

9.8 Adempimenti di cui al §10.2 delle NTC 2018

9.8.1 Informazioni generali sull’elaborazione

Dalla osservazione critica del modello e dei risultati di calcolo, sia in termini di deformazioni che in termini di sollecitazioni, non si riscontrano anomalie o singolarità. In particolare:

- la *mesh* operata in sede di modellazione agli elementi finiti (FEM) della struttura presenta maglia regolare ed è tale da garantire una distribuzione realistica degli sforzi e degli spostamenti;
- l’ordine di grandezza degli spostamenti massimi (pari al millimetro sia nelle combinazioni statiche, sia nelle combinazioni sismiche) è coerente con i valori di spostamento attesi per le strutture a pareti, tenendo conto anche del fatto che la struttura è parzialmente interrata;
- le sollecitazioni ottenute, sia per quanto riguarda le platee di fondazione sia per le pareti in elevazione, presentano un andamento realistico: in corrispondenza delle intersezioni tra pareti e tra platee e pareti si osservano dei leggeri picchi di sollecitazioni dovuti ai momenti di incastro.

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		Rev.	Data
			00	Set. 2023
			Pag. 244 di 247	

9.8.2 Controlli

Si riporta, di seguito, il tabulato relativo alle verifiche di equilibrio tra le forze applicate e le reazioni vincolari al fine di effettuare il controllo prescritto dal §10.2 delle NTC2018.

Contributo: Nome attribuito al sistema risultante.

Fx: Componente X di forza del sistema risultante. [kN]

Fy: Componente Y di forza del sistema risultante. [kN]

Fz: Componente Z di forza del sistema risultante. [kN]

*Mx: Componente di momento attorno l'asse X del sistema risultante. [kN*m]*

*My: Componente di momento attorno l'asse Y del sistema risultante. [kN*m]*

*Mz: Componente di momento attorno l'asse Z del sistema risultante. [kN*m]*

Bilancio in condizione di carico: Pesi strutturali

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	-32.38207	-2.7463	-646.65584	-815.335	3166.4635	19.6162
Reazioni	32.38207	2.7463	646.65584	815.335	-3166.4635	-19.6162
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Permanenti portati

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	0	-528.26067	-660.0511	1803.9109	0
Reazioni	0	0	528.26067	660.0511	-1803.9109	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Variabile E (sovraccarico mezzi)

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	-28.58737	-1.13137	0	-2.5225	42.1703	27.1229
Reazioni	28.58737	1.13137	0	2.5225	-42.1703	-27.1229
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Variabile folla

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	0	-21.12	-26.4	88.704	0
Reazioni	0	0	21.12	26.4	-88.704	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Neve

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	0	-20.4864	-25.608	86.0429	0
Reazioni	0	0	20.4864	25.608	-86.0429	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma X SLV

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	173.70858	0	0	0	82.5008	-216.4987
Reazioni	-173.70858	0	0	0	-82.5008	216.4987
Totale	0	0	0	0	0	0

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		Rev.	Data
			00	Set. 2023
			Pag. 245 di 247	

Bilancio in condizione di carico: Sisma Y SLV

<i>Contributo</i>	<i>Fx</i>	<i>Fy</i>	<i>Fz</i>	<i>Mx</i>	<i>My</i>	<i>Mz</i>
Forze applicate	0	191.72432	0	-91.0571	0	821.0635
Reazioni	0	-191.72432	0	91.0571	0	-821.0635
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma X SLD

<i>Contributo</i>	<i>Fx</i>	<i>Fy</i>	<i>Fz</i>	<i>Mx</i>	<i>My</i>	<i>Mz</i>
Forze applicate	87.62029	0	0	0	41.6142	-109.2041
Reazioni	-87.62029	0	0	0	-41.6142	109.2041
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma Y SLD

<i>Contributo</i>	<i>Fx</i>	<i>Fy</i>	<i>Fz</i>	<i>Mx</i>	<i>My</i>	<i>Mz</i>
Forze applicate	0	97.21905	0	-46.173	0	416.3427
Reazioni	0	-97.21905	0	46.173	0	-416.3427
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma X SLO

<i>Contributo</i>	<i>Fx</i>	<i>Fy</i>	<i>Fz</i>	<i>Mx</i>	<i>My</i>	<i>Mz</i>
Forze applicate	70.14107	0	0	0	33.3126	-87.4191
Reazioni	-70.14107	0	0	0	-33.3126	87.4191
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma Y SLO

