

REGIONE CAMPANIA

Acqua Campania S.p.A.

UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE
DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO E
POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE
POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Stralcio Allegato IV D.L. 31.05.2021 n.77 - L. di conversione 21.07.2021 n.108



Responsabile Unico del Procedimento
Dirigente Ciclo Integrato delle Acque della G.R. della Campania
Ing. Rosario Manzi

Il Concessionario
Acqua Campania S.p.A.
Direttore Generale
Area Tecnica
(Ing. Gianluca Maria SALVIA)


I Progettisti



Coordinatore responsabile della
Integrazione delle Prestazioni
Specialistiche

Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
0	Dicembre 2021	EMISSIONE PER VIA	---	---	--
TITOLO : RELAZIONE TECNICA - STRUTTURE			Progettazione:  VIANINI LAVORI S.p.A. 		
Allegato	ED.02.11		Revisione:	0	Scala: -

INDICE

1. PREMESSA	3
2. INQUADRAMENTO GENERALE	4
3. DESCRIZIONE OPERE CIVILI	6
3.1 <i>Impianto di potabilizzazione</i>	6
3.1.1 Chiariflocculazione Accelerata	6
3.1.2 Adsorbimento su carbone attivo con chiariflocculazione accelerata	8
3.1.3 Comparto di Filtrazione, Controlavaggio e Disinfezione con UV	10
3.1.4 Reparto Trattamento Fanghi e Acque di Controlavaggio.....	12
3.1.5 Comparto Trattamento fanghi, Ispessimento e Disidratazione	14
3.2 <i>Serbatoio di accumulo alto calore</i>	16
3.3 <i>Serbatoio di accumulo in Area PIP</i>	18
3.4 <i>Impianto Idroelettrico Principale</i>	20
3.5 <i>Manufatti scatolari di linea</i>	22
3.6 <i>Impermeabilizzazione dei manufatti</i>	26
4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	27
5. RELAZIONE SUI MATERIALI	29
5.1 <i>Calcestruzzo</i>	29
5.1.1 Requisiti di base per le caratteristiche del calcestruzzo	30
5.1.2 Classe di resistenza a compressione	31
5.1.3 Classi di consistenza del calcestruzzo fresco	31
5.1.4 Copriferro minimo	32
5.1.5 Tabella di sintesi requisiti di base calcestruzzo	32
5.1.6 Requisiti di base per i materiali componenti.....	32
5.2 <i>Acciaio</i>	33
5.2.1 Acciai per armatura	33
5.2.2 Acciaio per c.a.p.....	33
5.2.3 Acciaio per carpenteria S355 JR	34
5.3 <i>Bulloneria</i>	34
5.4 <i>Saldature</i>	34

6.	ASPETTI GEOTECNICI.....	35
7.	RELAZIONE DI CALCOLO MANUFATTI	36
7.1	<i>Metodologia di calcolo e di verifica delle strutture</i>	<i>36</i>
7.2	<i>Azioni statiche e schemi di carico.....</i>	<i>36</i>
7.3	<i>Combinazioni di carico</i>	<i>37</i>
7.4	<i>Valutazione delle azioni sismiche.....</i>	<i>38</i>
7.5	<i>Combinazioni di carico dell'azione sismica</i>	<i>40</i>
7.6	<i>Sintesi dei Risultati</i>	<i>42</i>
7.6.1	Impianto di Potabilizzazione – Chiariflocculazione Accelerata	42
7.6.2	Impianto di Potabilizzazione – Adsorbimento su carbone attivo con chiariflocculazione accelerata	45
7.6.3	Comparto Filtrazione, Controlavaggio e Disinfezione con UV	47
7.6.4	Impianto di Potabilizzazione – Comparto di Trattamento Fanghi e Acque di Controlavaggio	50
7.6.5	Impianto di Potabilizzazione – Comparto Trattamento fanghi, Ispessimento e Disidratazione.....	52
7.7	<i>Serbatoio di Accumulo e Centrale di Sollevamento</i>	<i>55</i>
7.7.1	Serbatoio di Accumulo	55
7.7.2	Centrale di Sollevamento	57
7.8	<i>Serbatoio in Area Pip.....</i>	<i>58</i>
7.9	<i>Impianto Idroelettrico Principale</i>	<i>60</i>
8.	RELAZIONE DI CALCOLO MANUFATTI DI LINEA	63
8.1	<i>Manufatto Tipo 1</i>	<i>73</i>
9.	CONCLUSIONI.....	78

1. PREMESSA

La presente relazione riferisce in merito agli aspetti strutturali relativi alle opere civili inserite nell'ambito del **Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica del sistema per lo sfruttamento ad uso irriguo, potabile ed energetico dell'invaso di Campolattaro.**

Nel corso dei paragrafi successivi verranno descritte le caratteristiche tipologiche e prestazionali delle opere, nonché i criteri di progettazione ed i metodi di calcolo utilizzati nel dimensionamento degli organismi strutturali più rappresentativi, ovvero:

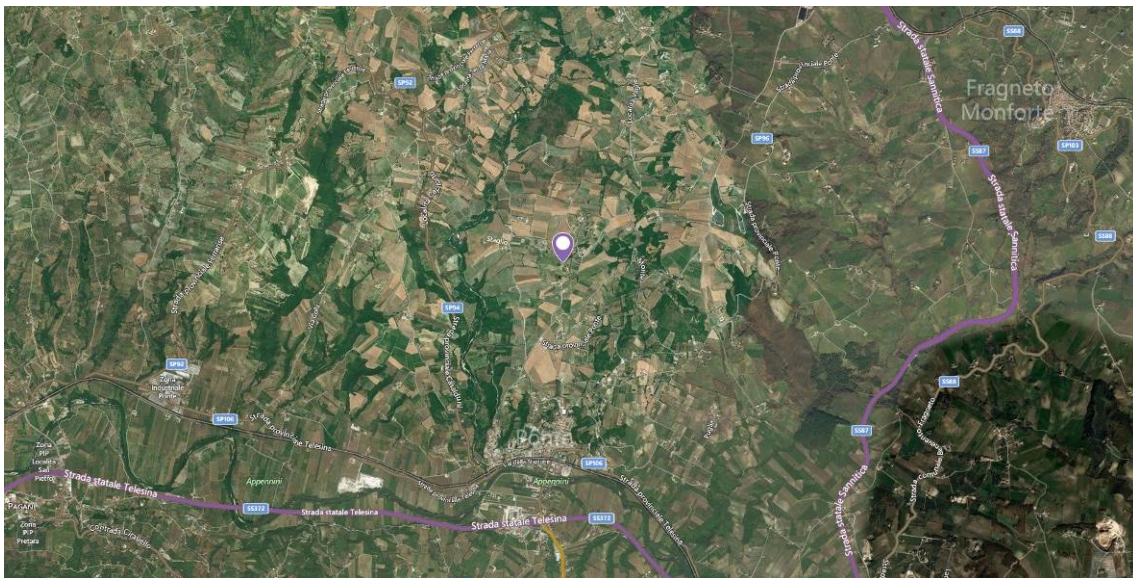
- Per l'impianto di potabilizzazione:
 - Chiariflocculazione Accelerata;
 - Adsorbimento su carbone attivo con chiariflocculazione accelerata;
 - Comparto di Filtrazione, Controlavaggio e Disinfezione con UV;
 - Reparto Trattamento Fanghi e Acque di Controlavaggio;
 - Comparto Trattamento fanghi, Ispessimento e Disidratazione.

- Per i serbatoi di Accumulo:
 - Serbatoio Alto Calore con annessa centrale di sollevamento;
 - Serbatoio Area PIP con annessa centrale di sollevamento;

- Per le opere puntuali collocate lungo lo sviluppo della condotta idrica;
- Il manufatto a servizio dell'impianto idroelettrico principale.

2. INQUADRAMENTO GENERALE

Il proporzionamento delle strutture è stato eseguito in ottemperanza alle disposizioni di cui al D.M. 17/01/2018 e in accordo con le mappe di pericolosità sismica INGV.



La stima della pericolosità sismica è stata definita mediante un approccio “sito dipendente”, e i parametri spettrali necessari per la definizione dell’azione sismica di progetto sono stati calcolati direttamente per il sito in esame in funzione dell’accelerazione orizzontale massima convenzionale del terreno fondale (a livello del bedrock) a_g che caratterizza il sito su cui è edificata la struttura.

I valori di a_g individuati dalla normativa tecnica sono riferiti, anche in funzione della destinazione d’uso dell’edificio, a specifiche probabilità di superamento/occorrenza in un dato periodo di osservazione, o a specifici periodi di ritorno. In considerazione della destinazione d'uso di tipo pubblico (Elenco “A”: *edifici ed opere infrastrutturali di interesse strategico di competenza regionale, la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile*), è stata adottata come vita nominale delle strutture il valore $V_n \geq 100$ anni.

Inoltre, le opere in esame sono classificate quali appartenenti alla **Classe IV**, cui

corrisponde un coefficiente C_u pari a **2.0**, ottenendo quindi una Vita di riferimento $V_r = 100 \times 2.0 = 200$ anni.

Per il calcolo sismico è stata impiegata un'analisi in campo lineare con adozione di spettro di risposta e modalità di calcolo e di verifica conformi al D.M. 17.01.2018.

La **caratterizzazione geotecnica** è stata introdotta nei calcoli sulla base delle indicazioni fornite dalla relazione geotecnica prodotta dal dott. ing. Giuseppe Maria Grimaldi.

Dal punto di vista sismico è stata attribuita una categoria di profilo stratigrafico di tipo **"C"** sulla base di valori bibliografici di zona.

Il calcolo e la verifica degli elementi strutturali sono stati condotti con modellazioni agli elementi finiti, utilizzando i software di calcolo di seguito indicati:

- Titolo MASTERSAP TOP - Versione 2020
- Produttore AMV srl, Ronchi dei Legionari (GO)

- Titolo SCAT 14 – PAC 14 – CARL 14
- Produttore AZTEC Informatica

3. DESCRIZIONE OPERE CIVILI

3.1 IMPIANTO DI POTABILIZZAZIONE

L'impianto di potabilizzazione è rappresentato dal raggruppamento di numerosi manufatti, differenti per forma e dimensioni, associati alle vasche preposte alle attività di processo ed a edifici preposti alle attività di servizio e controllo.



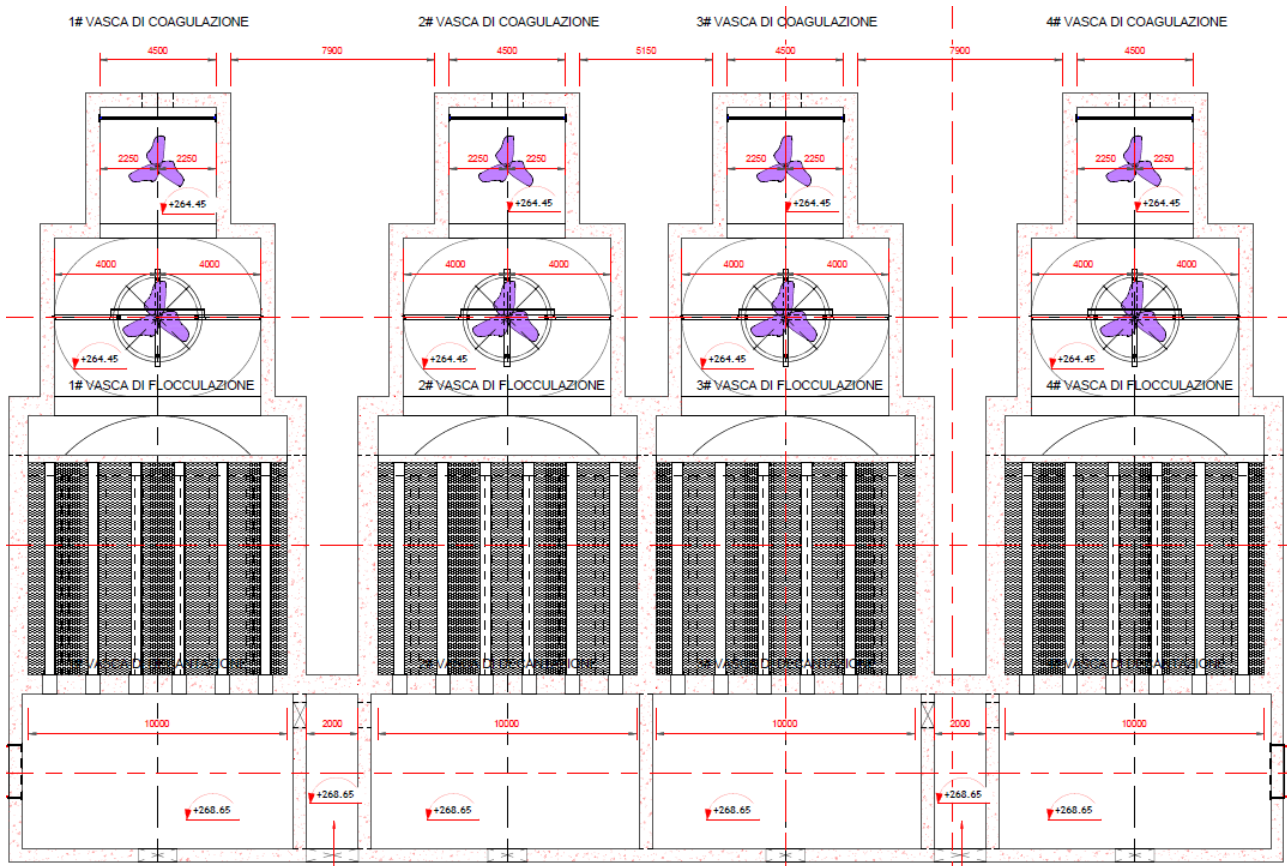
Di seguito si descrivono le opere civili inerenti ai principali manufatti dell'impianto di potabilizzazione per le quali sono state condotte le analisi strutturali.

3.1.1 CHIARIFLOCCULAZIONE ACCELERATA

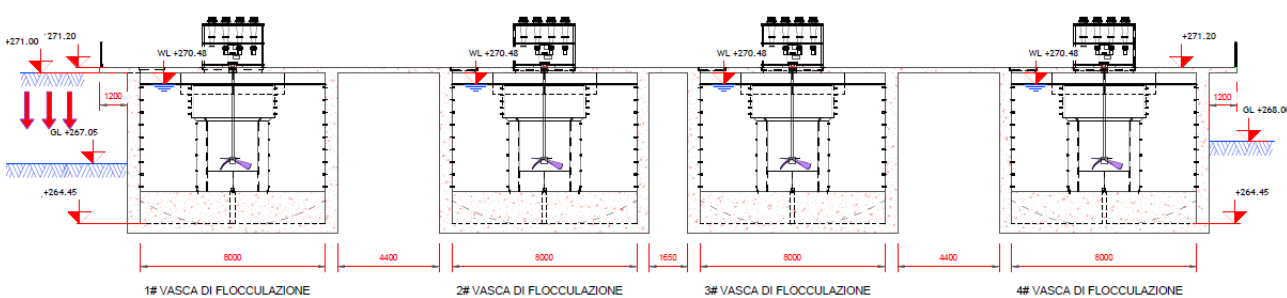
Il manufatto, interamente realizzato in c.a. per una superficie di circa 1200 mq, si compone di una stazione di pompaggio a cui sono collegate 4 sistemi identici di vasche ognuno dei quali formato da una vasca di decantazione, una di flocculazione e una di coagulazione.

Le solette di fondazione, con quota di imposta a +263,65 per la stazione di pompaggio e +264,45 per le vasche, presentano spessore pari a 60cm. Al di sopra della fondazione si elevano, totalmente interrate rispetto alla quota

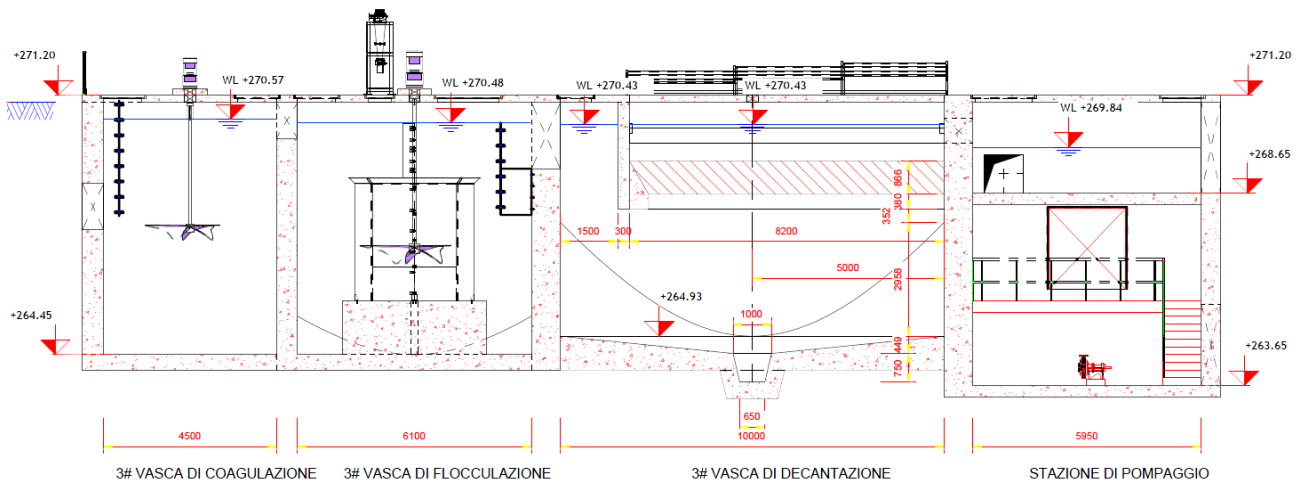
campagna, le pareti perimetrali per un'altezza di circa 7,00m ed uno spessore di 40cm. Per le pareti interne è stato adottato uno spessore di 30cm. Il locale adibito a stazione di pompaggio è coperto da una soletta intermedia (s=40cm) utile alla creazione di un canale di bypass avente battente idrico di circa 1 m. L'intero manufatto è coperto superiormente da una soletta di spessore 40 cm.



Vasca di Chiariflocculazione Accelerata – Pianta quota +270.5m s.l.m.



Vasca di Chiariflocculazione Accelerata – Sezione Trasversale



Vasca di Chiariflocculazione Accelerata – Sezione Longitudinale

3.1.2 ADSORBIMENTO SU CARBONE ATTIVO CON CHIARIFLOCCULAZIONE ACCELERATA

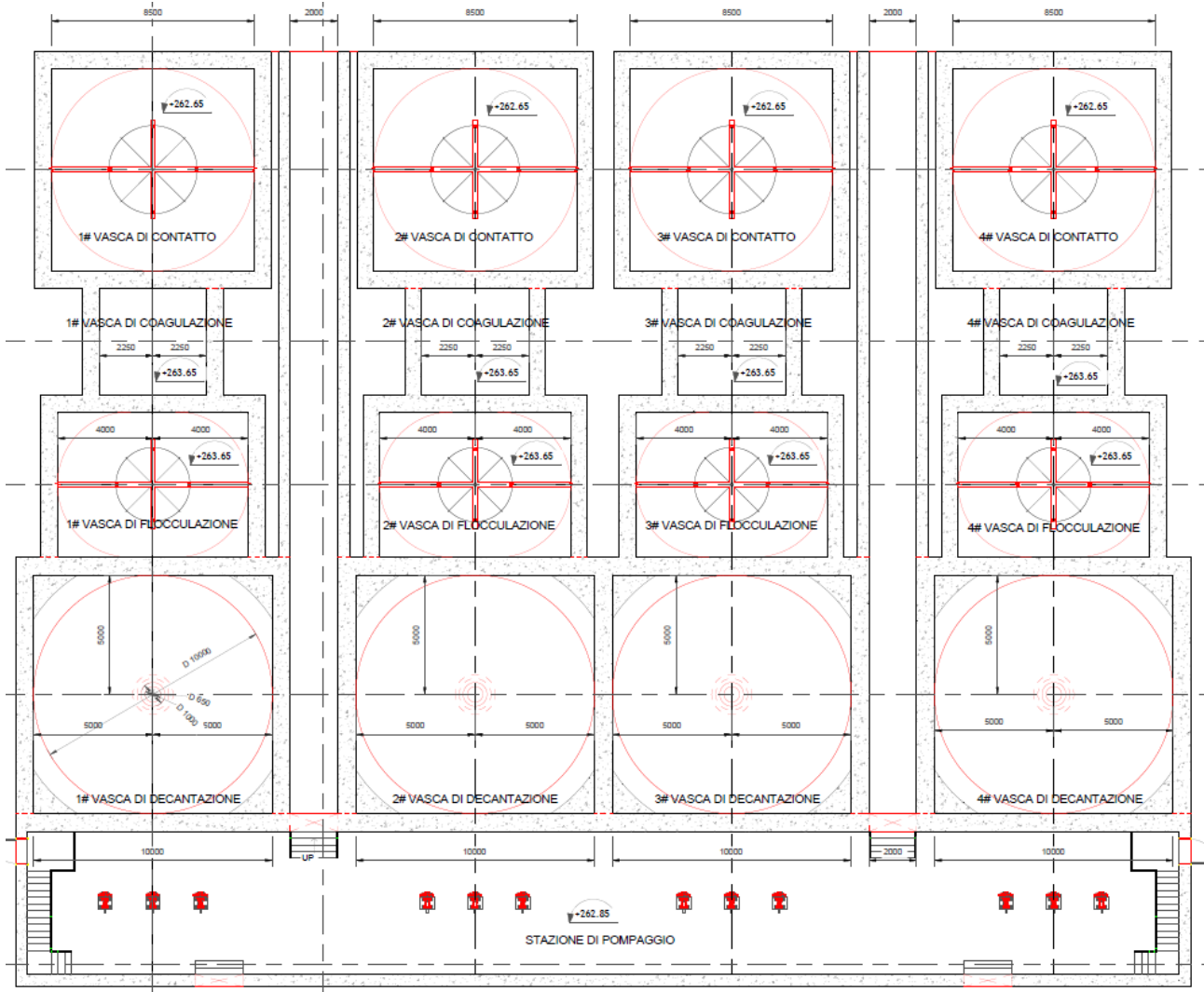
Il manufatto, interamente realizzato in c.a. su una superficie di circa 1850 mq, è simile a quello appena descritto con l'eccezione che al sistema di vasche si aggiunge la vasca di contatto. Le solette di fondazione presentano uno spessore di 50cm con quota di imposta della piastra a 262.85 m s.l.m. per la stazione di pompaggio, +263,65 per le vasche di decantazione, flocculazione e coagulazione e +262.65 m s.l.m. per le restanti vasche di contatto.

Al di sopra della fondazione si elevano le pareti perimetrali per un'altezza di 6.55 m per le vasche di contatto, e 7.55 m per le restanti.

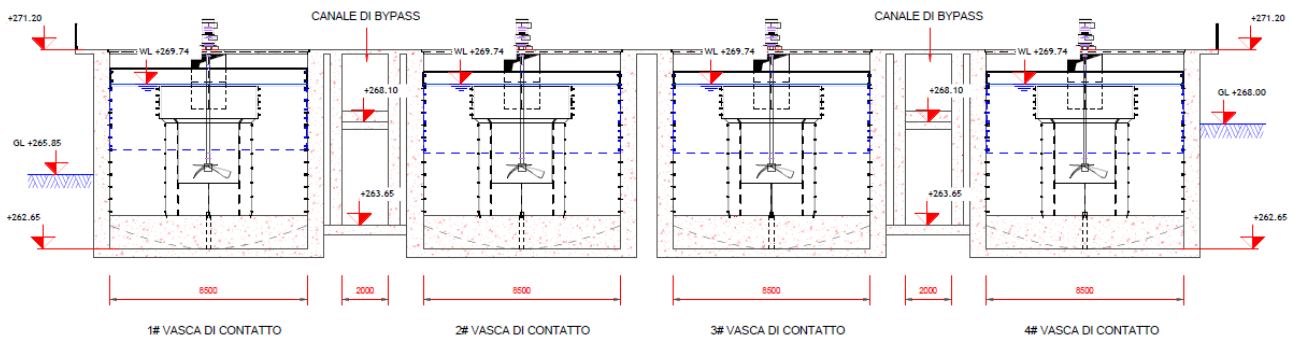
Per le pareti verticali perimetrali, interrato di circa 2m, è stato adottato uno spessore di 40 cm, per le restanti parti lo spessore risulta essere pari a 30 cm.

Le solette intermedie hanno spessore pari a 30cm, quella di copertura di 40cm.

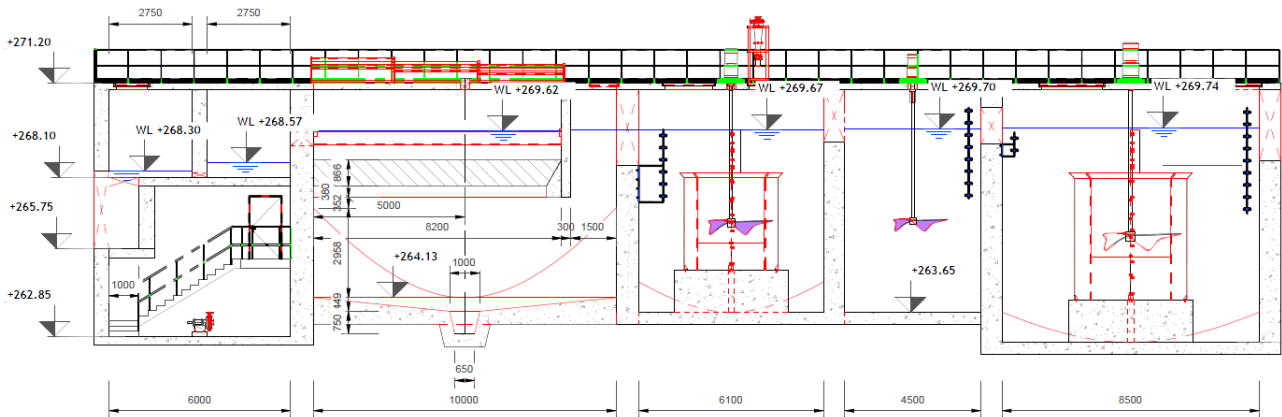
Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.
UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO
E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA



Vasca di Adsorbimento su carbone attivo con chiariflocculazione acc. – Pianta quota +263.5m s.l.m.



Vasca di Adsorbimento su carbone attivo con chiariflocculazione acc. - Sezione Trasversale



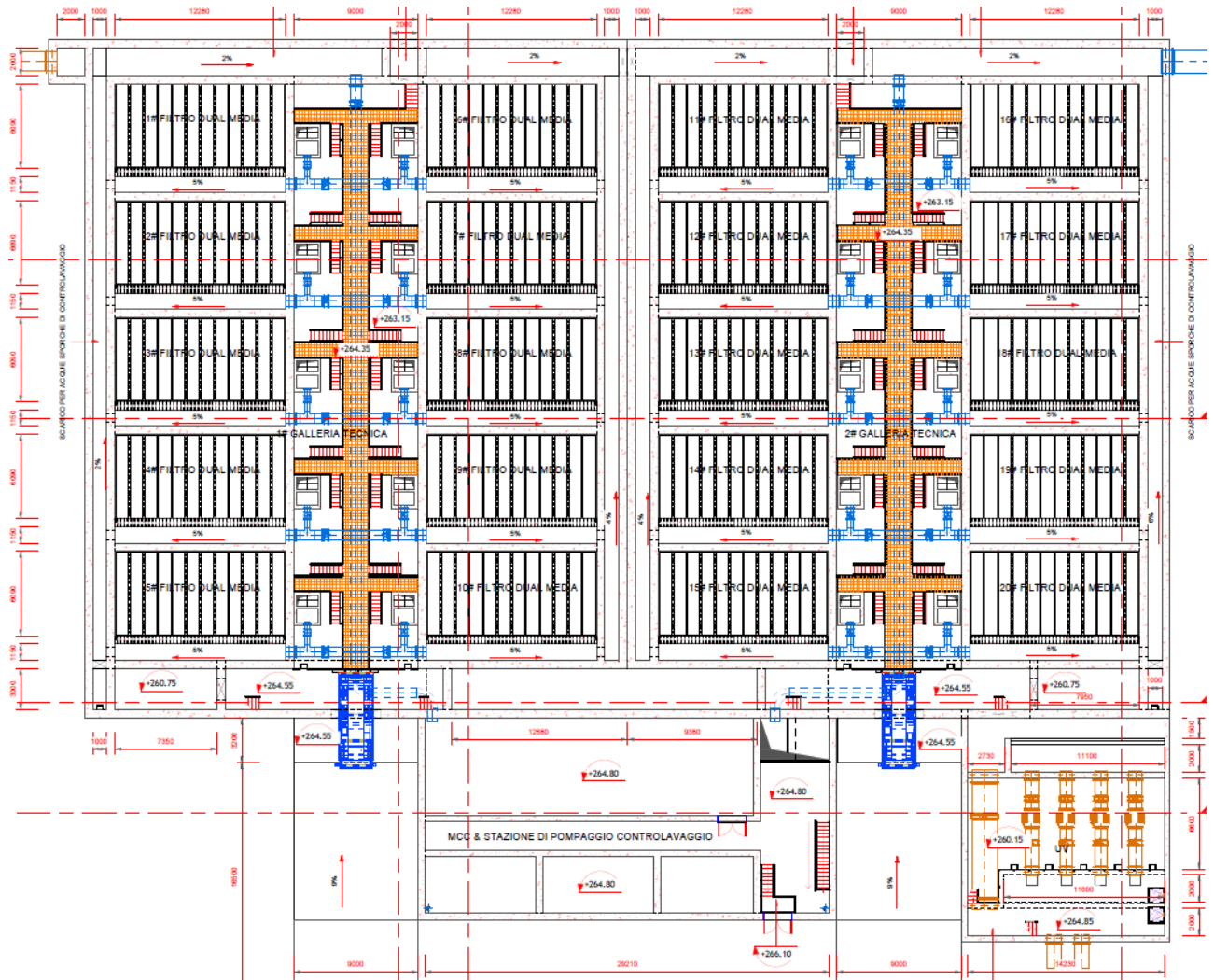
Vasca di Adsorbimento su carbone attivo con chiariflocculazione acc. – Sezione Longitudinale

3.1.3 COMPARTO DI FILTRAZIONE, CONTROLAVAGGIO E DISINFEZIONE CON UV

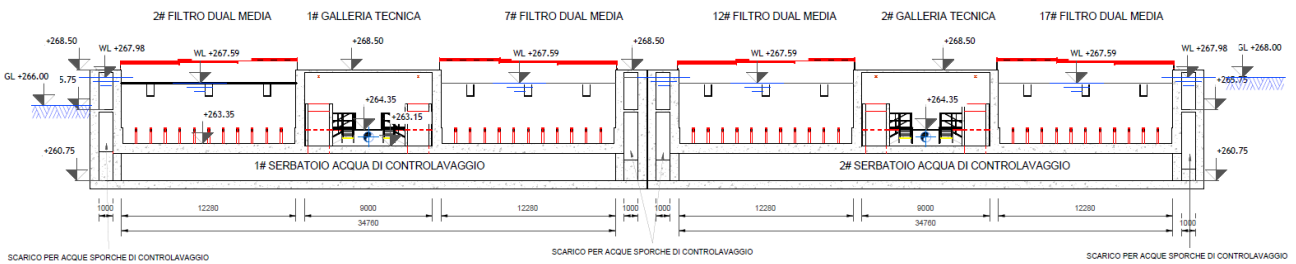
Il manufatto, interamente realizzato in c.a., ha un'area di circa 4500mq ed è costituito da 20 vasche di filtrazione dual media, dalla stazione di pompaggio controlavaggio, dalla vasca di disinfezione con UV, canali scarico per le acque sporche, canali di by-pass, gallerie tecniche per l'alloggiamento di tubazioni e macchinari.

Le solette di fondazione, con quota di imposta variabile da +257.25 della stazione di pompaggio controlavaggio a +260.75m s.l.m. dei serbatoi di acqua di controlavaggio, hanno spessore pari a 50cm, quelle intermedie s=40cm e quella di copertura s=40cm. Le pareti perimetrali presentano altezza variabile dagli 8.0m ai 10.0m in funzione della vasca ed hanno spessore pari a s=50cm, le pareti interne hanno spessore s=30cm.

Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.
UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO
E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

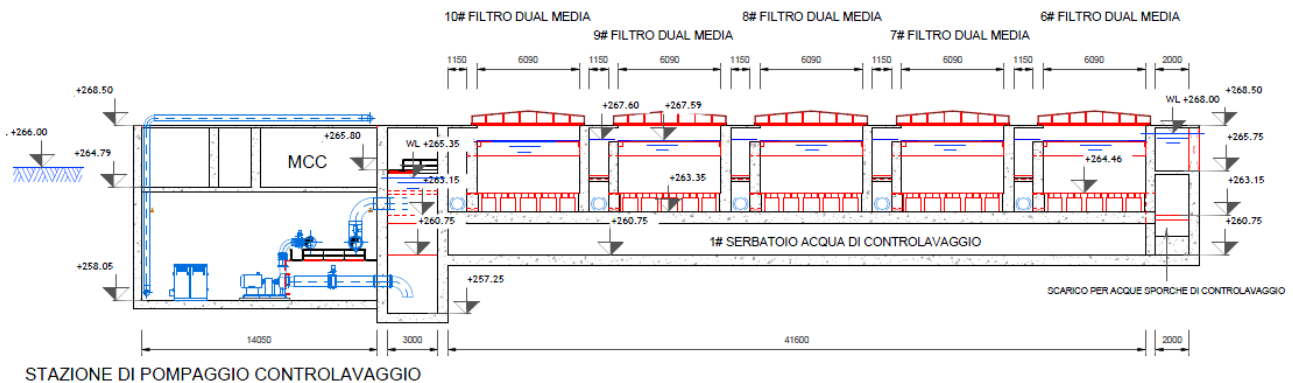


Comparto Filtrazione, controlavaggio, e Disinfezione con UV – Pianta quota +265.0m s.l.m.



Comparto Filtrazione, controlavaggio, e Disinfezione con UV - Sezione Trasversale

Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.
*UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO
E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA*



Comparto Filtrazione, controlavaggio, e Disinfezione con UV – Sezione Longitudinale

3.1.4 REPARTO TRATTAMENTO FANGHI E ACQUE DI CONTROLAVAGGIO

Si compone di un unico manufatto, formato da due parti pressappoco speculari. È articolato in una stazione di pompaggio, n°2 vasche di serbatoio fanghi, n°2 vasche di flocculazione, n°2 vasche di sedimentazione, un pozzetto surnatanti, un serbatoio delle acque nere.

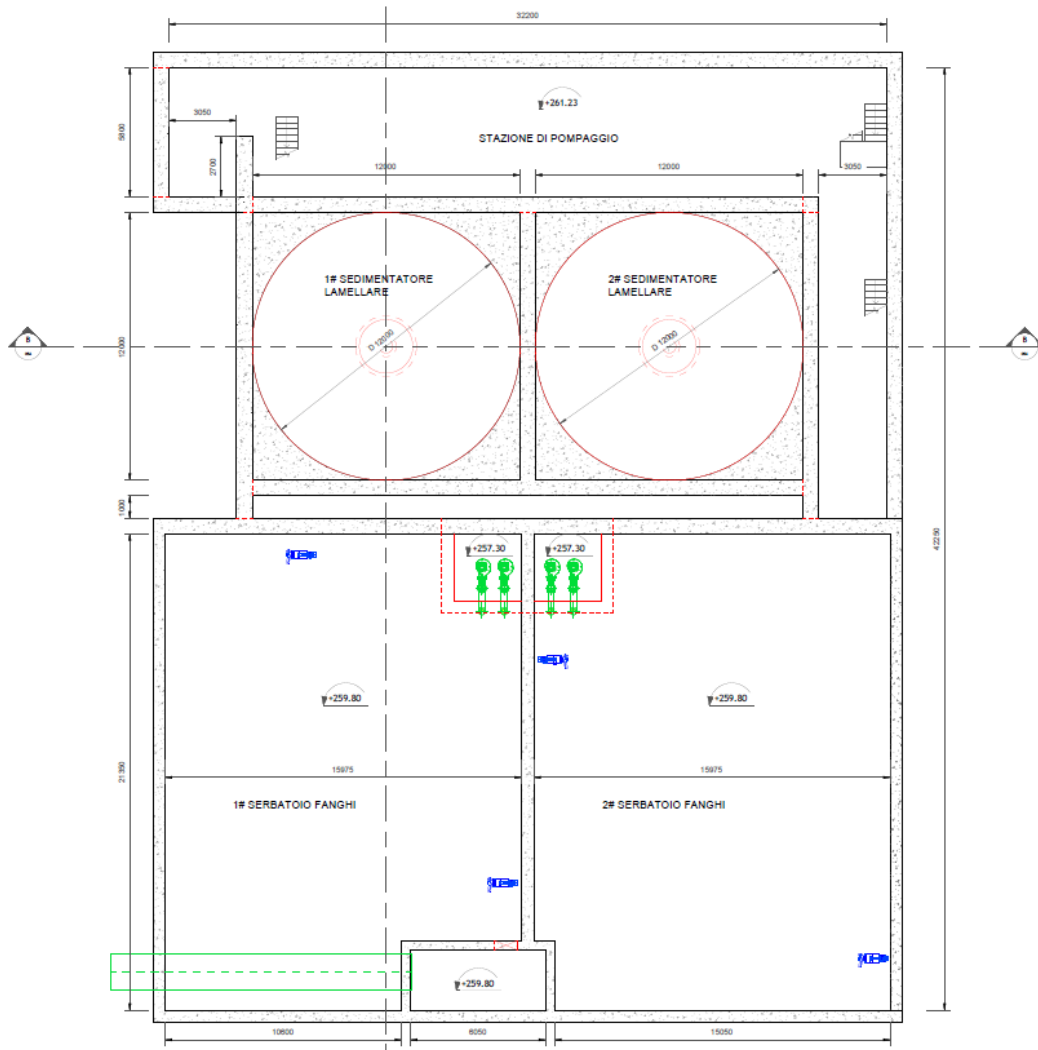
Il singolo manufatto si sviluppa su di una superficie in pianta di circa 1400 mq con quota di imposta della piastra di fondazione a +257,30 per il punto più profondo del serbatoio fanghi e +261.23 m s.l.m. per il punto più profondo delle vasche di sedimentazione e la stazione di pompaggio.

Al di sopra della fondazione dello spessore di 60 cm, si elevano le pareti perimetrali, interrate di 9.0m nel punto più profondo e 4.3m in quello meno profondo, per un'altezza rispettivamente di circa 11.00 m e 5.30 m.

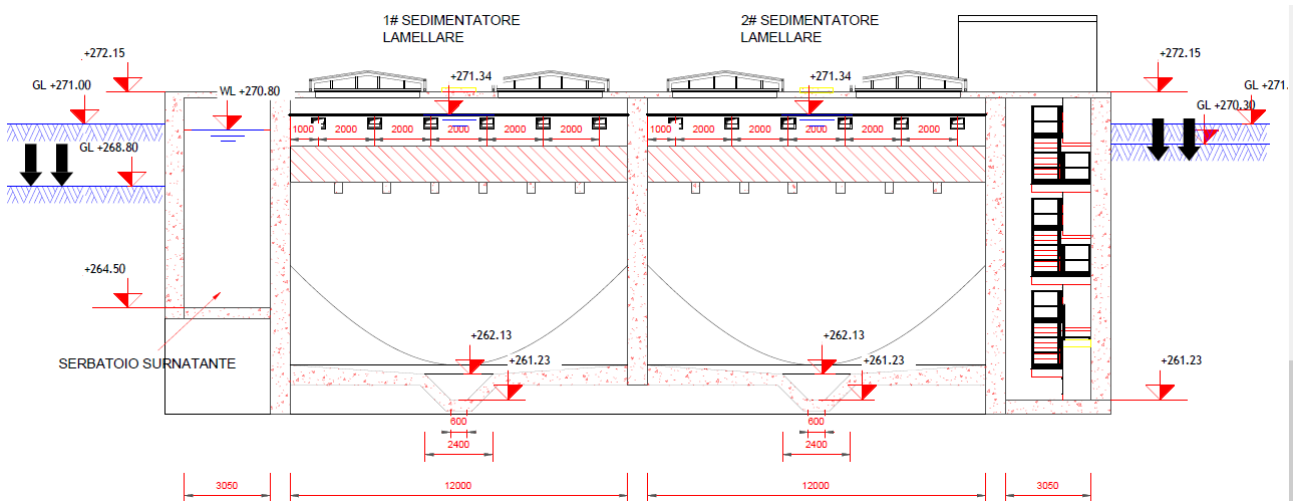
Per le pareti perimetrali stato adottato uno spessore di 40 cm, per le restanti parti lo spessore risulta essere pari a 30 cm. Le pareti centrali del manufatto, più profonde rispetto alle altre, presentano spessore pari a 60 cm.

Le solette intermedie hanno spessore pari a 40cm, quella di copertura di 40cm.

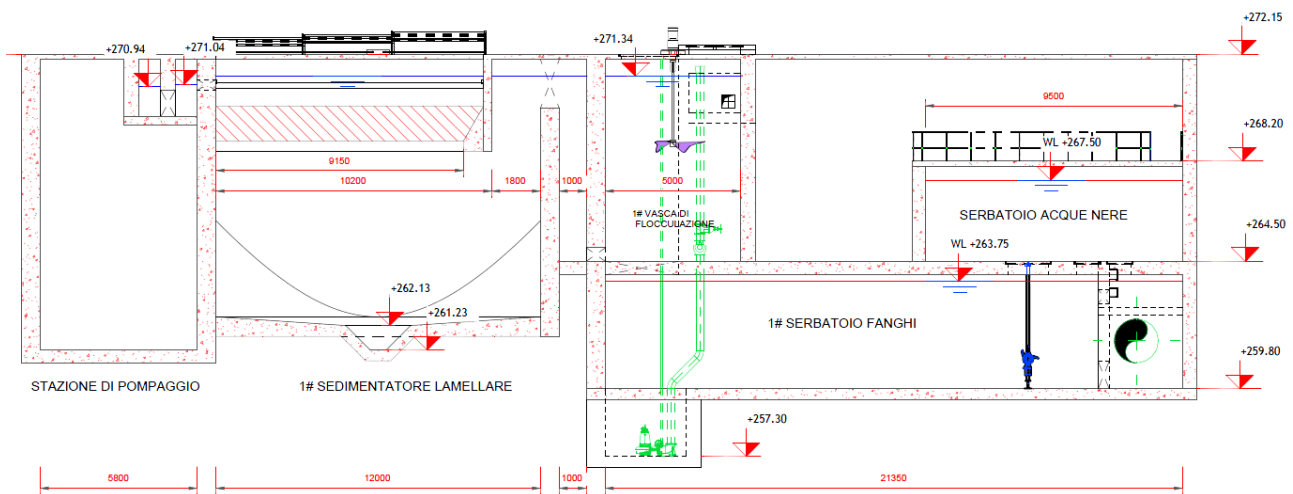
Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.
UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO
E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA



Comparto di Trattamento Fanghi e Acque di Controlavaggio – Pianta quota +265.0m s.l.m.



Comparto di Trattamento Fanghi e Acque di Controlavaggio - Sezione Trasversale



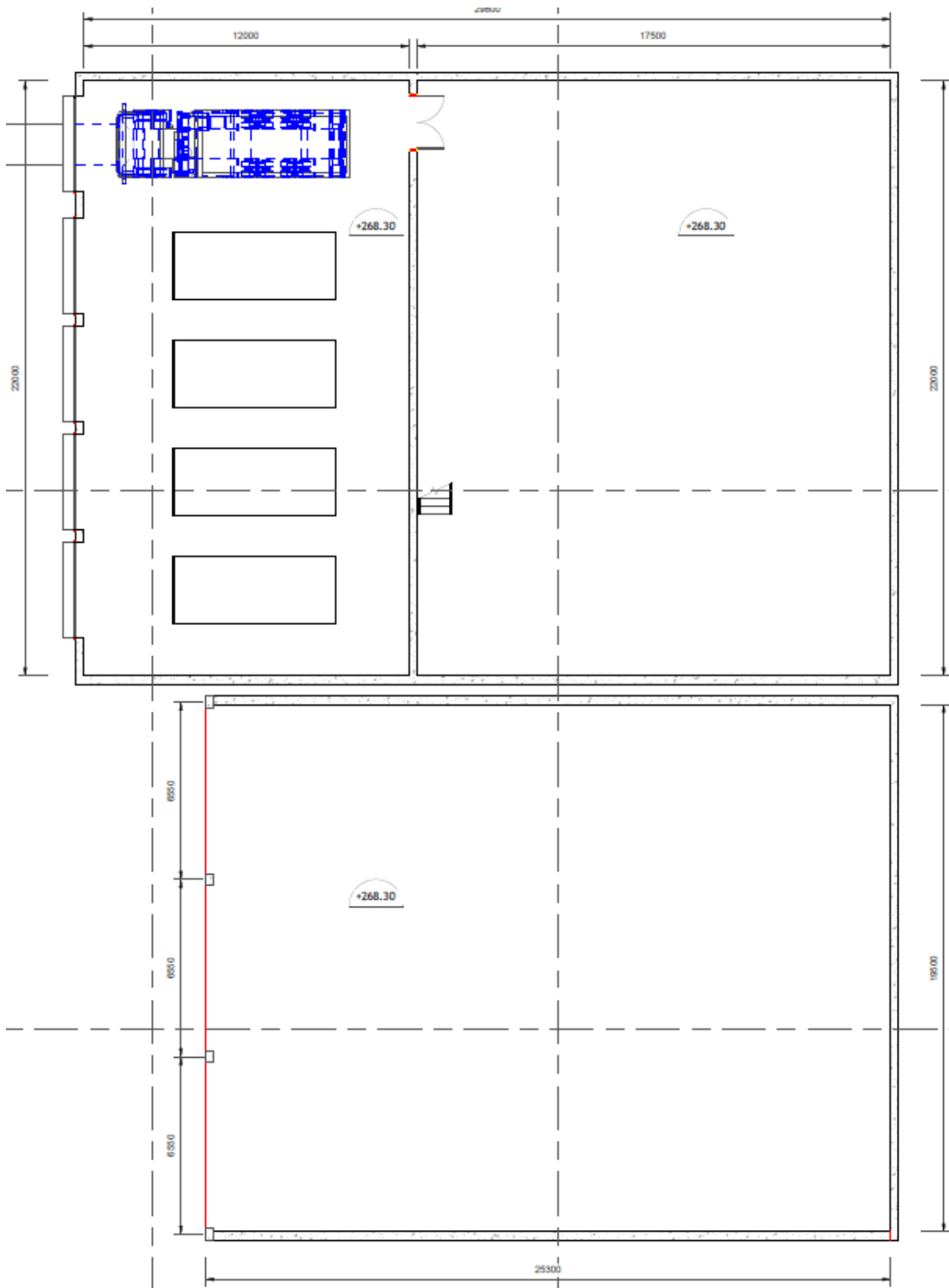
Comparto di Trattamento Fanghi e Acque di Controlavaggio - Sezione Longitudinale

3.1.5 COMPARTO TRATTAMENTO FANGHI, ISPESSENTAMENTO E DISIDRATAZIONE

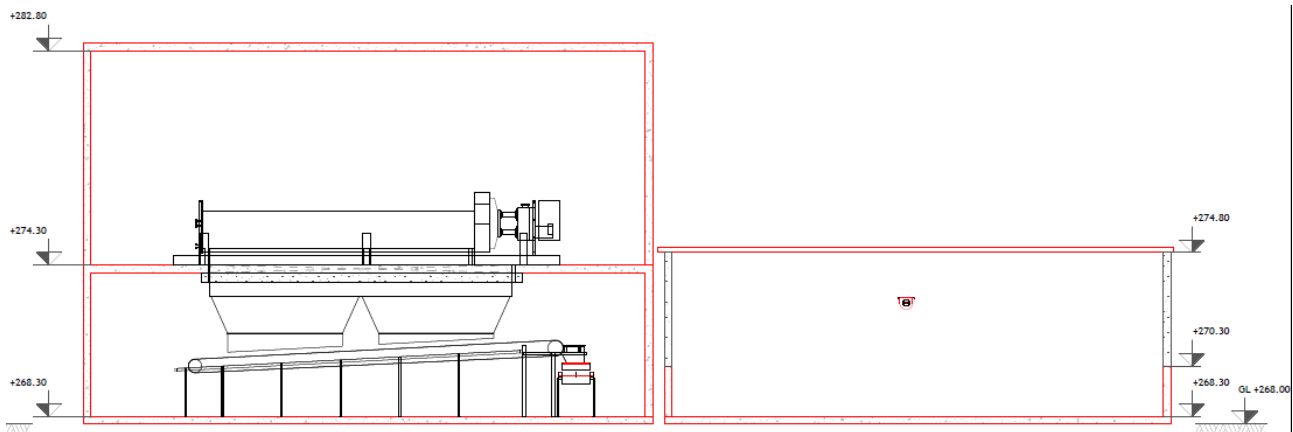
È organizzato in un due manufatti avente area pari a circa 500mq il minore e 680mq il maggiore realizzati in c.a. con struttura in parte a pareti ed in parte intelaiata. Entrambi presentano una soletta di fondazione avente quota di imposta pari a +268.30m s.l.m. dalla quale si elevano, interamente fuori terra, le pareti verticali.

Il manufatto minore presenta su 3 dei quattro lati una struttura a pareti ($s=40\text{cm}$) per i primi 2 metri e per i restanti 4.5m pilastri di dimensioni $80*60\text{cm}$ mentre sul quarto lato sono presenti 4 pilastri in c.a. di altezza 6.5m e sezione $80*60\text{cm}$. La copertura è realizzata con una soletta in c.a. avente spessore 30cm. Il manufatto maggiore presenta una struttura a pareti perimetrali in c.a. di spessore $s=30\text{cm}$ ed altezza pari a 10.0m per la zona più bassa e 14.5m per quella più alta. Le solette intermedie hanno spessore pari a 30cm, quella di copertura 30cm.

Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.
UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO
E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA



Comparto Trattamento Fanghi, ispessimento e Disidratazione – Pianta quota +268.8m s.l.m.



Comparto Trattamento Fanghi, ispessimento e Disidratazione - Sezione Trasversale

3.2 SERBATOIO DI ACCUMULO ALTO CALORE

Si compone di n°2 manufatti indipendenti interamente in c.a. gettato in opera.

Ogni manufatto è caratterizzato da una galleria per i servizi posizionata in mezzeria e due vasche di accumulo di egual dimensione.

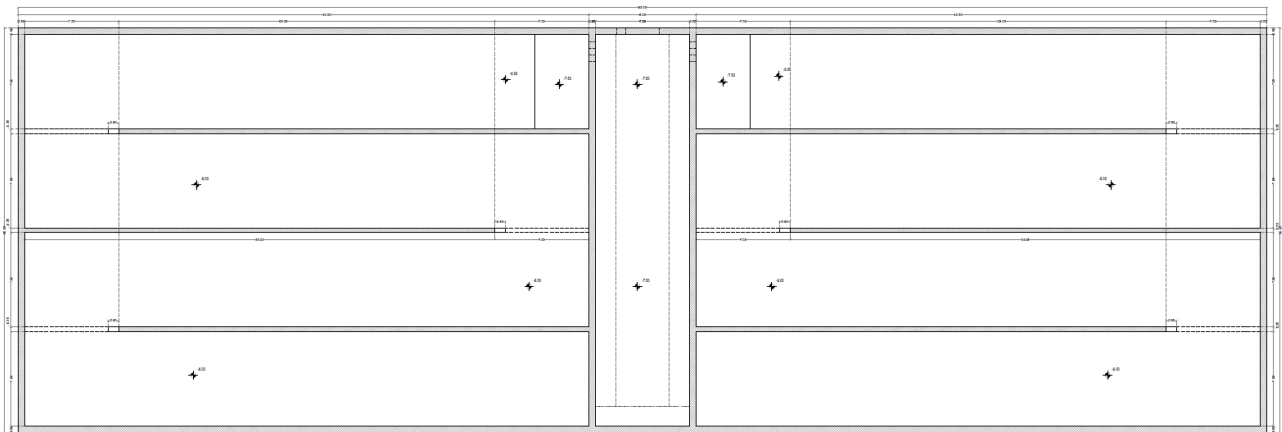
Il singolo manufatto si sviluppa su di una superficie in pianta di circa 2800 mq (93.3*30 m) con quota di imposta della piastra di fondazione a 237.5 m s.l.m., per la galleria servizi e 239.0 m.s.l.m., per le vasche di accumulo.

Al di sopra della fondazione dello spessore di 60 cm per le vasche e 70cm per la galleria dei servizi, si elevano le pareti in c.a. per un'altezza di 12.70 m per la galleria servizi, e di 6.90 m per le vasche di accumulo; per quest'ultime è previsto un battente idrico di circa 6.00 m.

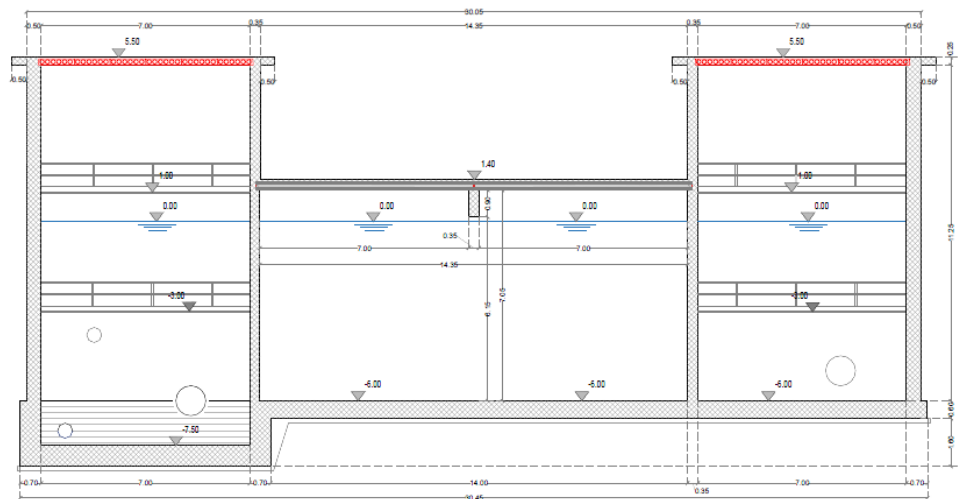
La copertura è realizzata mediante l'utilizzo di elementi prefabbricati tipo SPIROLL sui quali viene gettata una soletta collaborante: per le vasche si adottano elementi 35+7cm ed un ricoprimento vegetale mentre per la camera di manovra, che non prevede ricoprimento, si utilizzano elementi 25+5 cm.

Tra i due serbatoi viene realizzata una centrale di sollevamento avente dimensioni pari a 14,50m x 19,50m. Il manufatto, interamente realizzato in c.a., presenta una soletta di fondo avente quota di imposta a +243.25m (spessore s=60cm) ed una soletta intermedia s=50cm. Le pareti perimetrali hanno

spessore pari a 50cm per la parte più profonda e 40cm per le restanti, la copertura è realizzata anche in questo caso con elementi tipo SPIROLL 35+7cm. Per il corretto funzionamento della centrale è prevista la realizzazione di un sistema di camminamento mediante grigliati elettrosaldati sostenuti da colonne HEB200 e travi IPE180.

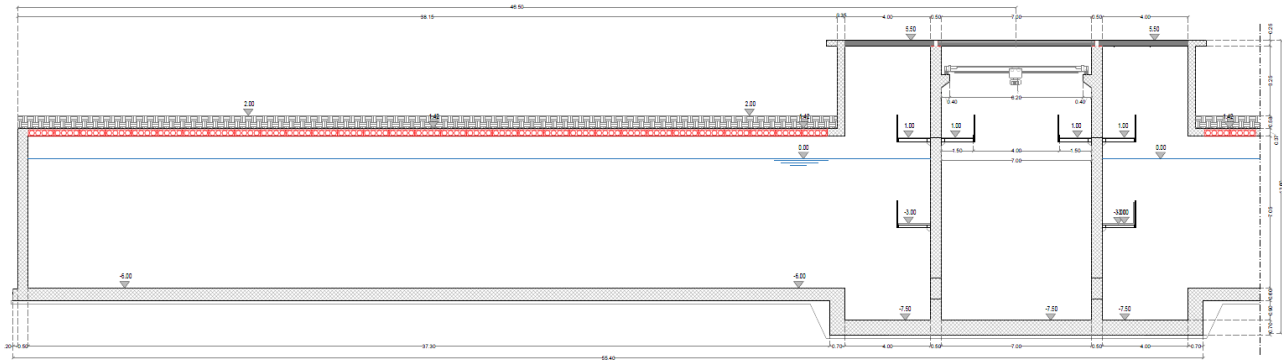


Serbatoio di Accumulo – Pianta

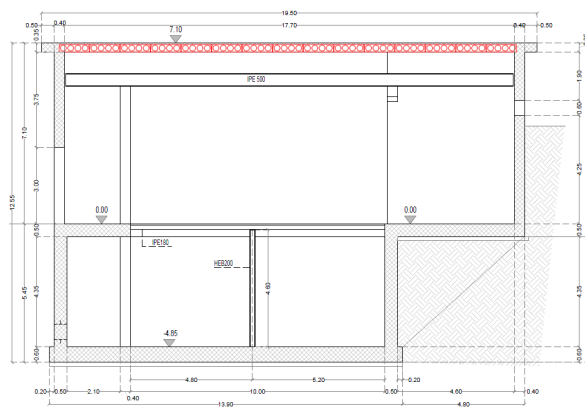
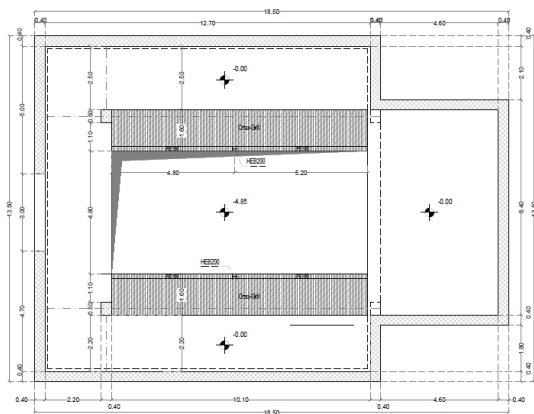


Serbatoio di Accumulo - Sezione Trasversale

Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.
UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO
E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA



Serbatoio di Accumulo - Sezione Longitudinale



Centrale di Sollevamento – Pianta e Sezione Longitudinale

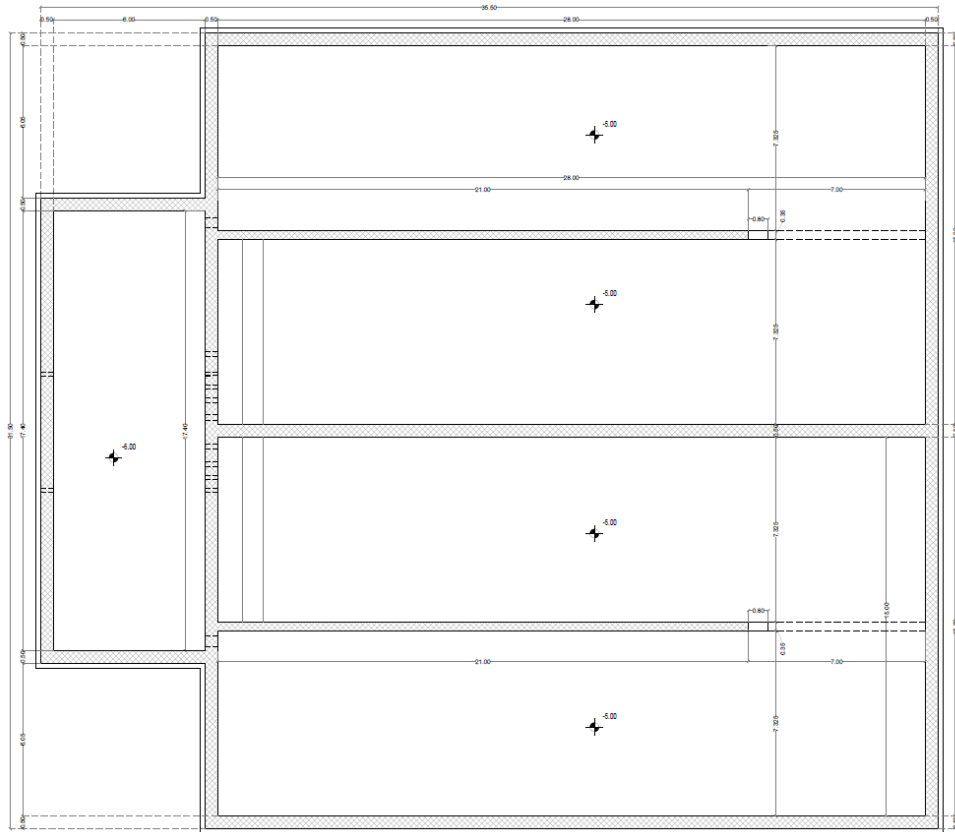
3.3 SERBATOIO DI ACCUMULO IN AREA PIP

Il manufatto è interamente realizzato in c.a., presenta un'area in pianta pari a circa 1030 mq, ed è costituito da una vasca ed una camera di manovra.

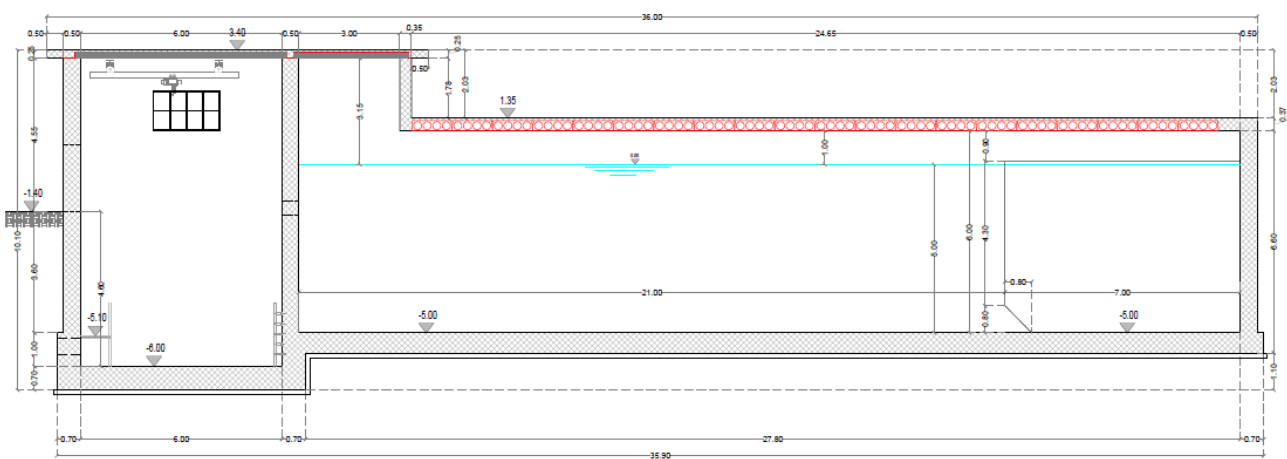
La vasca presenta una soletta di fondo con quota di imposta a -566.40m s.l.m. spessa 60cm. Al di sopra di essa si elevano le pareti perimetrali che risultano alte 6.00m e spesse 50cm, mentre la copertura è realizzata adottando elementi in c.a.p. tipo SPIROLL 35+7 ricoperte da drenaggio e terreno vegetale. Internamente la vasca è divisa simmetricamente lungo l'asse longitudinale da una parete s=50cm mentre una seconda partizione interna è data da setti più sottili (s=35cm) che favoriscono la circolazione delle acque.

La camera di manovra presenta una soletta di fondo a quota -565.40m s.l.m.

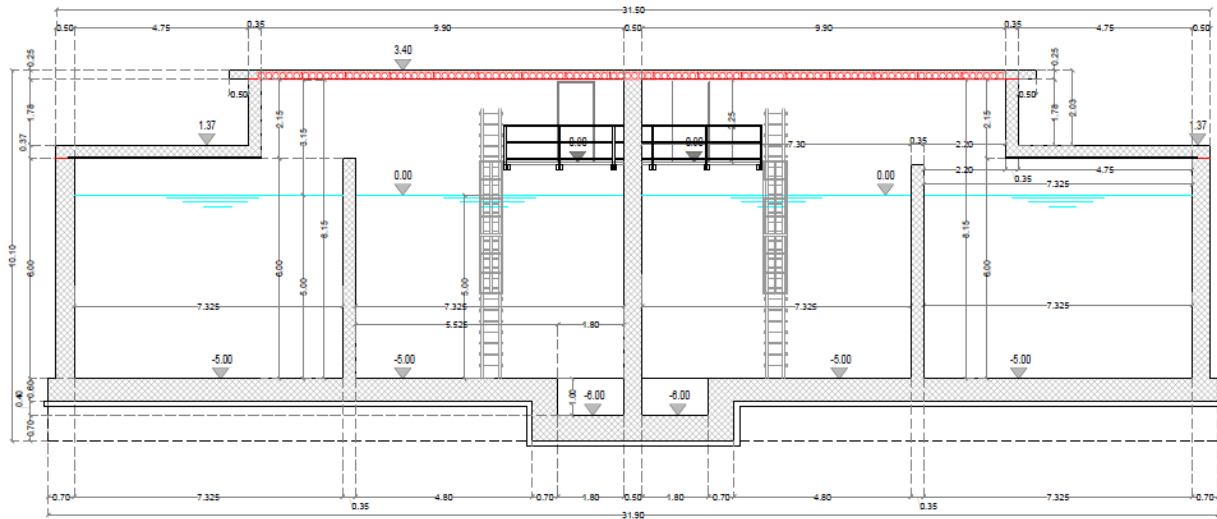
spessa 70cm, pareti perimetrali alte 9.15m e spesse 50cm ed una copertura realizzata mediante elementi in c.a.p. tipo SPIROLL 25+7.



Serbatoio in Area PIP – Pianta



Serbatoio in Area PIP - Sezione Trasversale



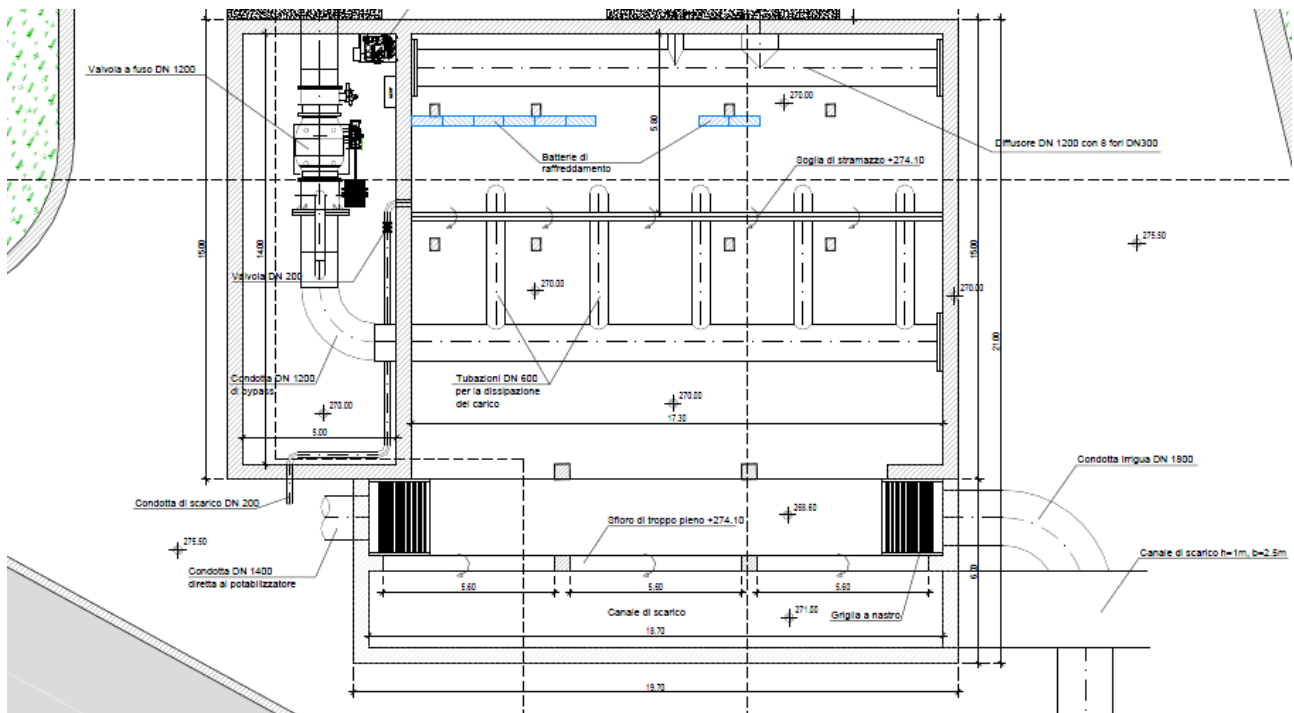
Serbatoio in Area PIP - Sezione Longitudinale

3.4 IMPIANTO IDROELETTRICO PRINCIPALE

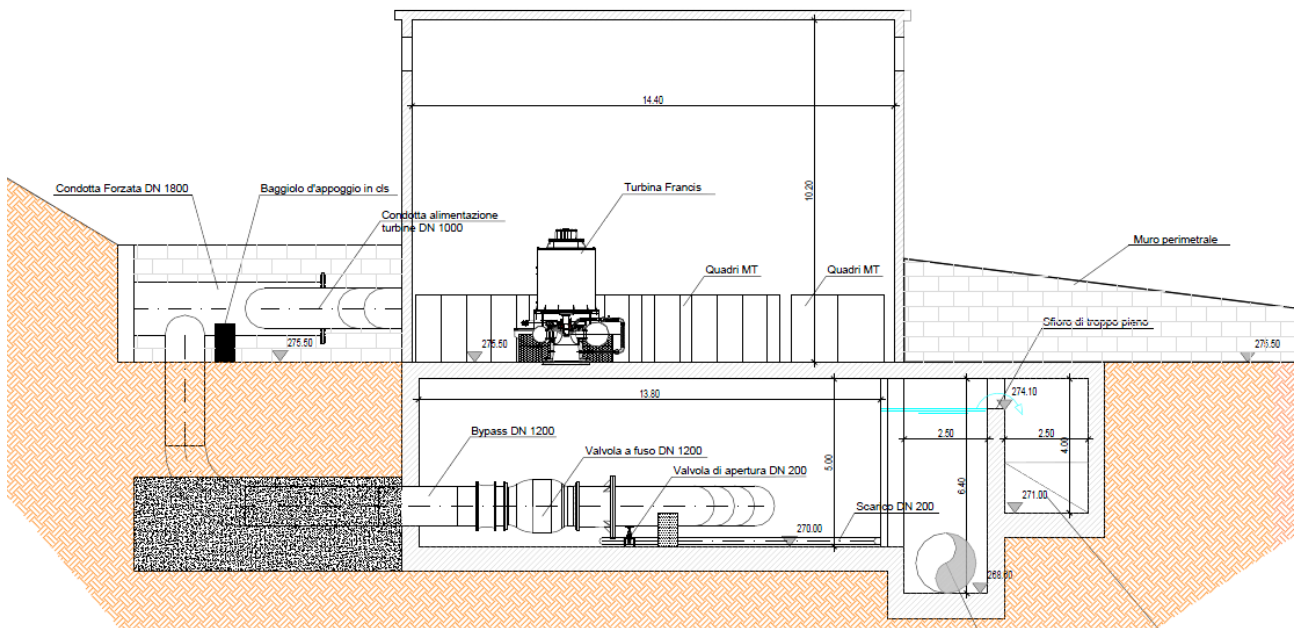
Si prevede la realizzazione di un manufatto a servizio dell'impianto idroelettrico principale atto ad ospitare le condotte di alimentazione e di scarico, i quadri MT, le Turbine, il gruppo elettrogeno, le centraline oleodinamiche, etc.

L'opera ha dimensioni di circa 475mq ed è costituita da una soletta di fondazione a quota +270m s.l.m. avente spessore $s=50\text{cm}$ per la parte più profonda e 40cm per la restante. Dalla fondazione si innalzano pareti perimetrali di spessore $s=50\text{cm}$ per un'altezza di 10.5m, le pareti interne utili allo stramazzo delle acque una volta raggiunte le quote di troppo pieno hanno spessore $s=40\text{cm}$. A quota +275.50m s.l.m. è presente una soletta intermedia ($s=40$) mentre quella di copertura, realizzata in c.a. con spessore $s=40$, è posta a quota 286.00m s.l.m..

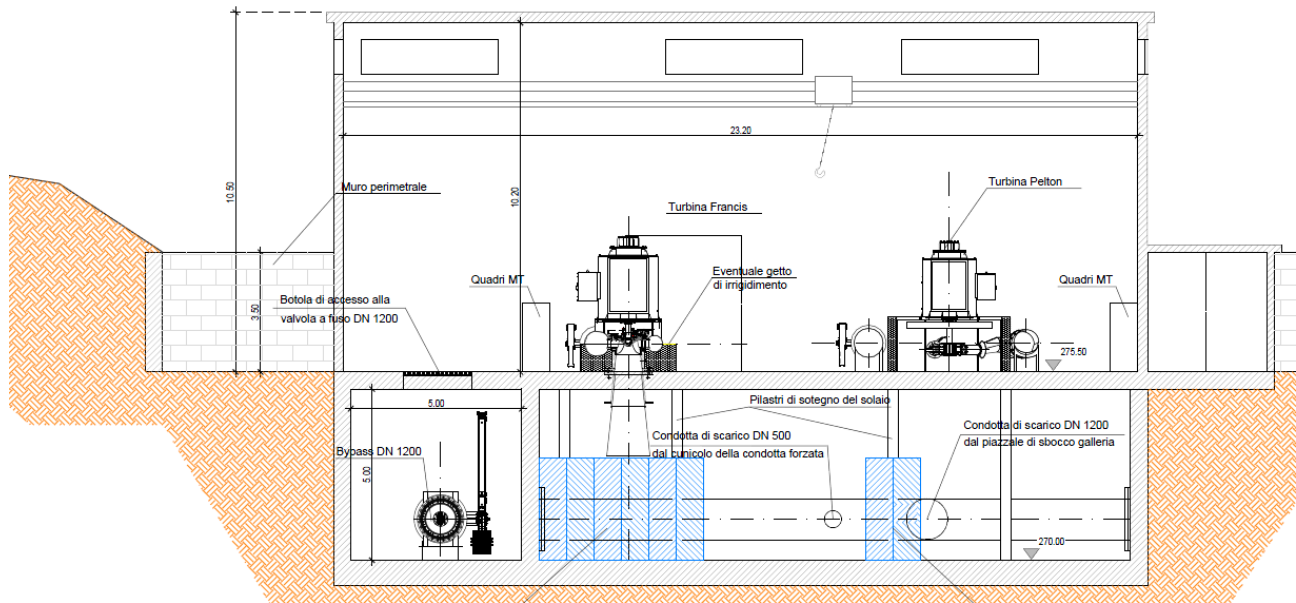
Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.
UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO
E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA



Impianto Idroelettrico Principale – Pianta quota +275.0m s.l.m.