<i>Contributo</i>	<i>Fx</i>	<i>Fy</i>	<i>Fz</i>	<i>Mx</i>	<i>My</i>	<i>Mz</i>
Forze applicate	0	78.07092	0	-37.0788	0	334.3404
Reazioni	0	-78.07092	0	37.0788	0	-334.3404
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Terreno sisma X SLV

<i>Contributo</i>	<i>Fx</i>	<i>Fy</i>	<i>Fz</i>	<i>Mx</i>	<i>My</i>	<i>Mz</i>
Forze applicate	25.03337	0	0	0	-14.031	-31.3414
Reazioni	-25.03337	0	0	0	14.031	31.3414
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Terreno sisma Y SLV

<i>Contributo</i>	<i>Fx</i>	<i>Fy</i>	<i>Fz</i>	<i>Mx</i>	<i>My</i>	<i>Mz</i>
Forze applicate	0	79.52373	0	28.8088	0	375.7629
Reazioni	0	-79.52373	0	-28.8088	0	-375.7629
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Terreno sisma X SLD

<i>Contributo</i>	<i>Fx</i>	<i>Fy</i>	<i>Fz</i>	<i>Mx</i>	<i>My</i>	<i>Mz</i>
Forze applicate	12.26965	0	0	0	-6.8771	-15.3614
Reazioni	-12.26965	0	0	0	6.8771	15.3614
Totale	0	0	0	0	0	0

Progettista C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.	G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.		<i>Rev.</i> <i>Data</i> 00 Set. 2023
			<i>Pag. 246 di 247</i>

Bilancio in condizione di carico: Terreno sisma Y SLD

<i>Contributo</i>	<i>Fx</i>	<i>Fy</i>	<i>Fz</i>	<i>Mx</i>	<i>My</i>	<i>Mz</i>
Forze applicate	0	38.97712	0	14.1201	0	184.1734
Reazioni	0	-38.97712	0	-14.1201	0	-184.1734
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Terreno sisma X SLO

<i>Contributo</i>	<i>Fx</i>	<i>Fy</i>	<i>Fz</i>	<i>Mx</i>	<i>My</i>	<i>Mz</i>
Forze applicate	9.65014	0	0	0	-5.4088	-12.0818
Reazioni	-9.65014	0	0	0	5.4088	12.0818
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Terreno sisma Y SLO

<i>Contributo</i>	<i>Fx</i>	<i>Fy</i>	<i>Fz</i>	<i>Mx</i>	<i>My</i>	<i>Mz</i>
Forze applicate	0	30.65567	0	11.1055	0	144.8532
Reazioni	0	-30.65567	0	-11.1055	0	-144.8532
Totale	0	0	0	0	0	0

L'applicazione dei carichi alla struttura modellata può quindi considerarsi corretta, essendo soddisfatto, per ogni condizione di carico, l'equilibrio tra le reazioni vincolari e le forze applicate.

9.8.3 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

Sulla base di quanto esposto nel §9.8.1 e nel §9.8.2 della presente Relazione si ritengono accettabili i risultati relativi alla modellazione, all'applicazione delle azioni, all'andamento delle deformate nonché al calcolo delle sollecitazioni sulla struttura.

<p><i>Progettista</i> C. & S. DI GIUSEPPE Ingegneri Associati S.r.l.</p>	<p>G.S.A. Gran Sasso Acqua S.p.A. PNRR – M2C4 I4.4 – Potenziamento depuratore di Scoppito e parte dell’Aquila Ovest - CUP:B15H22001110005 RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI E STRUTTURE IN C.A.</p>		<p>Rev.</p>	<p>Data</p>
	<p>00</p>	<p>Set. 2023</p>	<p>Pag. 247 di 247</p>	

10 PIANO PRELIMINARE DI MONITORAGGIO GEOTECNICO E STRUTTURALE

L’attività di monitoraggio strutturale ha lo scopo di acquisire informazioni circa il comportamento di un manufatto e dell’ambiente che con esso interagisce.

Data la natura delle opere in progetto e le caratteristiche geotecniche del terreno, dove saranno realizzate le nuove strutture, non si ritiene necessario provvedere a redigere uno specifico piano preliminare di monitoraggio geotecnico e strutturale.