Impianto Idroelettrico Principale - Sezione Trasversale



Impianto Idroelettrico Principale - Sezione Longitudinale

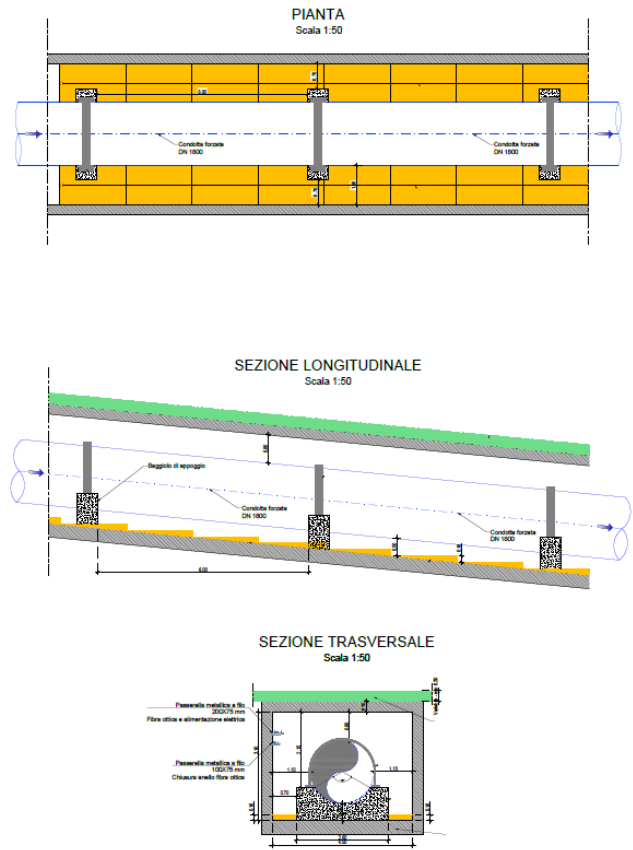
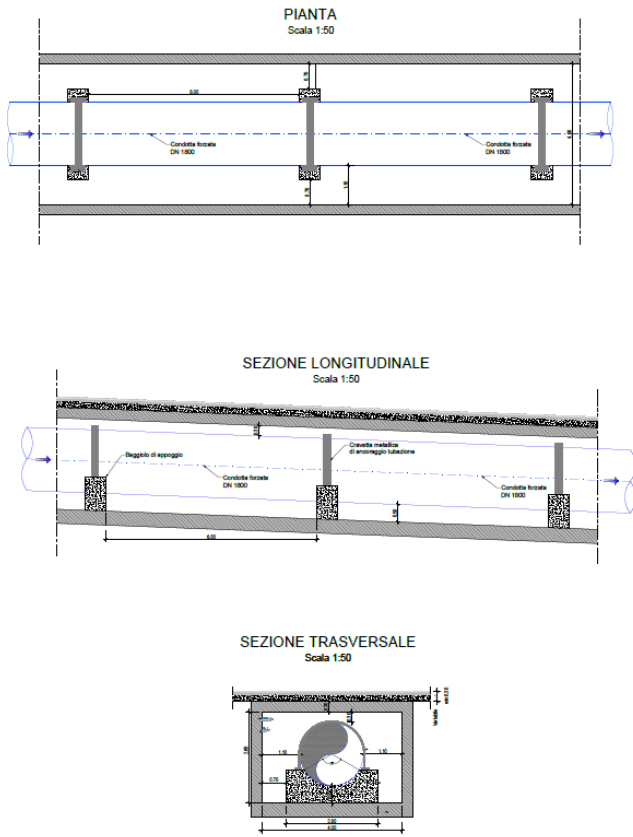
3.5 MANUFATTI SCATOLARI DI LINEA

Lungo lo sviluppo della tubazione DN1800, in corrispondenza degli attraversamenti della linea ferroviaria ad alta capacità, è prevista la realizzazione di manufatti di manovra del tipo scatolare in c.a. gettato in opera, costituiti da solette dello spessore 60cm, pareti laterali e solette di copertura di 50cm.

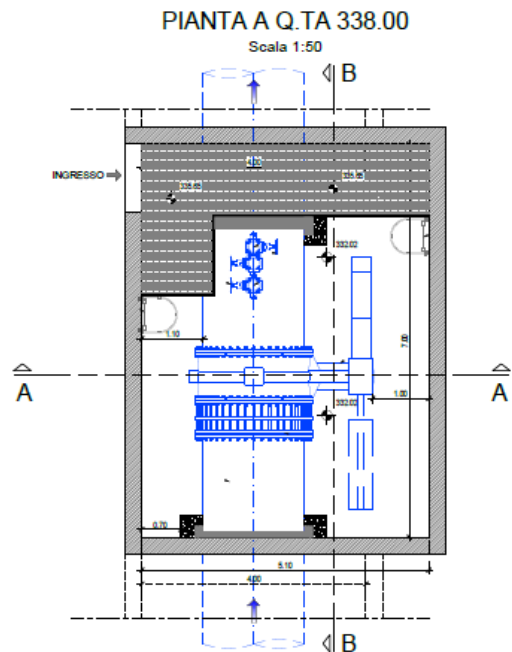
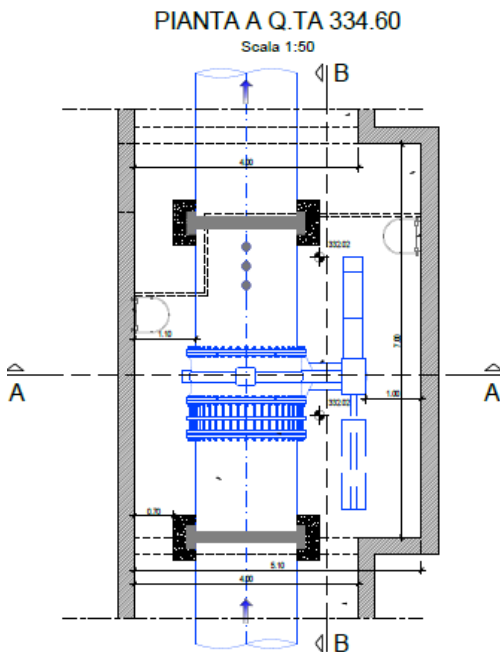
In corrispondenza degli attraversamenti in sub alveo del fiume Titerno e del fiume Tammaro si prevede la realizzazione di una camera di spinta ed una camera di arrivo costituite da manufatti scatolari in c.a. aventi solette di fondazione di spessore 60cm, pareti laterali di spessore 40cm ed altezza variabile in funzione del posizionamento relativo tra camera e sponda del fiume, soletta di copertura di spessore $s=40$ cm. Preliminarmente alla costruzione di tali manufatti, attesa la natura incoerente dei terreni e la presenza di acqua di falda, si prevede la realizzazione di colonne di pali in jet-grouting come opere provvisorie di protezione.

In corrispondenza delle valvole a farfalla installate sulla tubazione si prevede la

realizzazione di un manufatto di alloggiamento utile a garantirne la manutenzione.

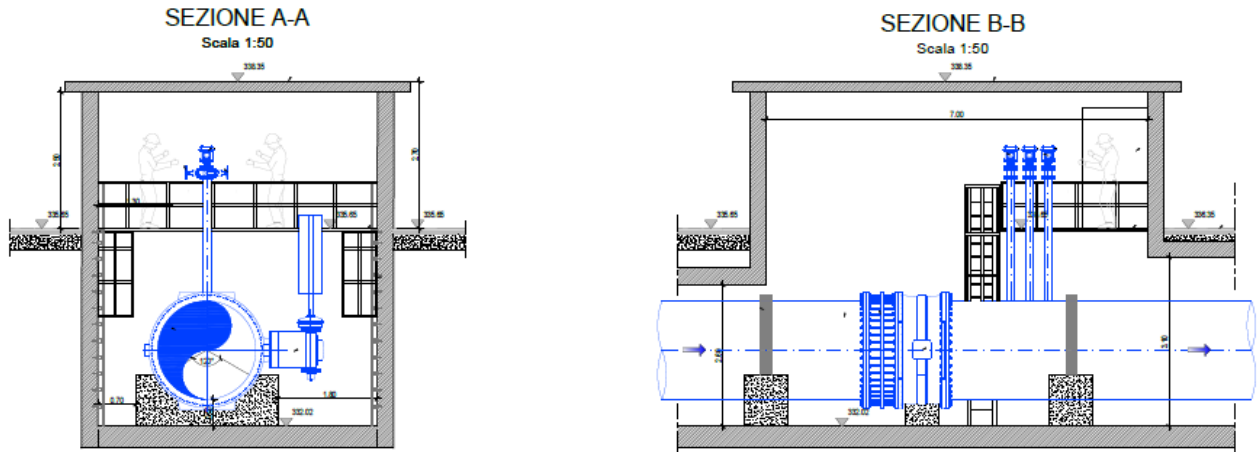


Condotta Forzata – Pianta e Sezioni

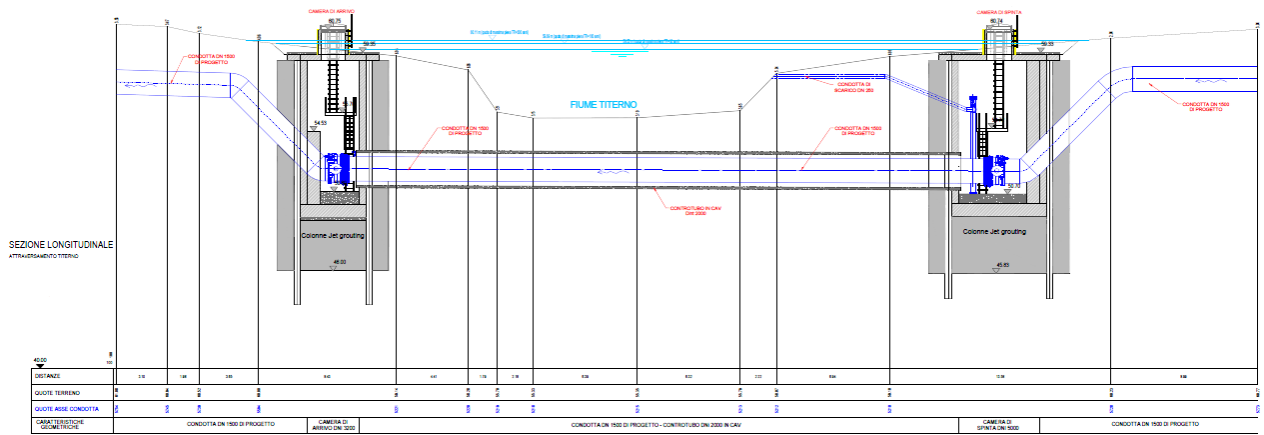


Condotta Forzata – Manufatto di Alloggiamento Valvola di Sicurezza - Pianta e Sezioni

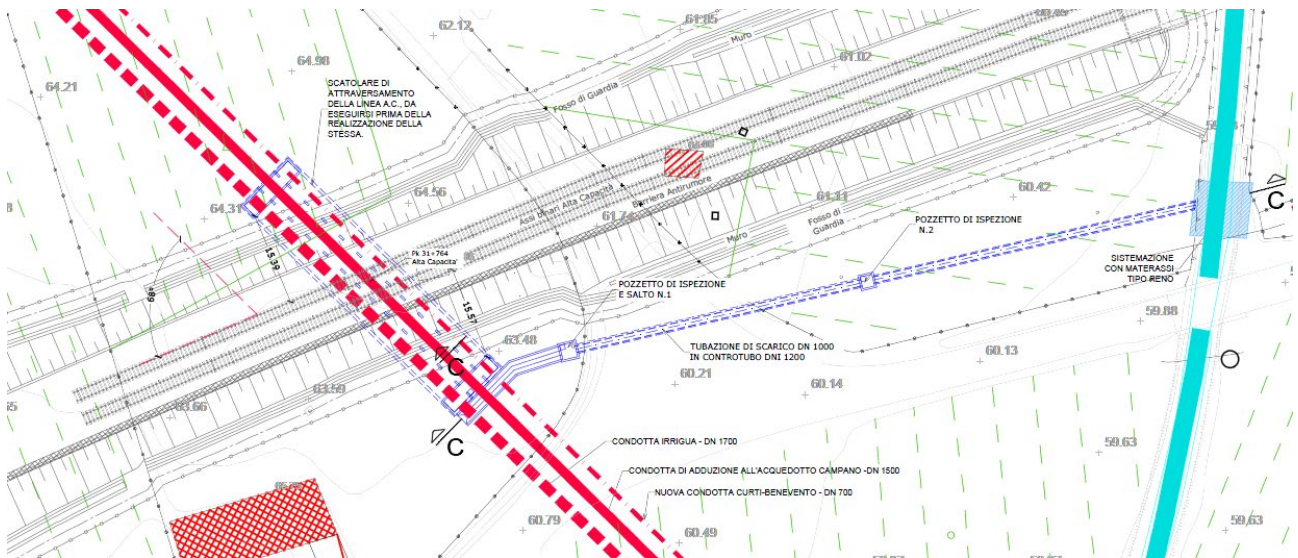
Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.
UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO
E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA



Condotta Forzata – Manufatto di Alloggiamento Valvola di Sicurezza - Sezioni

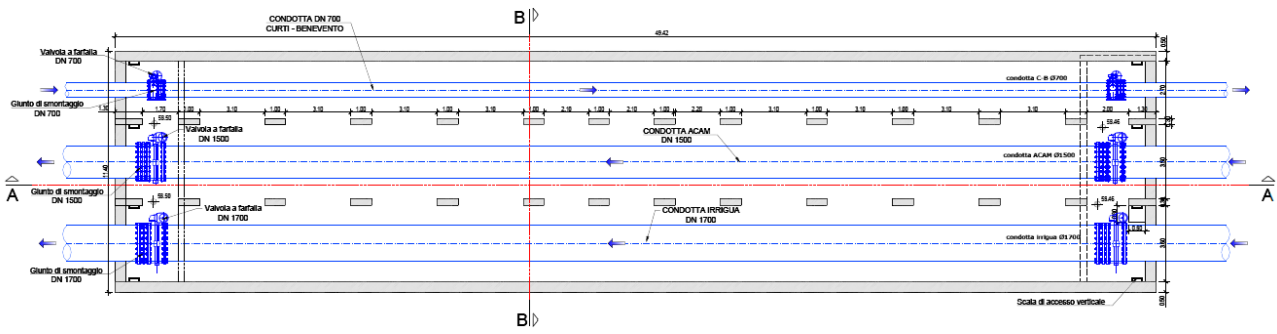


Condotta di Adduzione – Attraversamento Fiume Tevere - Pianta e Sezioni

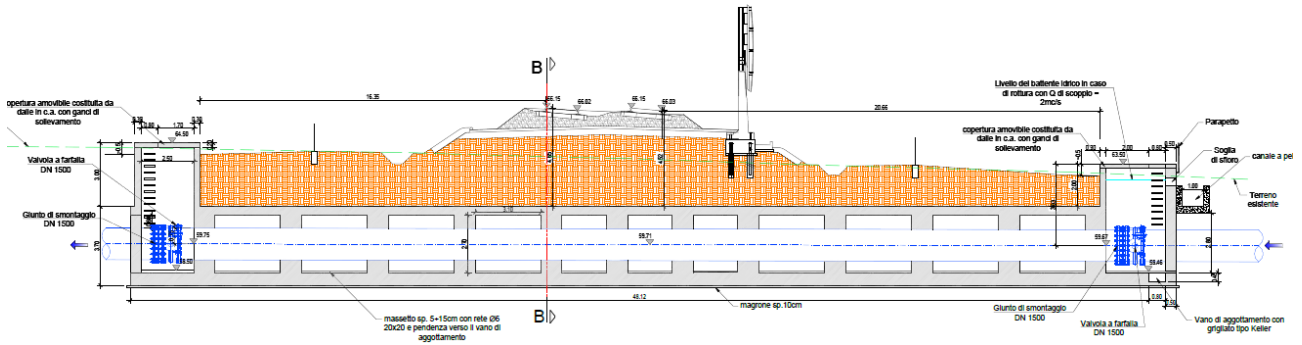


Condotta di Adduzione – Attraversamento Linea Alta Capacità – Vista Planimetrica

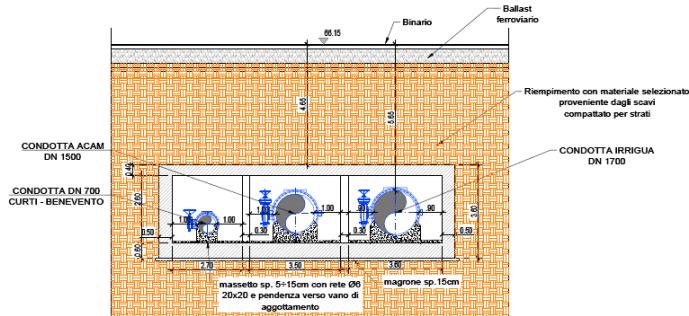
Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.
UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO
E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA



Condotta di Adduzione – Attraversamento Linea Alta Capacità –Pianta a quota +60.00m s.l.m.



Condotta di Adduzione – Attraversamento Linea Alta Capacità – Sezione Longitudinale



**Condotta di Adduzione –
Attraversamento Linea Alta Capacità –
Sezione Trasversale**

3.6 IMPERMEABILIZZAZIONE DEI MANUFATTI

Le problematiche legate ai giunti di ripresa, agli elementi passanti, ai giunti di movimento, nonché ai problemi dovuti alla fessurazione del calcestruzzo, saranno risolte attraverso sistemi quali:

- **Canali d'iniezione** per l'impermeabilizzazione dei giunti di ripresa;
- **Manicotti** per la sigillatura attorno ad elementi singoli passanti nel calcestruzzo;
- **Manicotti per gruppo di elementi passanti** per la sigillatura attorno a tubazioni e cavi passanti;
- **Elementi per fessurazione programmata** per l'impermeabilizzazione dei giunti mirati di fessurazione;
- **Elementi per casseri di testata** per la cassetatura di testate di pareti e di platee e la loro sigillatura;
- **Elementi distanziatori** per l'iniezione dello spazio di collegamento fra i casseri;
- **Elementi per giunti di movimento** per l'impermeabilizzazione dei giunti di movimento.

Tutti gli elementi sopraelencati adempiono a 3 compiti principali:

1. durante il getto, creano una cavità artificiale e quindi un collegamento sicuro con la parte in calcestruzzo;
2. durante l'iniezione, questa cavità funge da sistema di trasporto per il materiale;
3. questo spazio funge da deposito per le resine che si rigonfiano.

Nelle fasi di presa e indurimento del calcestruzzo, le resine con capacità di rigonfiamento verranno attivate dal contatto con l'acqua, garantendo l'impermeabilizzazione durevole dei giunti e producendo un "effetto di autoguarigione".

4. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La Normativa di riferimento adottata è la seguente:

- **Legge nr. 1086 del 05/11/1971** - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- **Legge nr. 64 del 02/02/1974** - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- **D.M. LL.PP. del 14/02/1992** - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- **D.M. 9 Gennaio 1996** - Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- **D.M. 16 Gennaio 1996** - Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'
- **D.M. 16 Gennaio 1996** - Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- **Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.** - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- **Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.** - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996
- **Circolare Ministeriale di applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni NTC 2008.**
- **Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica**
- **Eurocodice 8 - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture**

- **D.M. 17/01/2018: “Norme Tecniche per le Costruzioni – NTC 2018**

Si fa inoltre riferimento anche alle norme sotto elencate, quando non sono in contraddizione con il D.M. 17/01/2018

- **Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7** del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici recante “Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”

5. RELAZIONE SUI MATERIALI

Nel seguente capitolo sono definite le proprietà dei materiali da costruzione utilizzati nell'ambito della realizzazione delle opere strutturali. Particolare attenzione è stata posta in merito alle specifiche finalizzate ad ottenere un calcestruzzo con buone qualità specifiche, in allineamento alla norma UNI EN 206-1 ad alla norma UNI 11104 che stabiliscono le *Condizioni Minime Operative* da adottare per prescrivere un materiale con le caratteristiche prestazionali richieste.

5.1 CALCESTRUZZO

Il calcestruzzo dovrà garantire una bassa permeabilità, al fine di preservare la funzionalità dell'opera stessa, e una bassa diffusività agli agenti aggressivi.

La progettazione della miscela è stata effettuata sulla base della definizione della classe di esposizione ambientale dei diversi manufatti, della consistenza necessaria allo stato fresco e della caratteristica di resistenza allo stato indurito.

Aspetto essenziale per la scelta del giusto calcestruzzo è la condizione ambientale in cui la struttura opera. Questa influenza la vita nominale delle costruzioni, cioè il tempo durante il quale i materiali sono in grado di conservare le caratteristiche prestazionali richieste dal progetto senza alterare il grado di sicurezza previsto. È pertanto indispensabile individuare la classe di esposizione ambientale che indica il maggiore o minore livello di aggressività del luogo in cui la struttura sarà inserita.

Pertanto le classi di esposizione considerate per le opere civili analizzate, secondo la UNI - EN 206 -1 e la UNI 11104 sono:

Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.
UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO
E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

2 Corrosione indotta da carbonatazione		
Nota - Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.		
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.
XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non compresa nella classe XC2.
3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare		
XD1	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri.
XD2	Bagnato, raramente asciutto	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenente cloruri (piscine).
XD3	Ciclicamente asciutto e bagnato	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.
6 Attacco chimico ^{*)}		
XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contenitori di fanghi e vasche di decantazione. Contenitori e vasche per acque reflue.
XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.
XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali fortemente aggressive. Contenitori di foraggi, mangimi e liquami provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi e gas di scarico industriali.
*) Il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione: - moderato: occasionalmente gelato in condizioni di saturazione; - elevato: alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione.		
**) Da parte di acque del terreno e acque fluenti.		

5.1.1 REQUISITI DI BASE PER LE CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO

[Riferimento UNI EN 206-1 punto 5.3.2]

Il prospetto in basso fornisce i valori limite per la composizione e le proprietà del calcestruzzo in relazione alle classi di esposizione. I valori riportati sono idonei per i cementi di classe 32.5 e 42.5 conformi alla UNI EN 197-1 e a un aggregato avente dimensione massima del granulo compresa tra 20 e 32 mm.

I valori per il rapporto massimo acqua/cemento, il contenuto minimo in cemento e la classe minima di resistenza si applicano a tutte le classi di esposizione e dovranno essere soddisfatti contemporaneamente e

indipendentemente gli uni dagli altri.

prospetto 5 Valori limite per la composizione e le proprietà del calcestruzzo

UNI 11104:2016	Classi di esposizione																		
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotte dalla carbonatazione			Corrosione delle armature indotte da cloruri									Attacchi da cicli di gelo/disgelo			Ambiente aggressivo per attacco chimico		
					Acqua di mare						Cloruri provenienti da altre fonti								
					XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2						
Massimo rapporto a/c	-	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	
Minima classe di resistenza	C12/15	C25/30	C30/37	C32/40	C32/40	C35/45	C30/37	C32/40	C35/45	C32/40	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C32/40	C35/45			
Minimo contenuto in cemento (kg/m ³)	-	300	320	340	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360	
Contenuto minimo in aria (%)											b)		4,0 a)						
Altri requisiti																			

a) Quando il calcestruzzo non contiene aria inglobata, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aerato per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo, da determinarsi secondo UNI CEI/EN 12390-9, UNI CEI/EN 12518 o UNI 7007 per la relativa classe di esposizione. Il valore minimo di aria inglobata del 4% può ritenersi adeguato per calcestruzzi specificati con b) Dopper >20mm, per Dopper inferiori il limite minimo andrà opportunamente aumentato (ad esempio 5% per Dopper tra 12 mm e 16 mm).
 Qualora si ritenga opportuno impiegare calcestruzzo aerato anche in classe di esposizione XF1 si adottano le specifiche di composizione prescritte per le classi XF2 e XF3.
 c) Cementi resistenti ai solfati sono definiti dalla UNI EN 197-1 e su base nazionale dalla UNI 9156. La UNI 9156 classifica i cementi resistenti ai solfati in tre classi: moderata, alta e altissima resistenza solfatica. La classe di resistenza solfatica del cemento deve essere prescelta in relazione alla classe di esposizione del calcestruzzo secondo il criterio di corrispondenza della UNI 11417-1.
 d) Quando si applica il concetto di valore k il rapporto massimo a/c e il contenuto minimo di cemento sono calcolati in conformità al punto 5.2.2.

5.1.2 CLASSE DI RESISTENZA A COMPRESSIONE

Per le opere in c.a. è previsto l'utilizzo di calcestruzzi con caratteristiche di resistenza a 28 gg non inferiore ai valori seguenti:

Categorie opere civili	Classe di resistenza	R _{ck}	f _{ck}	f _{cd}	f _{ctm}	u.m.
Opere a contatto con liquidi	32/40	400	332.0	188.1	14.4	[kg/cm ²]

Legenda:

f_{ck} (resistenza cilindrica a compressione): f_{ck} = 0.83 R_{ck};

f_{cd} (resistenza di calcolo a compressione): f_{cd} = α_{cc} * f_{ck} / γ_c

f_{ctd} (resistenza di calcolo a trazione): f_{ctd} = f_{ctk} / γ_c;

f_{ctk} = 0.7 * f_{ctm};

f_{ctm} = 0.30 * f_{ck}^{2/3} per classi ≤ C50/60

f_{ctm} = 2.12 * ln[1 + f_{cm}/10] per classi > C50/60

5.1.3 CLASSI DI CONSISTENZA DEL CALCESTRUZZO FRESCO

[Riferimento UNI EN 206-1 punto 4.2.1]

Si identifica come lavorabilità la capacità del calcestruzzo di assumere la forma del recipiente che lo contiene, normalmente il cassero; il procedimento più usato soprattutto in cantiere è lo SLUMP TEST il quale suddivide gli impasti in cinque classi basandosi sulla misura dell'abbassamento al cono del calcestruzzo fresco per effetto del peso proprio:

Classe di consistenza	Abbassamento al cono (in mm)	Denominazione corrente	Campo di applicazione consigliato
S1	da 10 a 40	Umida	
S2	da 50 a 90	Plastica	Cordoli, fognature
S3	da 100 a 150	Semifluida	Scale, rampe, coperture inclinate
S4	da 160 a 210	Fluida	Fondazioni, pareti, pilastri, travi, solai
S5	oltre 220	Superfluida	Strutture sottili, solette molto armate, pavimentazioni

La lavorabilità adottata per tutte parti strutturali delle opere gettate in opera da realizzarsi è riconducibile alla denominazione:

- **Fluida – S4**
- **Superfluida - S5**

5.1.4 COPRIFERRO MINIMO

La durabilità delle strutture è vincolata anche al rispetto dei valori di copriferro previsti nelle NTC 2018 4.1.6.1.3 in allineamento con la UNI ENV 1992-1-1 per corrispettive classi di esposizione.

5.1.5 TABELLA DI SINTESI REQUISITI DI BASE CALCESTRUZZO

Classe di esposizione ambientale	A/C (max)	Classe di resistenza CX/Y	Contenuto (min) di cemento (kg/mc)	D _{max}	Slump	Copriferro Minimo (mm)
XC4 –XD2 - XA1	0.50	32/40	340	32	S4/S5	50

5.1.6 REQUISITI DI BASE PER I MATERIALI COMPONENTI

I cementi adottati sono rispondenti alla UNI EN 197-1 e qualificati anche secondo le UNI 9156 e UNI 9606 come cementi rispettivamente resistenti ai solfati e alle acque dilavanti riconducibili alla classe:

- **CEM IV POZZOLANICO**

Il cemento, caratterizzato dal rapido sviluppo delle resistenze iniziali, dotato di marchio come previsto dal regolamento europeo 305/2011 (CPR).

Gli additivi, le aggiunte, ecc. utilizzati per i calcestruzzi che costituiscono strutture che entreranno in contatto con acqua destinata al consumo umano, dovranno essere conformi alle prescrizioni del D.M. n. 174 del 06.04.2004 e del D.Lgs. n. 31 del 02.02.2001.

5.2 ACCIAIO

5.2.1 ACCIAI PER ARMATURA

Per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio armato è previsto l'utilizzo di acciaio in barre ad aderenza migliorata di tipo B450C rispondenti alle caratteristiche meccaniche e tecnologiche previste al paragrafo 11.3.2.1 DM 17.01.2018. Per l'accertamento delle proprietà meccaniche si farà riferimento alle prescrizioni della Norma E.N. 10002, UNI 564 e UNI 6407. Le modalità di accettazione ed i controlli saranno effettuati secondo quanto indicato nella normativa citata (D.M. 17.01.2018).

f_{yk} tensione caratteristica di snervamento:	$\geq 4500 \text{ kg/cm}^2 (\geq 440 \text{ N/mm}^2)$
f_{tk} tensione caratteristica di rottura:	$\geq 5500 \text{ kg/cm}^2 (\geq 540 \text{ N/mm}^2)$
f_{td} tensione di progetto a rottura:	$f_{yk} / \gamma_S = f_{yk} / 1.15 = 3826 \text{ kg/cm}^2 (= 375 \text{ N/mm}^2)$
L'acciaio dovrà rispettare i seguenti rapporti:	$f_y / f_{yk} \leq 1.35 \quad f_t / f_y \geq 1.$

5.2.2 ACCIAIO PER C.A.P.

Nei manufatti in cemento armato precompresso verranno utilizzate armature di precompressione costituite da fili, barre, trecce, trefoli in acciaio ad elevata resistenza con composizione chimica, caratteristiche meccaniche e tecnologiche garantite.

f_p tensione caratteristica di snervamento:	$\geq 17000 \text{ kg/cm}^2 (\geq 16660 \text{ N/mm}^2)$
f_{tk} tensione caratteristica di rottura:	$\geq 19400 \text{ kg/cm}^2 (\geq 19000 \text{ N/mm}^2)$

5.2.3 ACCIAIO PER CARPENTERIA S355 JR

Proprietà dei materiali per la fase di analisi strutturale

tensione di rottura	510 N/mm ²	5000 Kg/cm ²
tensione di snervamento	355 N/mm ²	3450 Kg/cm ²

5.3 BULLONERIA

Nelle unioni con bulloni si assumono le seguenti resistenze di calcolo:

CLASSE VITE	f_t (N/mm ²)	f_y (N/mm ²)	$f_{k,N}$ (N/mm ²)	$f_{d,N}$ (N/mm ²)	$f_{d,V}$ (N/mm ²)
8.8	800	640	560	560	396

legenda:

$f_{k,N}$ è assunto pari al minore dei due valori $f_{k,N} = 0.7 f_t$ ($f_{k,N} = 0.6 f_t$ per viti di classe 6.8)

$f_{k,N} = f_y$ essendo f_t ed f_y le tensioni di rottura e di snervamento

$f_{d,N} = f_{k,N}$ = resistenza di calcolo a trazione

$f_{d,V} = f_{k,N} / \sqrt{2}$ = resistenza di calcolo a taglio

5.4 SALDATURE

Su tutte le saldature sarà eseguito un controllo visivo e dimensionale. Le saldature più importanti (ad esempio le saldature delle giunzioni flangiate) saranno controllate a mezzo di particelle magnetiche e/o ultrasuoni.

Il filo di saldatura che sarà utilizzato è di tipo IT-SG3 (Saldature ad alta resistenza, fino a 600N/mm²), ed ha le seguenti caratteristiche:

- Caratteristiche meccaniche: R=590N/mm²; S=420N/mm²; KV (20°C) = 50J
- Composizione chimica media: C = 0.08%; Mn =1.4%; Si = 0.8%; P = 0.02%; S = 0.02%.

I saldatori utilizzati per la costruzione delle strutture saranno certificati secondo la UNI EN 287/1.

6. ASPETTI GEOTECNICI

Di seguito si riporta la caratterizzazione geotecnica adottata nell'ambito delle analisi strutturali, in coerenza con quanto elaborato nella relazione geotecnica allegata.

Aree destinate ad ospitare gli impianti

- peso per unità di volume 19-20kN/mc
- coesione efficace compresa tra 10kPa
- angolo d'attrito 26°

Aree destinate ad ospitare il serbatoio di accumulo

- peso per unità di volume 20-21kN/mc
- coesione efficace compresa tra 10kPa
- angolo d'attrito 26-30°

7. RELAZIONE DI CALCOLO MANUFATTI

7.1 METODOLOGIA DI CALCOLO E DI VERIFICA DELLE STRUTTURE

Il proporzionamento di tutti gli organismi strutturali è stato condotto attraverso l'ausilio di un'elaborazione computerizzata eseguita col programma "Master-Sap Top" della "AMV Software" di cui si riportano gli schemi adottati per la modellazione della struttura, i modelli di calcolo e gli esiti del dimensionamento. La modellazione delle pareti e delle solette in c.a. è stata eseguita discretizzando la struttura con elementi shell bidimensionali che lavorano per stati piani di tensione, con comportamento a piastra/lastra a seconda del piano di sollecitazione.

Attesa la classe d'uso IV, al fine di contenere gli spostamenti e/o le accelerazioni sulle componenti impiantistiche (che per tale destinazione d'uso assolvono un ruolo centrale) per terremoti cosiddetti più frequenti, oltre le verifiche agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) ed agli Stati Limite di Danno (SLD), si è provveduto alla verifica degli Stati Limite di Operatività (SLO).

Le verifiche degli elementi strutturali sono state condotte secondo il criterio degli stati limite; nello specifico, attesa la destinazione d'uso delle opere, per la verifica allo stato limite di fessurazione è stato adottato un ambiente variabile tra "normale" ed "aggressivo".

7.2 AZIONI STATICHE E SCHEMI DI CARICO

Di seguito si descrivono le azioni statiche di calcolo e le combinazioni di carico impiegate nell'analisi dei modelli; al fine di simulare le diverse condizioni di funzionamento del comparto e di massimizzare le sollecitazioni sugli elementi in elevazione ed in fondazione, sono state generate n°4 condizioni di carico idraulico.

Analisi dei carichi

Peso proprio strutturale:

- Calcestruzzo **2500 kg/mc**
- Carpenteria metallica **100 kg/mq**
- Solai in c.a.p. alleggerito **300kg/mc**

Permanenti non strutturali:

- Grigliato metallico **80 kg/mq**
- Permanente apparecchiature **200 kg/mq**
- Spinta geostatica $H*(\gamma*ko) = H*(2100*0.56)$ **H*1180 kg/mq**

Carichi variabili:

- Carico accidentali (in copertura) **400 kg/mq**
- Carico accidentali (magazzini) **600 kg/mq**
- Carico idrostatico verticale **H*1000 kg/mq**
- Carico idrostatico orizzontale **H*1000 kg/mq**
- Carico terrapieni **2000 kg/mq**
- Carico stradale **2000 kg/mq**

7.3 COMBINAZIONI DI CARICO

Oltre a considerare i pesi propri degli elementi strutturali, in funzione delle caratteristiche dei materiali utilizzati, la struttura è stata caricata di tutti i sovraccarichi permanenti e variabili agenti su di essa. Tutte le condizioni di carico elementari introdotte nei paragrafi dedicati all'analisi dei carichi sono state combinate in modo opportuno, così come indicato nella norma di riferimento (D.M. 14.01.2008). Ai fini delle verifiche la norma definisce le seguenti combinazioni delle azioni:

S.L.E.

SLE combinazione frequente: $G_1+G_2+Q_{k1}+\Psi_{02}Q_{k2}+ \Psi_{03}Q_{k3}+...;$

SLE combinazione frequente: $G_1+G_2+\Psi_{11}Q_{k1}+\Psi_{22}Q_{k2}+\Psi_{33}Q_{k3}+...;$

SLE combinazione quasi permanenti: $G_1 + G_2 + \Psi_{21} Q_{k1} + \Psi_{22} Q_{k2} + \Psi_{23} Q_{k3} + \dots;$

SLU: $\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{K1} + \gamma_{Q2} \Psi_2 Q_{K2} + \gamma_{Q3} \Psi_3 Q_{K3} + \dots$

Le grandezze G_1 , G_2 e Q_{ki} sono rispettivamente il peso proprio di tutti gli elementi strutturali, il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali e le azioni sulla struttura di lunga e breve durata. I coefficienti γ_G e γ_Q rappresentano i coefficienti parziali, mentre i coefficienti Ψ_{0j} , Ψ_{1j} e Ψ_{2j} sono i coefficienti di combinazione delle azioni variabili.

7.4 VALUTAZIONE DELLE AZIONI SISMICHE

L'azione sismica sulle costruzioni è generata dal moto non uniforme del terreno di sedime per effetto della propagazione delle onde sismiche. Il moto sismico eccita la struttura provocandone la risposta dinamica che va verificata e controllata negli aspetti di sicurezza e prestazione attesa.

L'azione sismica è caratterizzata da tre componenti di traslazioni, due orizzontali ed una verticale, descritte mediante l'accelerazione massima ed il relativo spettro di risposta atteso in superficie. Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è espresso da una forma spettrale, riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicata per il valore dell'accelerazione orizzontale massima a_g su un sito di riferimento rigido orizzontale.

Inoltre, adottando come vita nominale $V_n \geq 100$ anni ed associando una classe d'uso IV ($C_u = 2$) si è ottenuta una Vita di Riferimento pari a 200 anni.

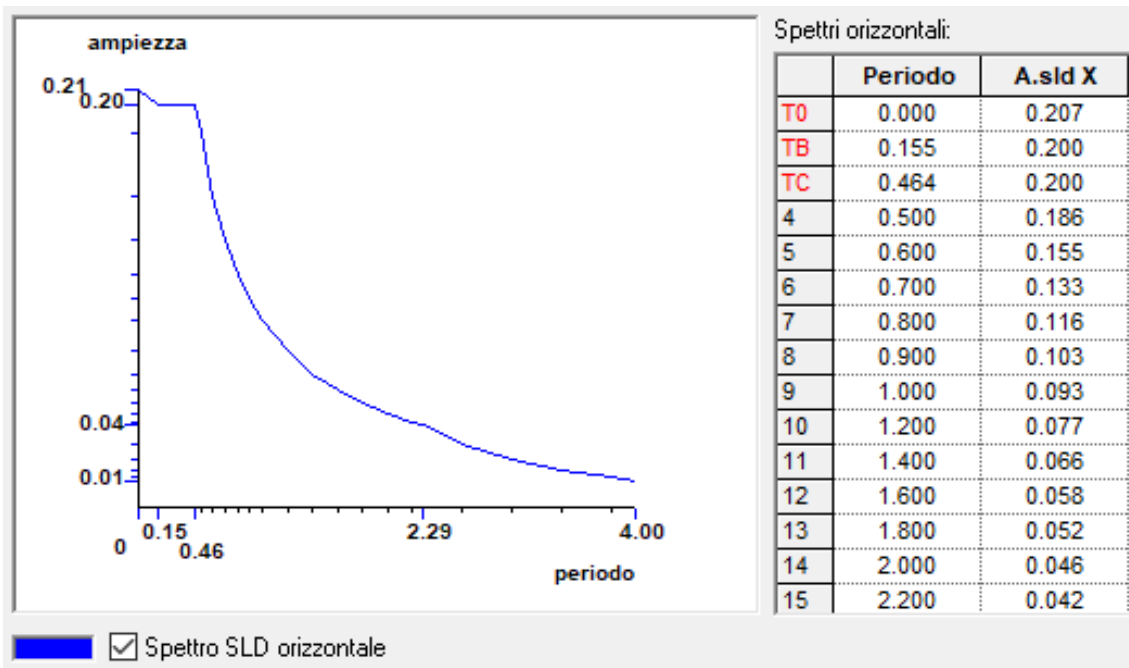
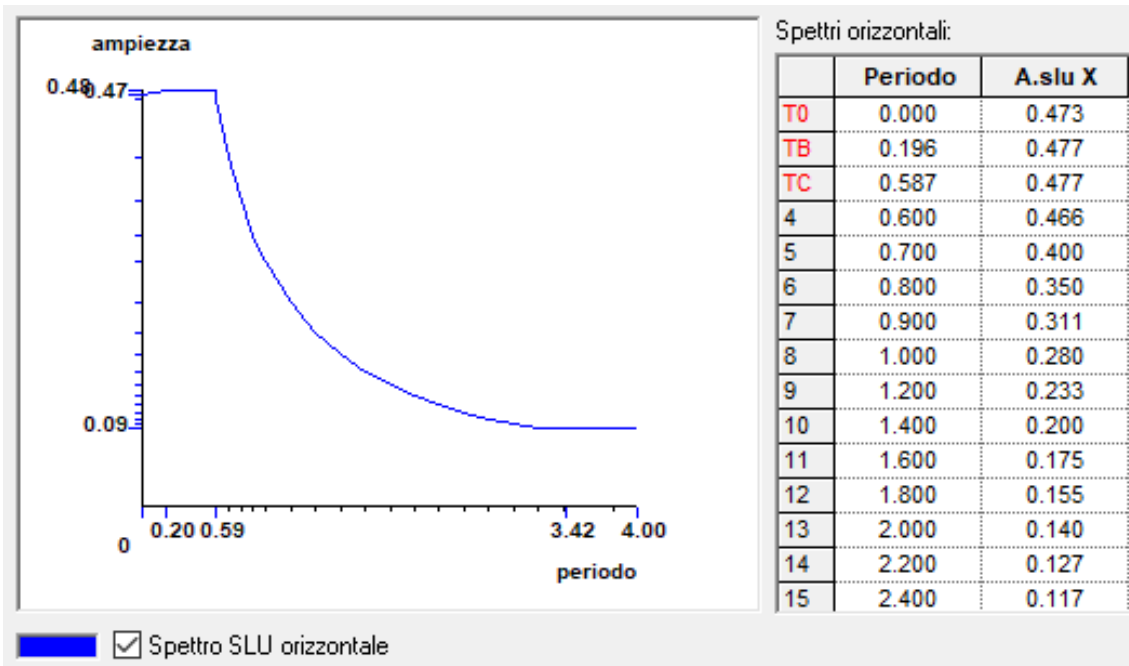
Per lo stato limite di esercizio SLD ed SLO, lo spettro da utilizzare è lo spettro elastico corrispondente, riferito alla probabilità di superamento P_{VR} considerata.

Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.
*UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO
 E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA
 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA*

Parametri	Parametri	Parametri
Latitudine (WGS84): 41.23234	Latitudine (WGS84): 41.23234	Latitudine (WGS84): 41.23234
Longitudine (WGS84): 14.70048	Longitudine (WGS84): 14.70048	Longitudine (WGS84): 14.70048
Latitudine (ED50): 41.23333	Latitudine (ED50): 41.23333	Latitudine (ED50): 41.23333
Longitudine (ED50): 14.70135	Longitudine (ED50): 14.70135	Longitudine (ED50): 14.70135
Vita nominale: 100 anni	Vita nominale: 100 anni	Vita nominale: 100 anni
Classe di utilizzo: Classe IV	Classe di utilizzo: Classe IV	Classe di utilizzo: Classe IV
Vita di riferimento: 200 anni	Vita di riferimento: 200 anni	Vita di riferimento: 200 anni
Spettro: SLV	Spettro: SLD	Spettro: SLO
Prob. di superamento: 10 %	Prob. di superamento: 63 %	Prob. di superamento: 81 %
Periodo di ritorno: 1898 anni	Periodo di ritorno: 201 anni	Periodo di ritorno: 120 anni
Risultati	Risultati	Risultati
Ag/g: 0.4546	Ag/g: 0.1727	Ag/g: 0.1319
F0: 2.42	F0: 2.32	F0: 2.33
Tc*: 0.42	Tc*: 0.34	Tc*: 0.33
Calcolo eseguito con successo	Calcolo eseguito con successo	Calcolo eseguito con successo

Vista l'elevata rigidità della struttura si considera che il movimento del terreno venga trasmesso alla struttura senza subire sfasamenti, altresì si considera un periodo proprio di oscillazione delle strutture prossimo allo 0. Per questo motivo, ed in accordo con la normativa tecnica adottata, il comportamento della struttura sotto l'effetto sismico non prende in conto i parametri q (fattore di duttilità della tipologia struttura) e ξ (fattore di duttilità funzione del materiale), in quanto tali parametri influenzano la risposta sismica solo nel caso in cui un'opera può oscillare con un proprio periodo diverso da quello del suolo ($T' > 0$). Per completezza nella trattazione, ed ai fini della redazione dello spettro di progetto utilizzato, i due valori precedenti vengono posti in una configurazione di default, rispettivamente pari a 1,5 e 5%.

Adottando per l'area in esame una categoria di sottosuolo tipo "C", si ottengono i seguenti spettri di risposta.



7.5 COMBINAZIONI DI CARICO DELL'AZIONE SISMICA

Le combinazioni utilizzate per le verifiche sono, avendo indicato con E l'azione sismica:

$$\gamma_g G_k + \gamma_q Q_k$$

$$\pm E_x \pm 0,30 E_y + G_k + \psi Q_k$$

$$\pm E_y \pm 0,30 E_x + G_k + \psi Q_k$$

L'effetto dell'azione sismica è stato valutato tenendo conto della sola massa associata ai seguenti carichi gravitazionali:

$G_k + \psi Q_k$ dove:

G_k = valore caratteristico delle azioni permanenti;

Q_k = valore caratteristico dell'azione variabile;

γ_g = 1,4 (oppure 1 se il suo contributo aumenta la sicurezza)

γ_q = 1,5 (oppure 0 se il suo contributo aumenta la sicurezza)

ψ = coefficiente di combinazione che fornisce il valore quasi - permanente dell'azione variabile, tale valore varia al variare della destinazione d'uso

Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

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

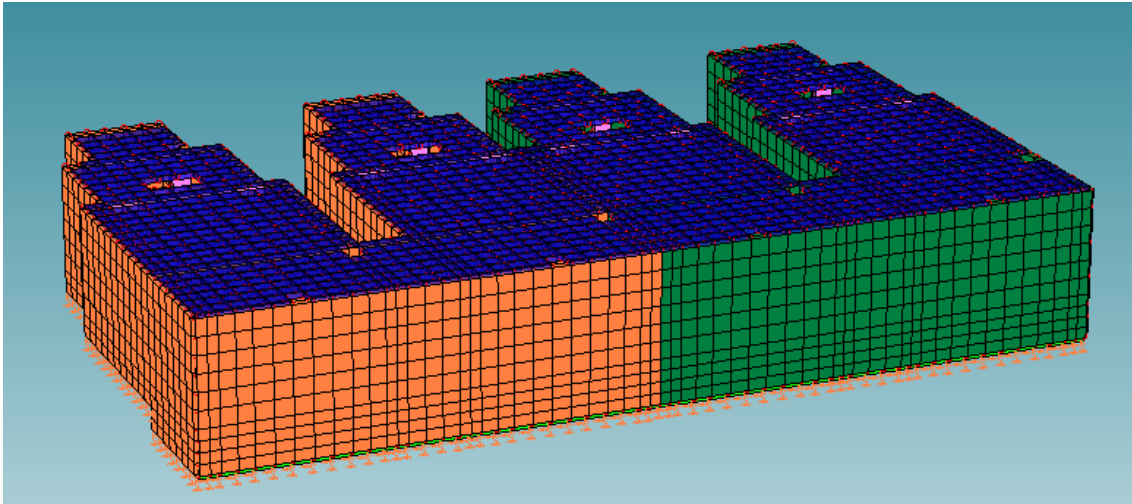
Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		γ_F			
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

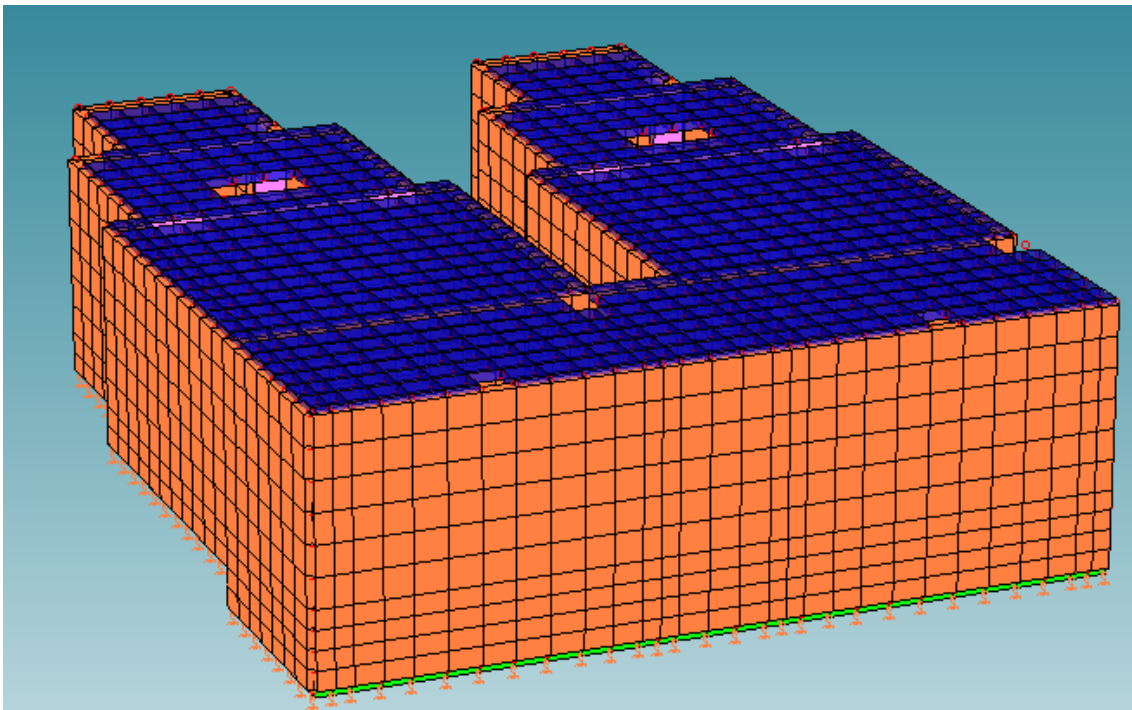
7.6 SINTESI DEI *RISULTATI*

Di seguito si riporta una sintesi dei risultati afferenti al predimensionamento delle strutture

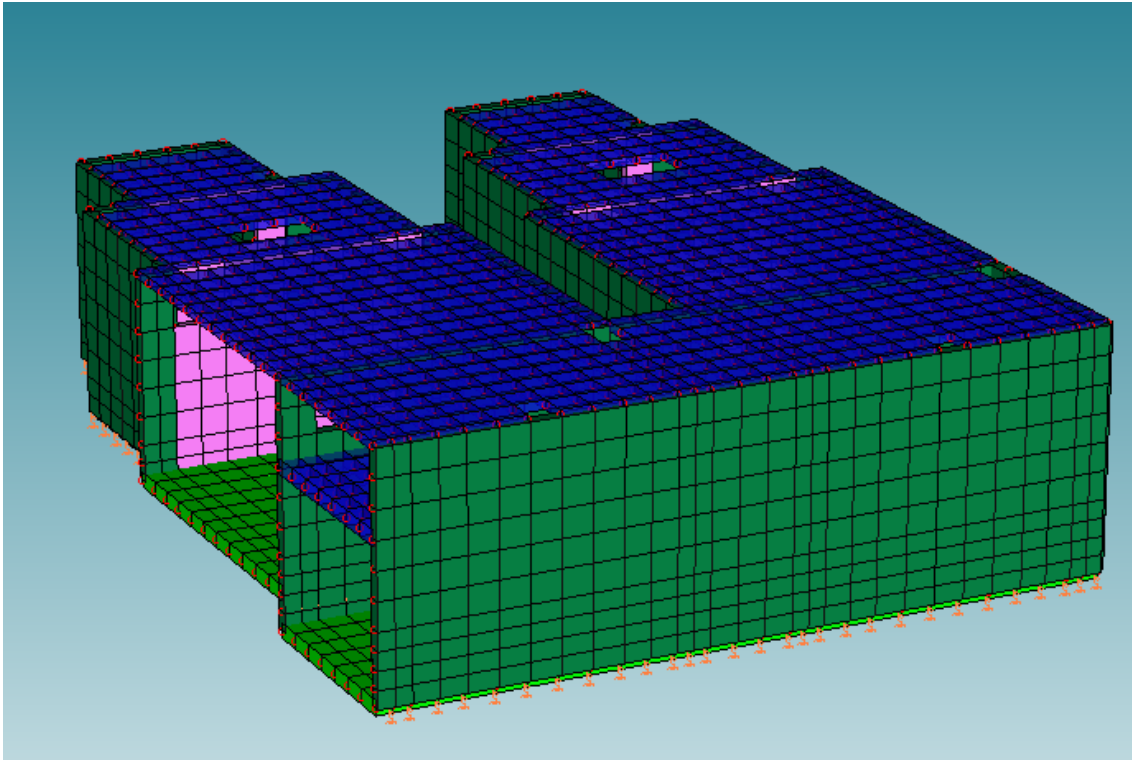
7.6.1 IMPIANTO DI POTABILIZZAZIONE – CHIARIFLOCCULAZIONE ACCELERATA



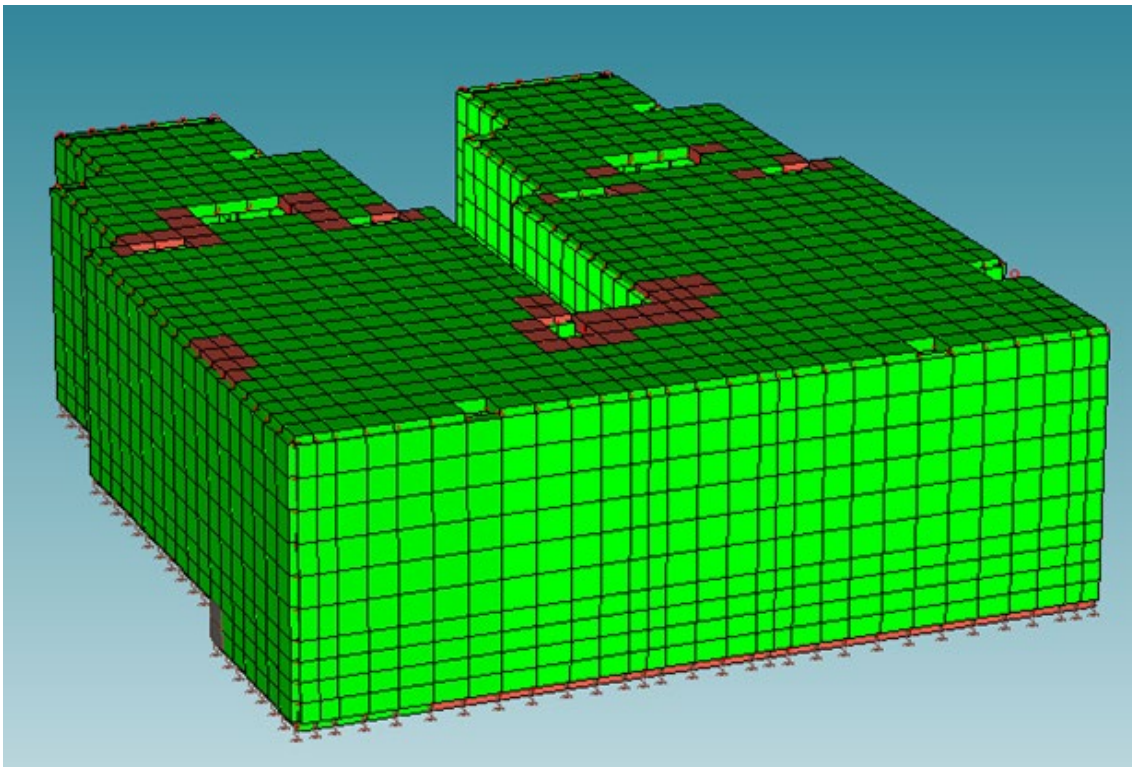
Vasca di Chiariflocculazione Accelerata – Modello Completo



Vasca di Chiariflocculazione Accelerata – Modello lato sinistro del giunto



Vasca di Chiariflocculazione Accelerata – Modello lato destro del giunto



Vasca di Chiariflocculazione Accelerata – Risultati verifica predimensionamento

Armature soletta in c.a.

Le armature della soletta di fondo in c.a. dello spessore di 60 cm, sono costituite da una maglia 20x20cm di barre di armatura ad aderenza migliorata $\varnothing 20$ inferiori e superiori, con legature $\varnothing 10$ in numero minimo di almeno 9 ogni m^2 di superfici.

Le armature delle solette intermedie e di copertura in c.a. dello spessore di 40 sono costituite da una maglia 20x20cm di barre di armatura ad aderenza migliorata $\varnothing 20$ inferiori e superiori, con legature $\varnothing 8$ in numero minimo di almeno 9 ogni m^2 di superfici.

Armature Pareti in c.a.

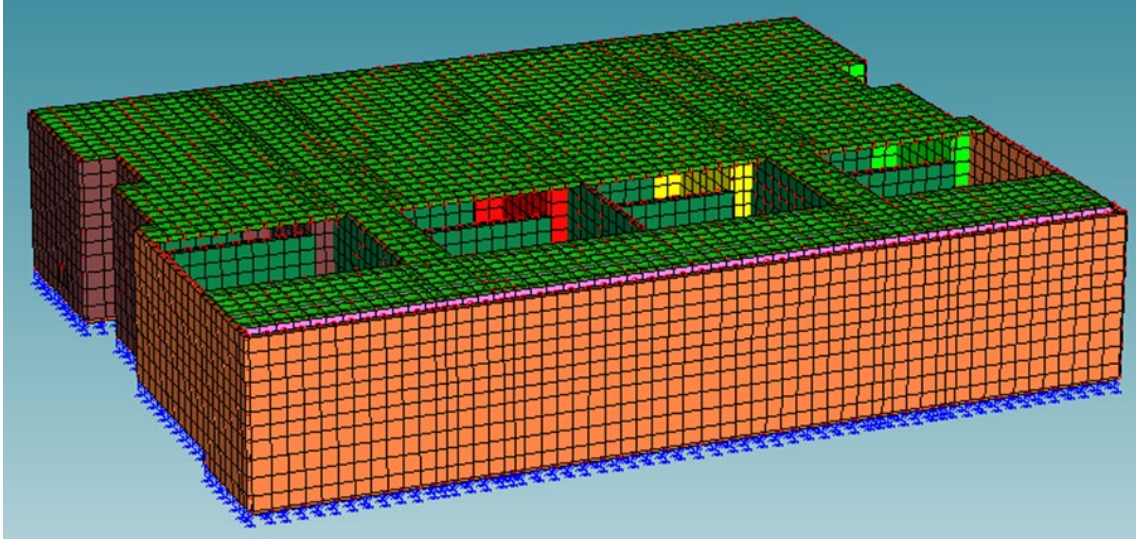
Le armature delle pareti in c.a. sono concepite per assorbire la sollecitazione di presso/tenso-flessione deviata. Vengono disposte per l'intera altezza delle pareti, sia perimetrali sia interne, armature verticali $\varnothing 16$ con passo 20cm, armature orizzontali $\varnothing 12$ con passo 20cm e legature $\varnothing 8$ in numero minimo di 9/ m^2 .

Tabella di riepilogo

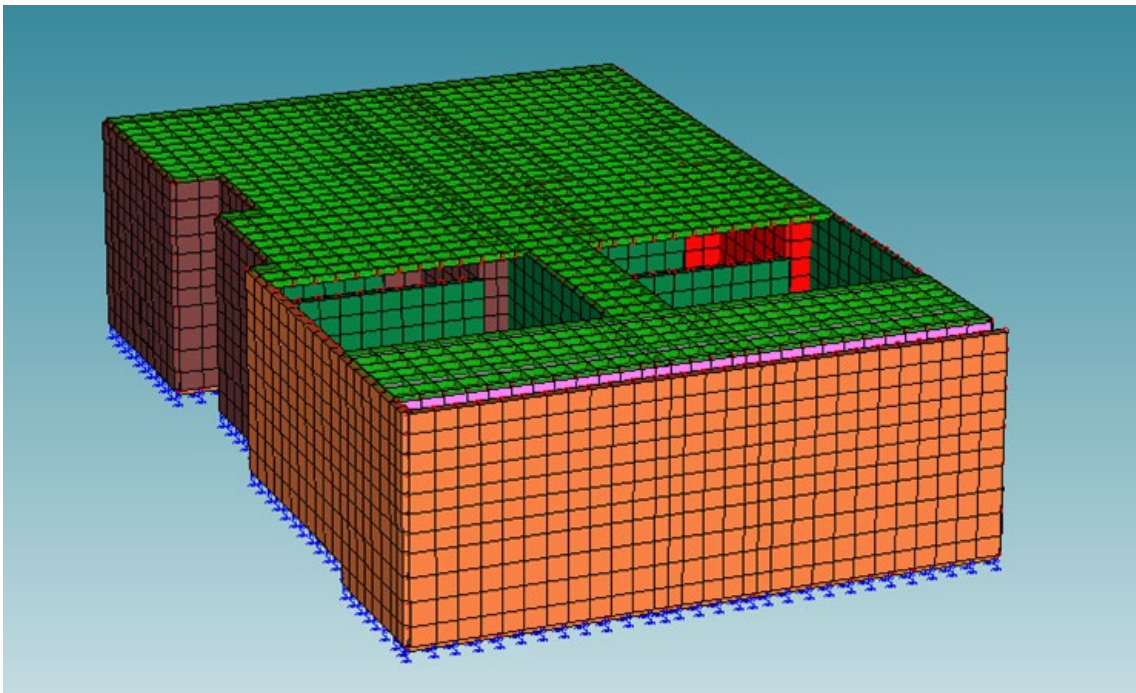
Di seguito si riporta una stima di massima delle quantità di cls e acciaio

Vasca di Chiariflocculazione Accelerata	cls	acciaio	incidenza
	<i>[m³]</i>	<i>[kg]</i>	<i>[kg/m³]</i>
Soletta di fondo quota +0.00	200,00	17000	85,00
Soletta di fondo a quota +1.20	480,00	40800	85,00
Solette intermedie	130,00	15600	120,00
Solette di copertura	420,00	50400	120,00
Pareti	1060,00	34500	75,00

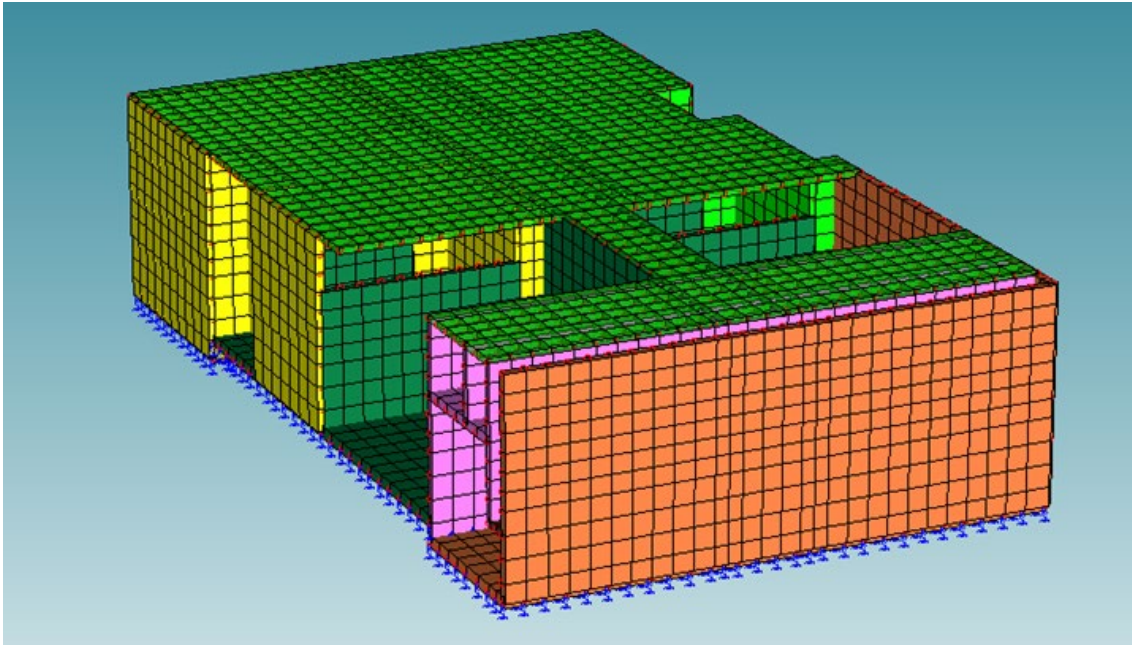
7.6.2 IMPIANTO DI POTABILIZZAZIONE – ADSORBIMENTO SU CARBONE ATTIVO CON CHIARIFLOCCULAZIONE ACCELERATA



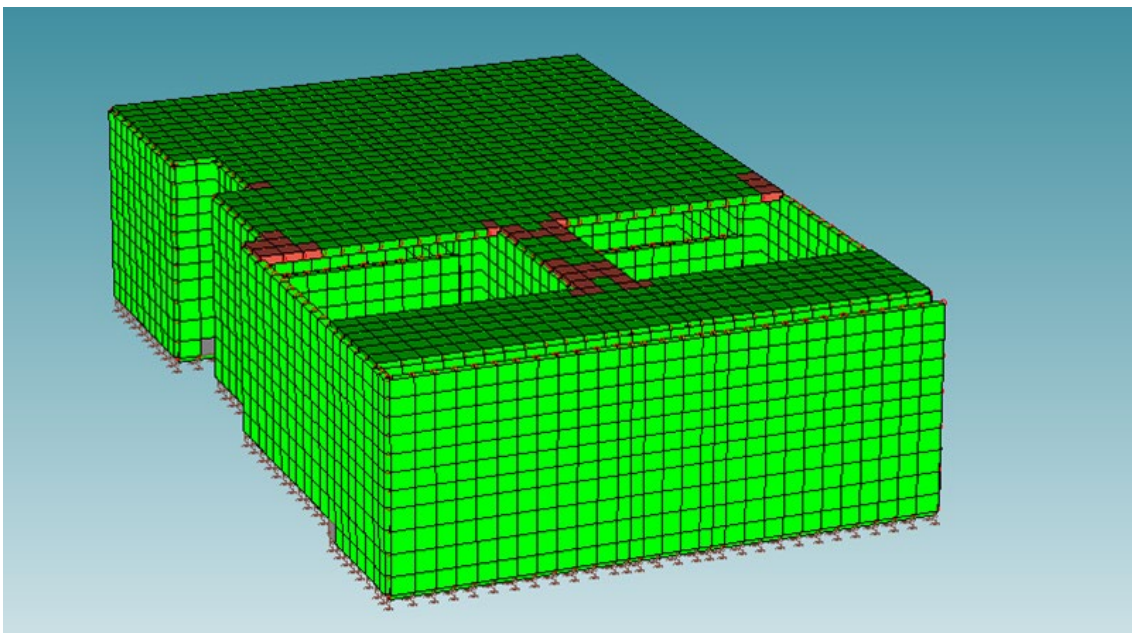
Vasca di Adsorbimento su carbone attivo con chiariflocculazione acc. – Modello Completo



Vasca di Adsorbimento su carbone attivo con chiariflocculazione acc. – Modello lato sinistro del giunto



Vasca di Adsorbimento su carbone attivo con chiariflocculazione acc. – Modello lato destro del giunto



Vasca di Adsorbimento su carbone attivo con chiariflocculazione acc. – Risultato verifica predimensionamento

Armature soletta in c.a.

Le armature della soletta di fondo in c.a. dello spessore di 50 cm e quelle di copertura dello spessore di 40 cm, sono costituite da una maglia 20x20cm di barre di armatura ad aderenza migliorata $\varnothing 20$ inferiori e superiori, con

legature $\varnothing 10$ in numero minimo di almeno 9 ogni m^2 di superfici.

Le armature delle solette intermedie dello spessore di 30 cm sono costituite da una maglia 20x20cm di barre di armatura ad aderenza migliorata $\varnothing 16$ inferiori e superiori, con legature $\varnothing 8$ in numero minimo di almeno 9 ogni m^2 di superfici.

Armature Pareti in c.a.

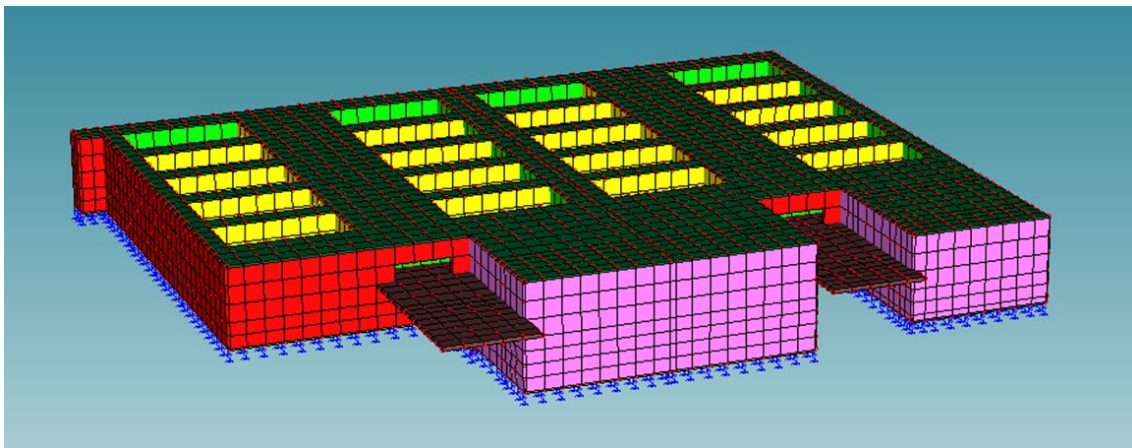
Vengono disposte per l'intera altezza delle pareti, sia perimetrali sia interne, armature verticali $\varnothing 16$ con passo 20cm, armature orizzontali $\varnothing 12$ con passo 20cm e legature $\varnothing 8$ in numero minimo di 9/ m^2 .

Tabella di riepilogo

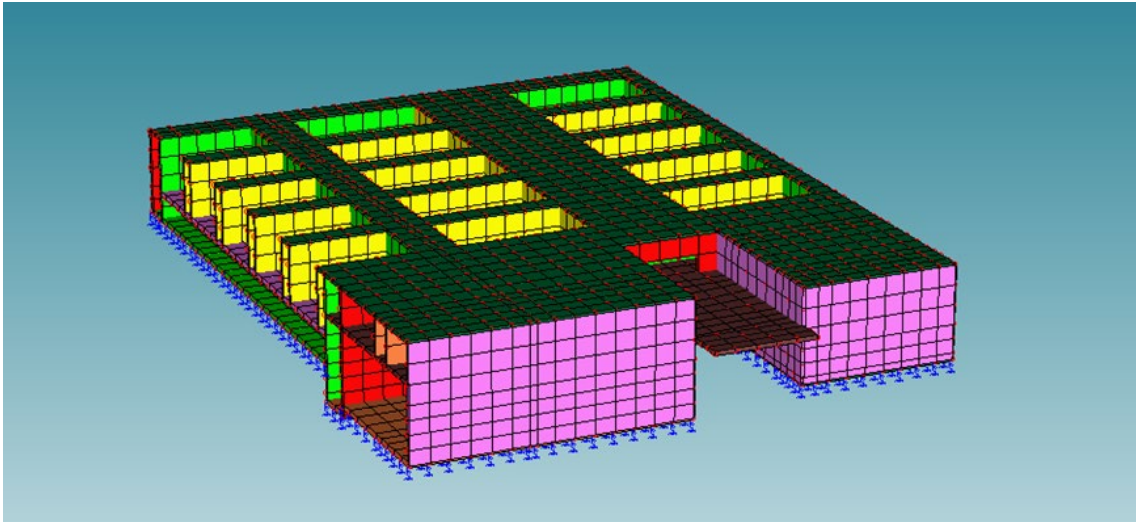
Di seguito si riporta una stima di massima delle quantità di cls e acciaio

	cls	acciaio	incidenza
	<i>[m³]</i>	<i>[kg]</i>	<i>[kg/m³]</i>
Soletta di fondo	860,00	94600	85,00
Solette intermedie	190,00	17100	90,00
Solette di copertura	560,00	47600	85,00
Pareti	2500,00	225500	90,00

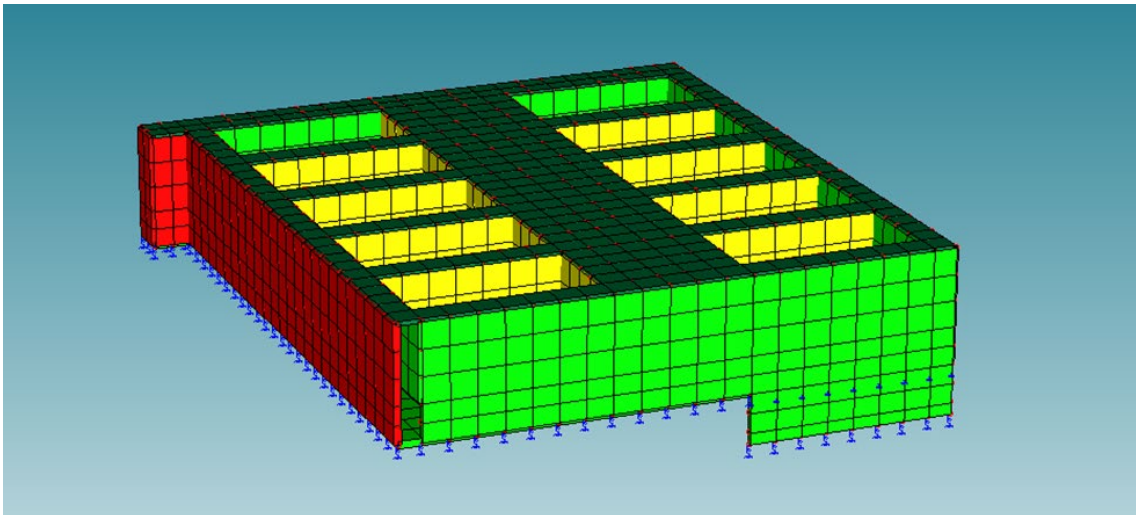
7.6.3 COMPARTO FILTRAZIONE, CONTROLAVAGGIO E DISINFEZIONE CON UV



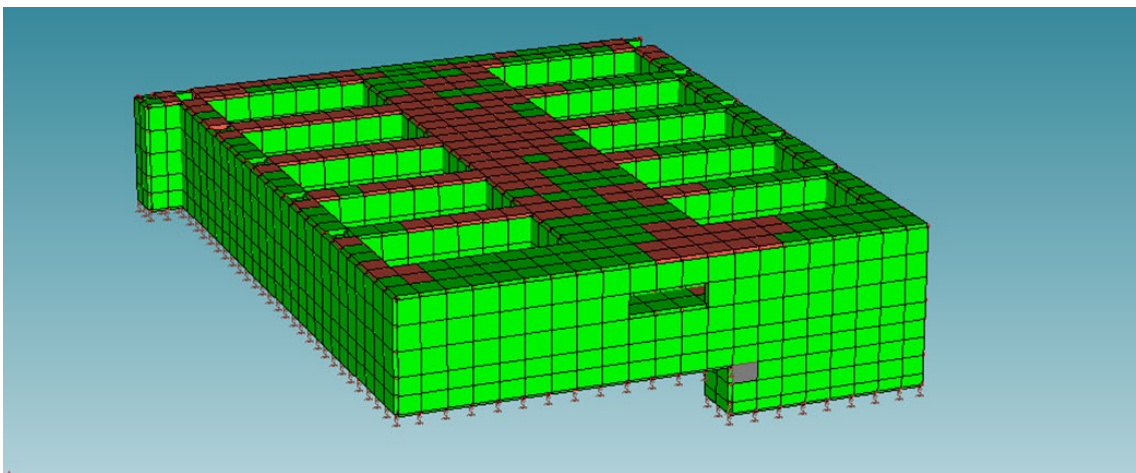
Filtrazione, controlavaggio, e Disinfezione con UV – Modello completo



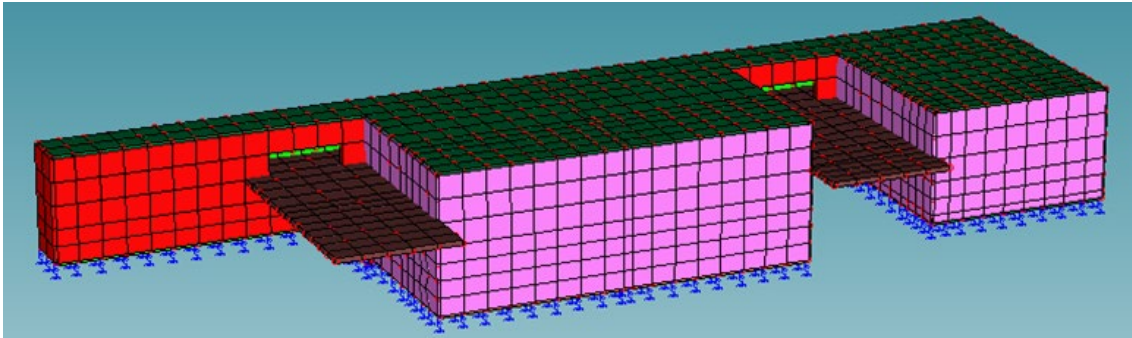
Filtrazione, controlavaggio, e Disinfezione con UV - Modello sezionato



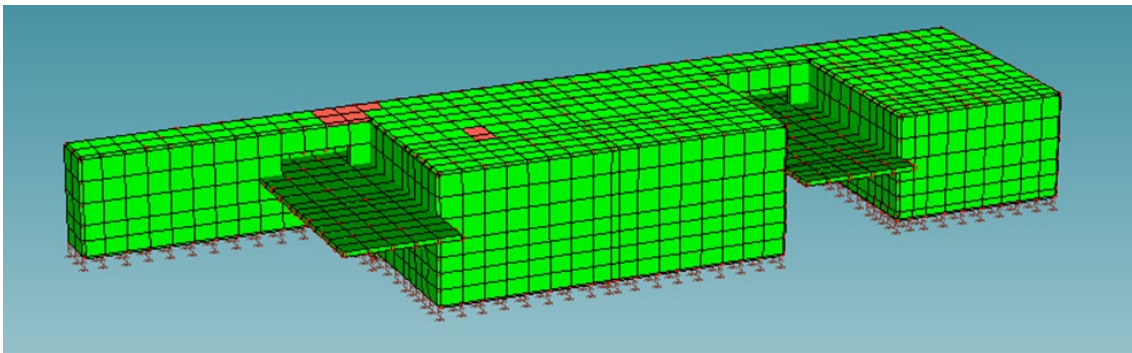
Filtrazione, controlavaggio, e Disinfezione con UV – Modello vasche lato sinistro del giunto



Filtrazione, controlavaggio, e Disinfezione con UV – Risultati verifica predimensionamento vasche



Filtrazione, controlavaggio, e Disinfezione con UV – Modello stazione di sollevamento



Filtrazione, controlavaggio, e Disinfezione con UV – Risultati verifica predimensionamento stazioni di sollevamento

Armature soletta in c.a.

Le armature della soletta di fondo in c.a. dello spessore di 50 cm, sono costituite da una maglia 20x20cm di barre di armatura ad aderenza migliorata $\varnothing 20$ inferiori e superiori, con legature $\varnothing 10$ in numero minimo di almeno 9 ogni m^2 di superfici.

Le armature delle solette intermedie e di copertura in c.a. sono costituite da una maglia 20x20cm di barre di armatura ad aderenza migliorata $\varnothing 20$ inferiori e superiori, con legature $\varnothing 8$ in numero minimo di almeno 9 ogni m^2 di superfici.

Armature Pareti in c.a.

Vengono disposte per l'intera altezza delle pareti perimetrali, armature verticali $\varnothing 20$ con passo 20cm, mentre per quelle interne armature verticali $\varnothing 16$ con passo 20cm. Per entrambe si prevedono armature orizzontali $\varnothing 12$ con passo 20cm e legature $\varnothing 8$ in numero minimo di $9/m^2$.

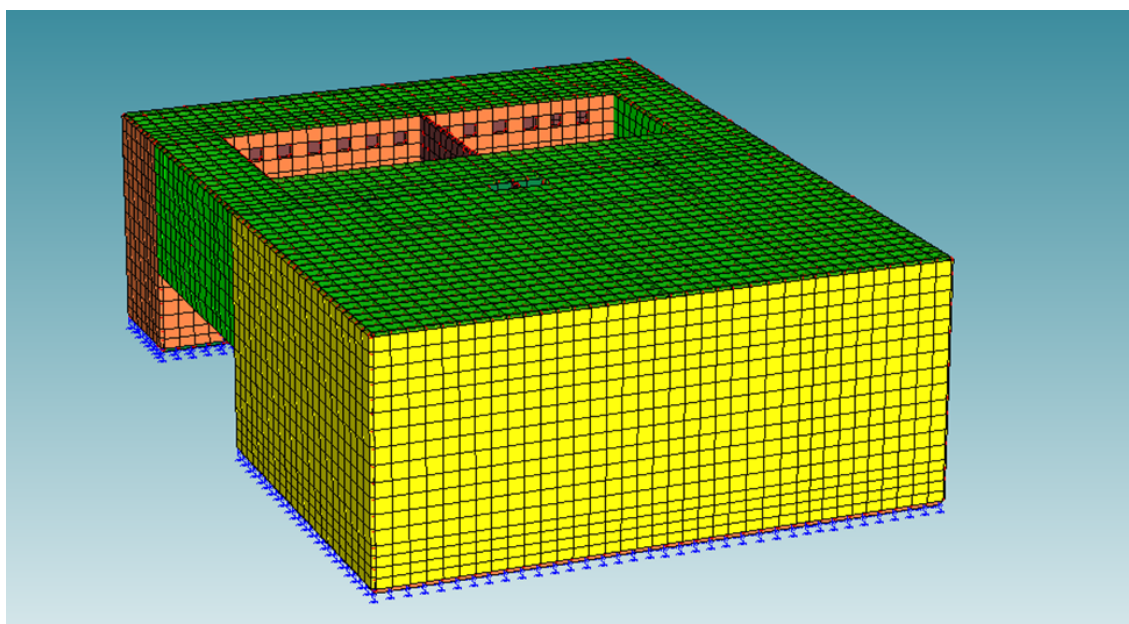
Tabella di riepilogo

Di seguito si riporta una stima di massima delle quantità di cls e acciaio

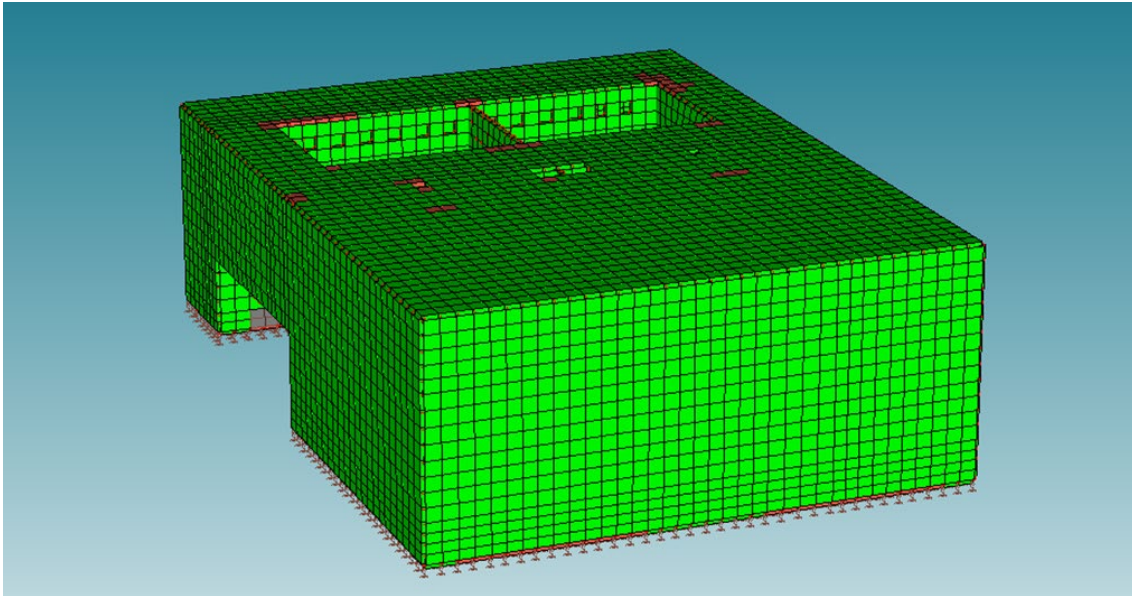
Singola Vasca	cls	acciaio	incidenza
	<i>[m³]</i>	<i>[kg]</i>	<i>[kg/m³]</i>
Soletta di fondo	950,00	123500	130,00
Solette intermedie	775,00	93000	120,00
Solette di copertura	400,00	16000	40,00
Pareti	1800,00	180000	100,00

Stazioni di sollevamento	cls	acciaio	incidenza
	<i>[m³]</i>	<i>[kg]</i>	<i>[kg/m³]</i>
Soletta di fondo	270,00	31050	115,00
Solette intermedie	225,00	24000	105,00
Solette di copertura	380,00	49400	130,00
Pareti	1400,00	154000	110,00

7.6.4 IMPIANTO DI POTABILIZZAZIONE – COMPARTO DI TRATTAMENTO FANGHI E ACQUE DI CONTROLAVAGGIO



Comparto di Trattamento Fanghi e Acque di Controlavaggio– Modello completo



Comparto Trattamento Fanghi e Acque di Controlavaggio – Risultati verifica predimensionamento

Armature soletta in c.a.

Le armature della soletta di fondo in c.a. dello spessore di 60 cm, sono costituite da una maglia 20x20cm di barre di armatura ad aderenza migliorata $\varnothing 20$ inferiori e superiori, con legature $\varnothing 10$ in numero minimo di almeno 9 ogni m^2 di superfici.

Le armature delle solette intermedie e di copertura in c.a. dello spessore di 40 sono costituite da una maglia 20x20cm di barre di armatura ad aderenza migliorata $\varnothing 20$ inferiori e superiori, con legature $\varnothing 8$ in numero minimo di almeno 9 ogni m^2 di superfici.

Armature Pareti in c.a.

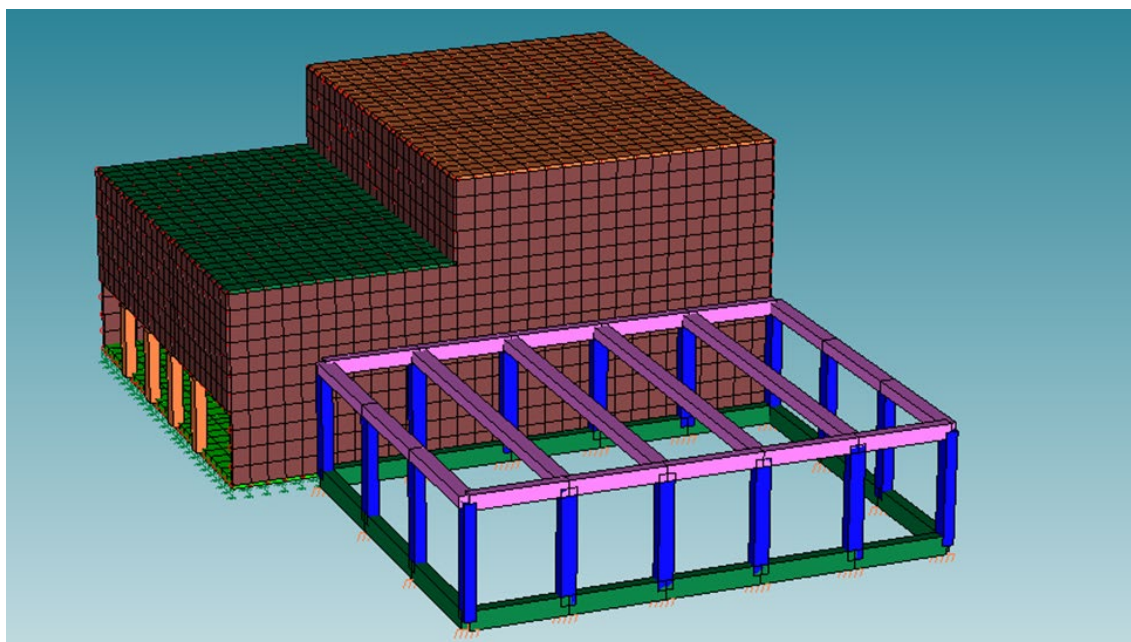
Vengono disposte per l'intera altezza delle pareti, sia perimetrali sia interne, armature verticali $\varnothing 16$ con passo 20cm, armature orizzontali $\varnothing 12$ con passo 20cm e legature $\varnothing 8$ in numero minimo di $9/m^2$. La parete centrale, dello spessore di 60cm presenta invece armature verticali $\varnothing 16$ con passo 20cm.

Tabella di riepilogo

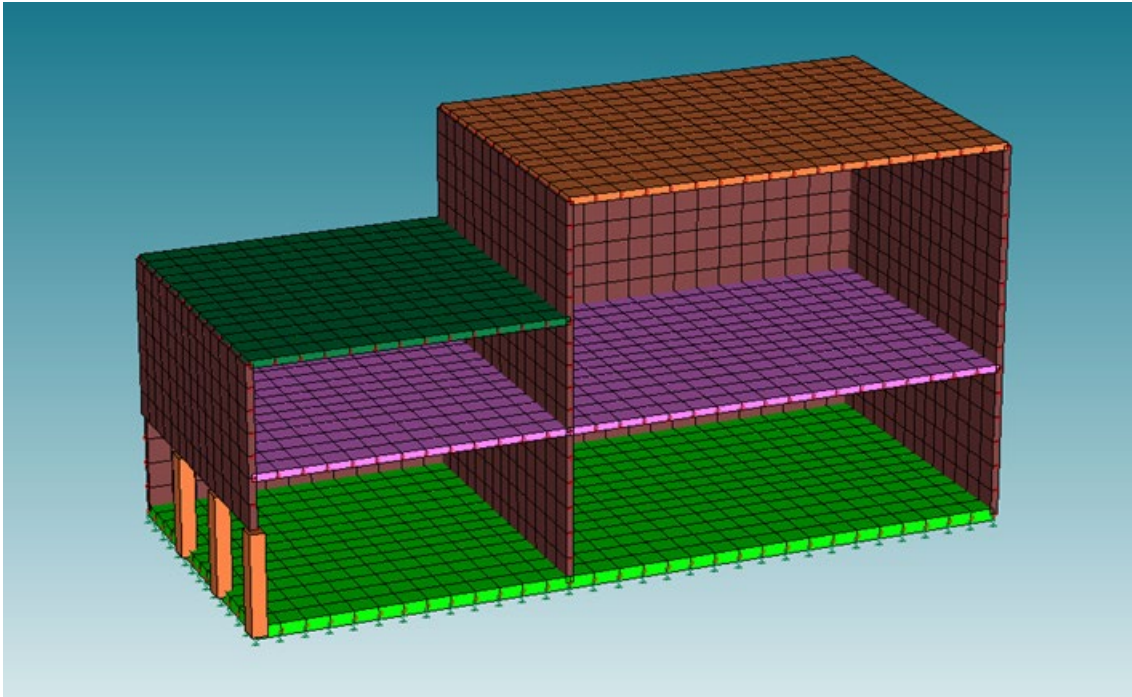
Di seguito si riporta una stima di massima delle quantità di cls e acciaio

	cls	acciaio	incidenza
	[m ³]	[kg]	[kg/m ³]
Soletta di fondo quota +0.00	380,00	45600	120,00
Soletta di fondo a quota +1.20	140,00	16800	120,00
Soletta di fondo a quota +2.40	165,00	17325	105,00
Soletta di fondo a quota -2.90	65,00	5525	85,00
Solette intermedie	130,00	15600	120,00
Solette di copertura	420,00	50400	120,00
Pareti	1900,00	228000	120,00

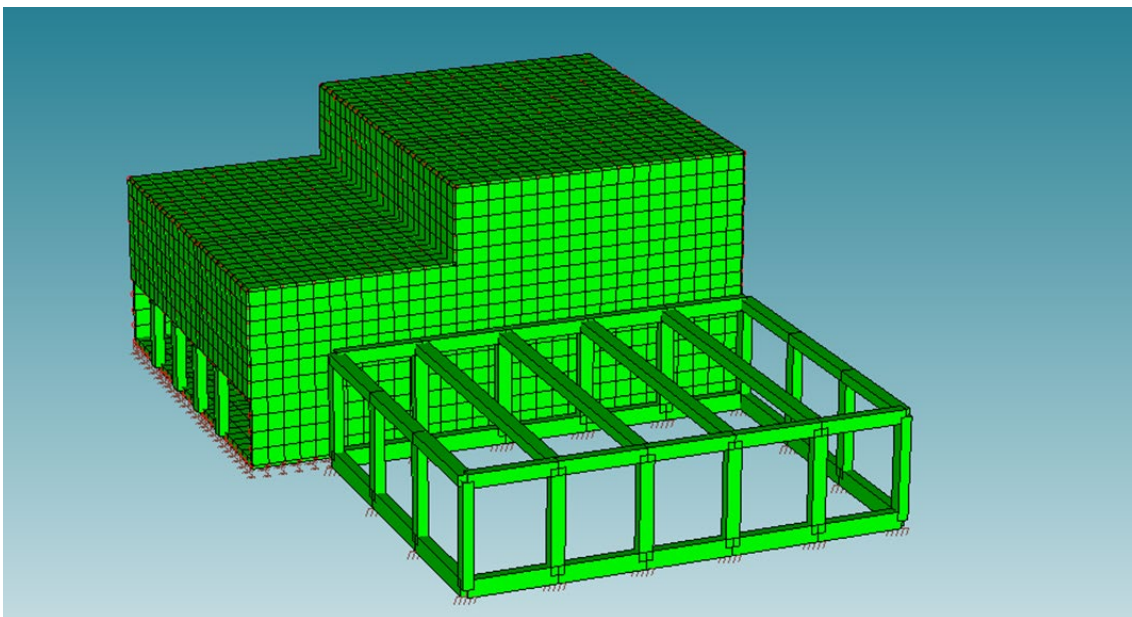
7.6.5 IMPIANTO DI POTABILIZZAZIONE – COMPARTO TRATTAMENTO FANGHI, ISPESSIMENTO E DISIDRATAZIONE



Comparto Trattamento Fanghi, ispessimento e Disidratazione – Modello completo



Comparto Trattamento Fanghi, ispessimento e Disidratazione – Modello sezionato



Comparto Trattamento Fanghi, ispessimento e Disidratazione – Risultati verifica predimensionamento

Armature soletta in c.a.

Le armature della soletta di fondo in c.a. dello spessore di 50 cm, sono costituite da una maglia 20x20cm di barre di armatura ad aderenza

migliorata $\varnothing 20$ inferiori e superiori, con legature $\varnothing 10$ in numero minimo di almeno 9 ogni m^2 di superfici.

Le armature delle solette intermedie e di copertura in c.a. dello spessore di 30 sono costituite da una maglia 20x20cm di barre di armatura ad aderenza migliorata $\varnothing 16$ inferiori e superiori, con legature $\varnothing 8$ in numero minimo di almeno 9 ogni m^2 di superfici.

Armature Pareti in c.a.

Vengono disposte per l'intera altezza delle pareti, sia perimetrali sia interne, armature verticali $\varnothing 16$ con passo 20cm, armature orizzontali $\varnothing 12$ con passo 20cm e legature $\varnothing 8$ in numero minimo di 9/ m^2 .

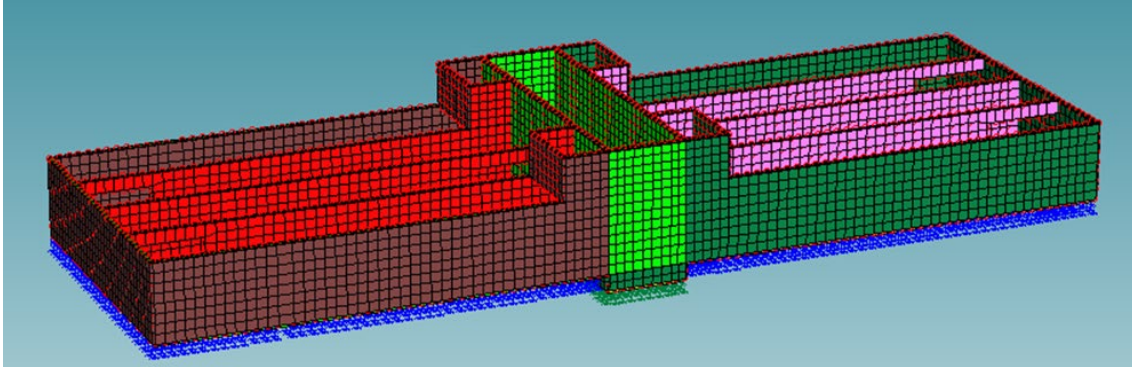
Tabella di riepilogo

Di seguito si riporta una stima di massima delle quantità di cls e acciaio

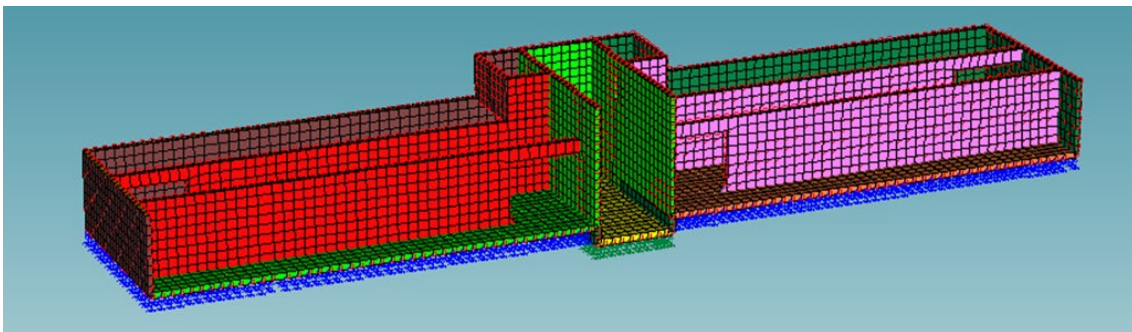
	cls	acciaio	incidenza
	<i>[m³]</i>	<i>[kg]</i>	<i>[kg/m³]</i>
Soletta di fondo	340,00	51000	150,00
Solette intermedie	205,00	26650	130,00
Solette di copertura	85,00	9350	110,00
Pareti	495,00	59400	120,00

7.7 SERBATOIO DI ACCUMULO E CENTRALE DI SOLLEVAMENTO

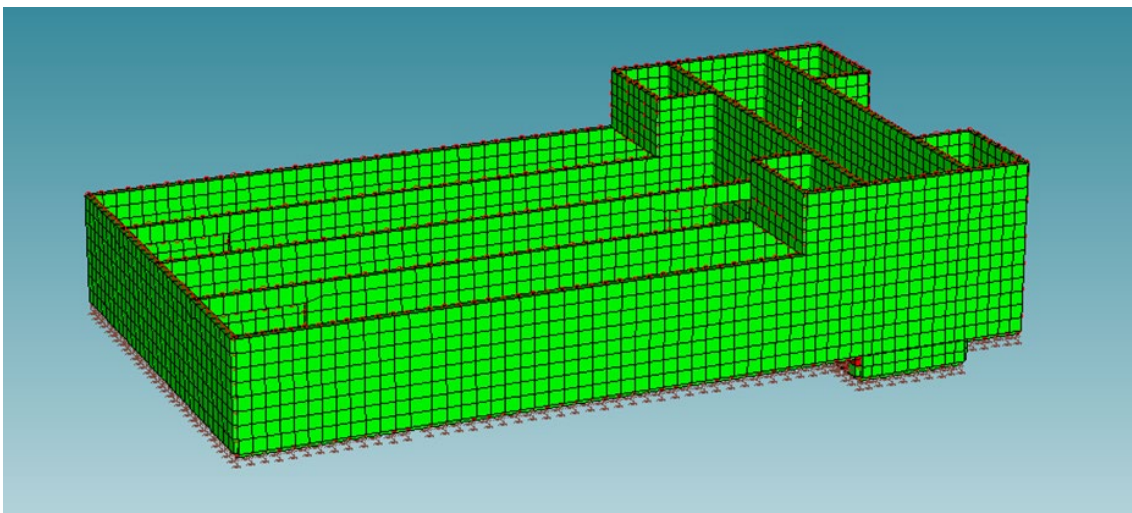
7.7.1 SERBATOIO DI ACCUMULO



Serbatoio di Accumulo – Modello completo



Serbatoio di Accumulo – Modello sezionato



Serbatoio di Accumulo – Risultati verifica predimensionamento

Armature soletta in c.a.

Le armature delle solette di fondo in c.a. sia delle vasche (s=60cm) sia della camera di manovra (s=70cm) sono costituite da una maglia 15x15cm di barre di armatura ad aderenza migliorata $\varnothing 20$ inferiori e superiori, con legature $\varnothing 10$ in numero minimo di almeno 9 ogni m^2 di superfici.

Le armature delle solette intermedie dello spessore di 30cm sono costituite da una maglia 15x15cm di barre di armatura ad aderenza migliorata $\varnothing 14$ inferiori e superiori, con legature $\varnothing 8$ in numero minimo di almeno 9 ogni m^2 di superfici.

Armature Pareti in c.a.

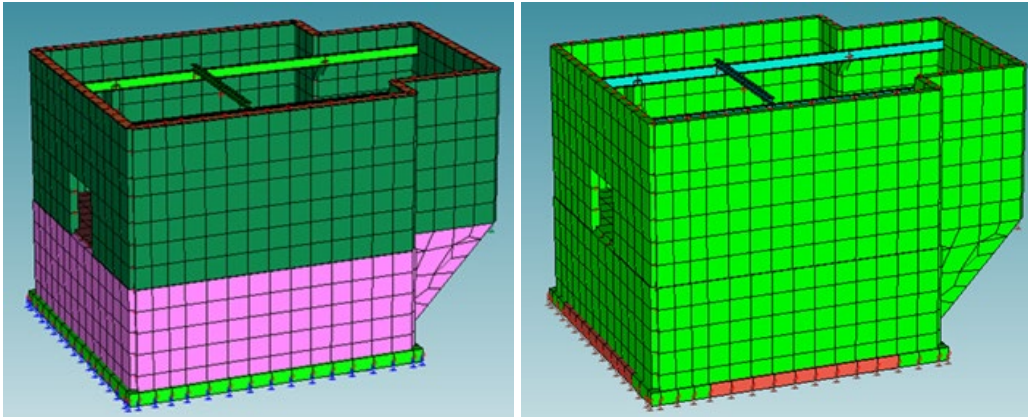
Vengono disposte per l'intera altezza delle pareti perimetrali armature verticali $\varnothing 20$ con passo 20cm, mentre per quelle interne armature verticali $\varnothing 14$ con passo 15cm. Per entrambe si dispongono armature orizzontali $\varnothing 14$ con passo 20cm e legature $\varnothing 8$ in numero minimo di $9/m^2$.

Tabella di riepilogo

Di seguito si riporta una stima di massima delle quantità di cls e acciaio

	cls	acciaio	incidenza
	<i>[m³]</i>	<i>[kg]</i>	<i>[kg/m³]</i>
Soletta di fondo camera di manovra	200,00	240000	100,00
Solette di fondo vasche	2000,00	20000	120,00
Solette intermedie	85,00	660	110,00
Pareti	495,00	236500	110,00

7.7.2 CENTRALE DI SOLLEVAMENTO



Centrale di Sollevamento – Modello completo e Risultati verifica predimensionamento

Armature soletta in c.a.

Le armature della soletta di fondo in c.a. dello spessore di 50 cm, sono costituite da una maglia 20x20cm di barre di armatura ad aderenza migliorata $\varnothing 20$ inferiori e superiori, con legature $\varnothing 8$ in numero minimo di almeno 9 ogni m^2 di superfici.

Le armature delle solette intermedie in c.a. dello spessore di 40cm sono costituite da una maglia 20x20cm di barre di armatura ad aderenza migliorata $\varnothing 16$ inferiori e superiori, con legature $\varnothing 8$ in numero minimo di almeno 9 ogni m^2 di superfici.

Armature Pareti in c.a.

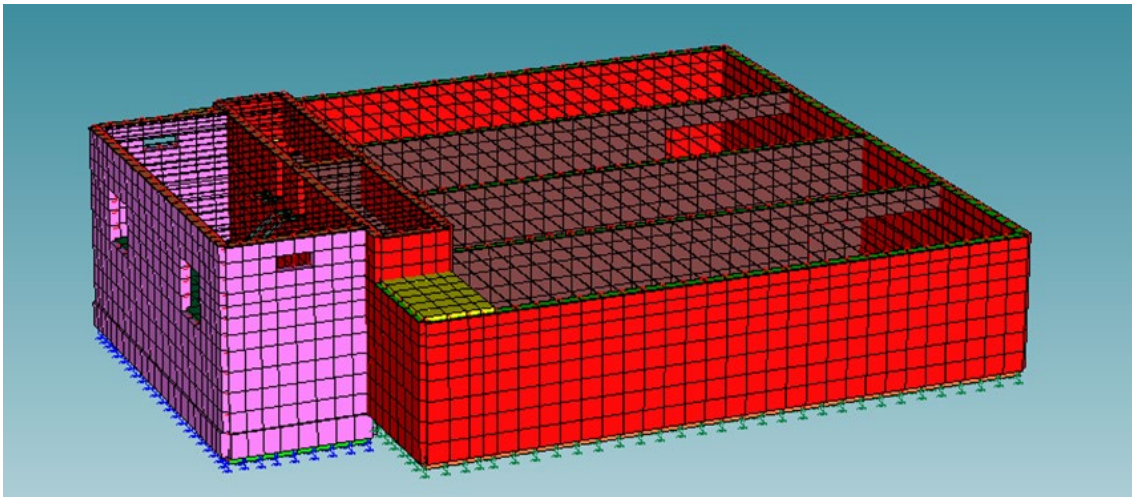
Le pareti presentano due differenti spessori, nella parte più profonde del manufatto sono spesse 50cm e rastremano di 10cm nella parte superiore. Vengono disposte per l'intera altezza delle pareti di $s=50$ cm armature verticali $\varnothing 20$ con passo 20cm, mentre per quelle di spessore $s=40$ cm armature verticali $\varnothing 16$ con passo 20cm. Orizzontalmente si prevedono armature $\varnothing 12$ con passo 20cm e legature $\varnothing 8$ in numero minimo di 9/ m^2 .

Tabella di riepilogo

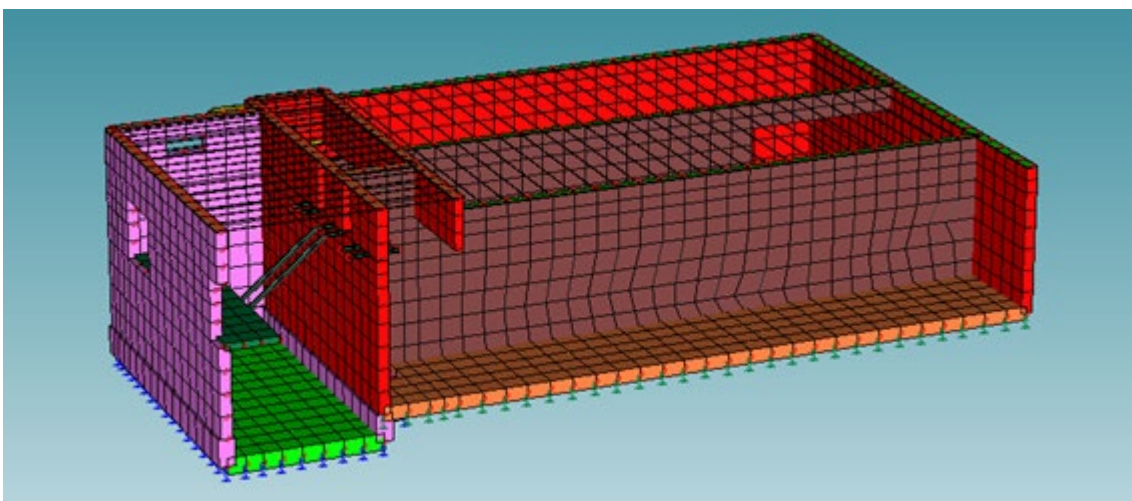
Di seguito si riporta una stima di massima delle quantità di cls e acciaio

	cls	acciaio	incidenza
	[m ³]	[kg]	[kg/m ³]
Soletta di fondo	120,00	10800	90,00
Solette intermedie	50,00	5000	100,00
Pareti	320,00	28800	90,00

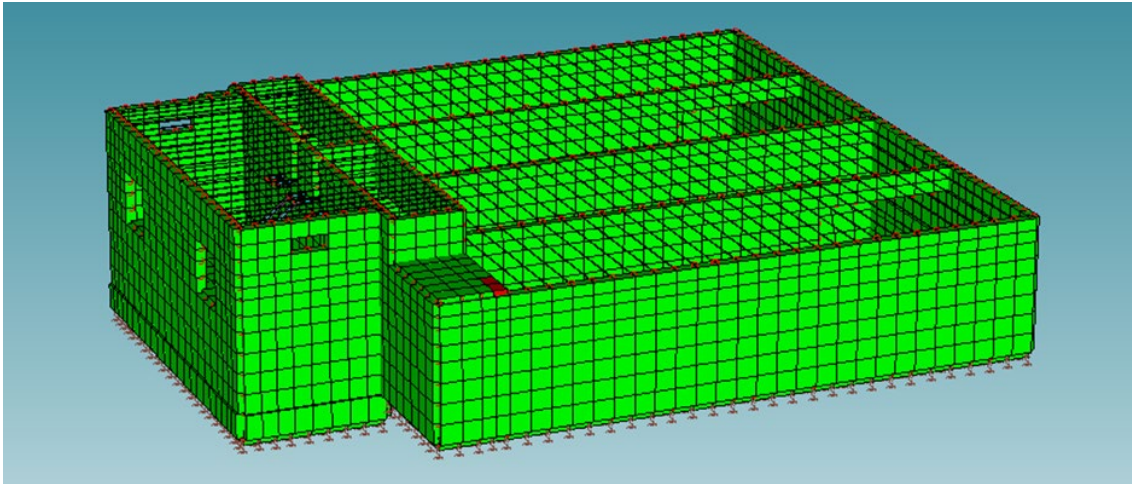
7.8 SERBATOIO IN AREA PIP



Serbatoio in Area Pip – Modello completo



Serbatoio in Area Pip – Modello sezionato



Serbatoio in Area Pip – Risultati verifica predimensionamento

Armature soletta in c.a.

Le armature della soletta di fondo in c.a. sono costituite da una maglia 15x15cm di barre di armatura ad aderenza migliorata $\varnothing 20$ inferiori e superiori, con legature $\varnothing 8$ in numero minimo di almeno 9 ogni m^2 di superfici.

Le armature delle solette intermedie e di copertura in c.a. dello spessore di 30cm sono costituite da una maglia 15x15cm di barre di armatura ad aderenza migliorata $\varnothing 14$ inferiori e superiori, con legature $\varnothing 8$ in numero minimo di almeno 9 ogni m^2 di superfici.

Armature Pareti in c.a.

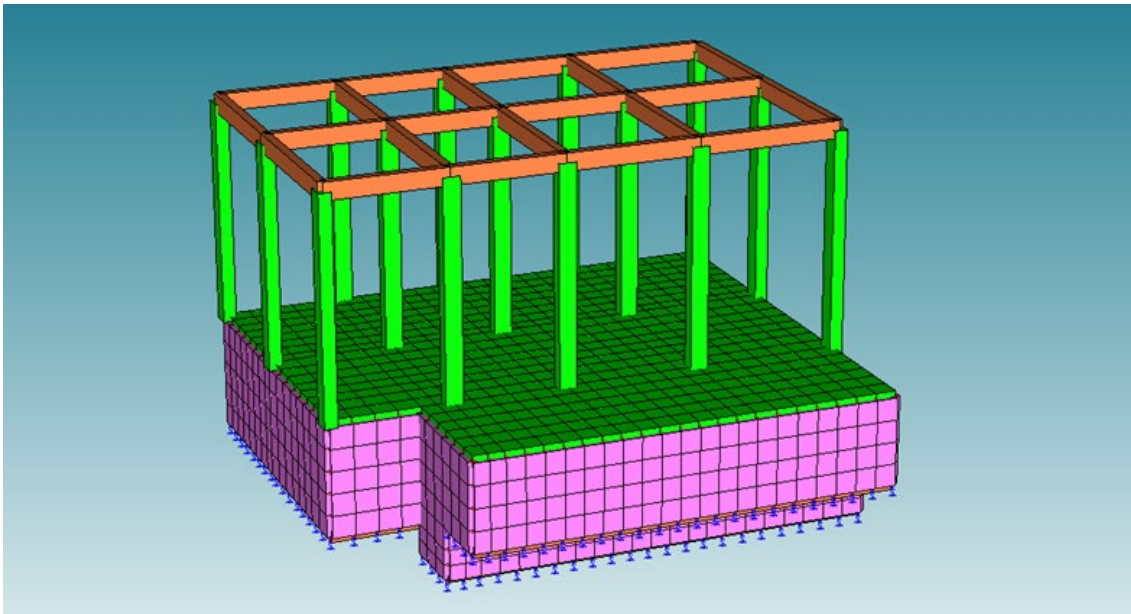
Vengono disposte per l'intera altezza delle pareti perimetrali armature verticali $\varnothing 20$ con passo 15cm, mentre per le pareti interne si dispongono armature verticali $\varnothing 14$ con passo 20cm. Per entrambe si dispongono armature orizzontali $\varnothing 12$ con passo 20cm e legature $\varnothing 8$ in numero minimo di $9/m^2$.

Tabella di riepilogo

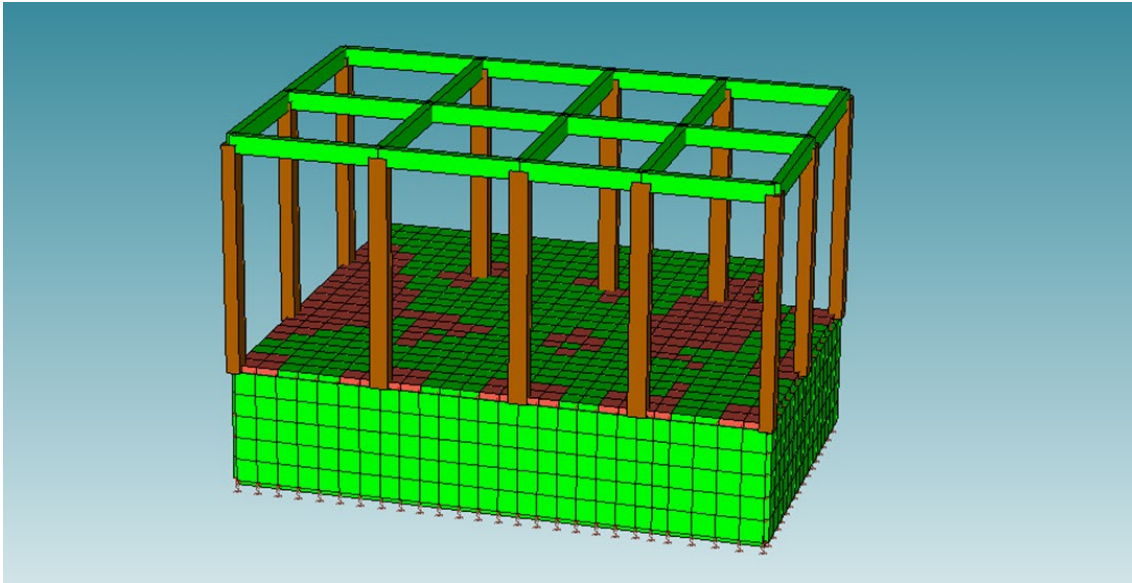
Di seguito si riporta una stima di massima delle quantità di cls e acciaio

	cls	acciaio	incidenza
	<i>[m³]</i>	<i>[kg]</i>	<i>[kg/m³]</i>
Soletta di fondo camera di manovre	90,00	9000	100,00
Soletta di fondo vasche	530,00	53000	100,00
Solette intermedie	20,00	2400	120,00
Pareti	780,00	78000	100,00

7.9 IMPIANTO IDROELETTRICO PRINCIPALE



Impianto Idroelettrico Principale – Modello completo



Impianto Idroelettrico Principale – Risultati verifica predimensionamento

Armature soletta in c.a.

Le armature della soletta di fondo in c.a. di spessore 50cm sono costituite da una maglia 20x20cm di barre di armatura ad aderenza migliorata $\varnothing 20$ inferiori e superiori, con legature $\varnothing 8$ in numero minimo di almeno 9 ogni m^2 di superfici. Le armature delle solette intermedie in c.a. dello spessore di 40cm sono costituite da una maglia 20x20cm di barre di armatura ad aderenza migliorata $\varnothing 20$ inferiori e superiori, con legature $\varnothing 8$ in numero minimo di almeno 9 ogni m^2 di superfici.

Armature Pareti in c.a.

Vengono disposte per l'intera altezza delle pareti perimetrali armature verticali $\varnothing 20$ con passo 20cm, mentre per le pareti interne si dispongono armature verticali $\varnothing 16$ con passo 20cm. Per entrambe si dispongono armature orizzontali $\varnothing 12$ con passo 20cm e legature $\varnothing 8$ in numero minimo di 9/ m^2 .

Tabella di riepilogo

Di seguito si riporta una stima di massima delle quantità di cls e acciaio

	cls	acciaio	incidenza
	<i>[m³]</i>	<i>[kg]</i>	<i>[kg/m³]</i>
Soletta profonda	30,00	3000	100,00
Soletta di fondo	200,00	24000	120,00
Solette intermedie	250,00	37500	150,00
Pareti	300,00	45000	150,00

8. RELAZIONE DI CALCOLO MANUFATTI DI LINEA

Il calcolo dei manufatti scolorari avviene in automatico attraverso un software di calcolo che adotta una schematizzazione di tipo piano. La verifica avviene nei confronti di n°2 tipologie tipo.

Di seguito si riportano i criteri di calcolo e di verifica adottati per tutti gli scemi nonché gli esiti delle verifiche per le singole modellazioni.

Calcolo del carico sulle calotte: Pressione Geostatica

In questo caso la pressione in calotta viene calcolata come prodotto tra il peso di volume del terreno per l'altezza del ricoprimento (Spessore dello strato di terreno superiore). Quindi la pressione in calotta è fornita dalla seguente relazione: $P_v = \gamma H$

Se sul profilo del piano campagna sono presenti dei sovraccarichi, concentrati e/o distribuiti, la diffusione di questi nel terreno avviene secondo un angolo, rispetto alla verticale, pari a 26.00°.

Spinta sui piedritti: Spinta attiva - Metodo di Coulomb

La teoria di Coulomb considera l'ipotesi di un cuneo di spinta a monte della parete che si muove rigidamente lungo una superficie di rottura rettilinea. Dall'equilibrio del cuneo si ricava la spinta che il terreno esercita sull'opera di sostegno. In particolare Coulomb ammette, al contrario della teoria di Rankine, l'esistenza di attrito fra il terreno e la parete, e quindi la retta di spinta risulta inclinata rispetto alla normale alla parete stesso di un angolo di attrito terra-parete.

L'espressione della spinta esercitata da un terrapieno, di peso di volume γ , su una parete di altezza H , risulta espressa secondo la teoria di Coulomb dalla seguente relazione (per terreno incoerente): $S = 1/2\gamma H^2 K_a$

K_a rappresenta il coefficiente di spinta attiva di Coulomb nella versione riveduta da Muller-Breslau, espresso come

$$K_a = \frac{\sin(\alpha + \phi)}{\sin^2\alpha \sin(\alpha - \delta) \left[1 + \frac{\sqrt{[\sin(\phi + \delta)\sin(\phi - \beta)]}}{\sqrt{[\sin(\alpha - \delta)\sin(\alpha + \beta)]}} \right]^2}$$

dove ϕ è l'angolo d'attrito del terreno, α rappresenta l'angolo che la parete forma con l'orizzontale ($\alpha = 90^\circ$ per parete verticale), δ è l'angolo d'attrito terreno-parete, β è l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale.

La spinta risulta inclinata dell'angolo d'attrito terreno-parete δ rispetto alla normale alla parete.

Il diagramma delle pressioni del terreno sulla parete risulta triangolare con il vertice in alto. Il punto di applicazione della spinta si trova in corrispondenza del baricentro del diagramma delle pressioni ($1/3 H$ rispetto alla base della parete). L'espressione di K_a perde di significato per $\beta > \phi$. Questo coincide con quanto si intuisce fisicamente: la pendenza del terreno a monte della parete non può superare l'angolo di natural declivio del terreno stesso.

Nel caso di terreno dotato di attrito e coesione c l'espressione della pressione del terreno ad una generica profondità z vale: $\sigma_a = \gamma z K_a - 2 c \sqrt{K_a}$

Spinta in presenza di falda

Nel caso in cui a monte della parete sia presente la falda il diagramma delle pressioni sulla parete risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume di galleggiamento: $\gamma_a = \gamma_{sat} - \gamma_w$

dove γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_w è il peso di volume dell'acqua. Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

Spinta a Riposo

Si assume che sui piedritti agisca la spinta calcolata in condizioni di riposo.

Il coefficiente di spinta a riposo è espresso dalla relazione: $K_0 = 1 - \sin\phi$

dove ϕ rappresenta l'angolo d'attrito interno del terreno di rinfiacco.

Quindi la pressione laterale, ad una generica profondità z e la spinta totale sulla parete di altezza H valgono

$$\sigma = \gamma z K_0 + p_v K_0$$

$$S = 1/2 \gamma H^2 K_0 + p_v K_0 H$$

dove p_v è la pressione verticale agente in corrispondenza della calotta.

Spinta in presenza di sisma - Formula di Wood

Spinta del terreno nel caso di strutture rigide.

Nel caso di strutture rigide completamente vincolate, in modo tale che non può svilupparsi nel terreno uno stato di spinta attiva, nonché nel caso di muri verticali con terrapieno a superficie orizzontale, l'incremento dinamico di spinta del terreno può essere calcolato come:

$$\Delta P_d = \alpha \gamma H^2$$

$$\alpha = a_g / g * S_s * \beta_m * S_t$$

H è l'altezza sulla quale agisce la spinta. Il punto di applicazione va preso a metà altezza.

Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a η_q . Cioè, detto Q_u , il carico limite ed R la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$\frac{Q_u}{R} \geq \eta_q$$

Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di MEYERHOF.

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

- $Q_u = c N_{cd} i_c + q N_{qd} i_q + 0.5 \gamma B N_{\gamma} d_{\gamma} i_{\gamma}$

In questa espressione

- c coesione del terreno in fondazione;
- ϕ angolo di attrito del terreno in fondazione;
- γ peso di volume del terreno in fondazione;
- B larghezza della fondazione;
- D profondità del piano di posa;
- q pressione geostatica alla quota del piano di posa.

Strategia di soluzione

A partire dal tipo di terreno, dalla geometria e dai sovraccarichi agenti il programma è in grado di conoscere tutti i carichi agenti sulla struttura per ogni combinazione di carico.

La struttura scatolare viene schematizzata come un telaio piano e viene risolta mediante il metodo degli elementi finiti (FEM). Più dettagliatamente il telaio viene discretizzato in una serie di elementi connessi fra di loro nei nodi.

Il terreno di rinfiando e di fondazione viene invece schematizzato con una serie di elementi molle non reagenti a trazione (modello di Winkler). L'area della singola molla è direttamente proporzionale alla costante di Winkler del terreno e all'area di influenza della molla stessa.

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

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

$$K u = p$$

Da questa equazione matriciale si ricavano gli spostamenti incogniti u

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

Noti gli spostamenti nodali è possibile risalire alle sollecitazioni nei vari elementi.

La soluzione del sistema viene fatta per ogni combinazione di carico agente sullo scatolare. Il successivo calcolo delle armature nei vari elementi viene condotto tenendo conto delle condizioni più gravose che si possono verificare nelle sezioni fra tutte le combinazioni di carico.

Caratteristiche strati terreno

Strato di ricoprimento

Descrizione	Terreno di ricoprimento	
Spessore dello strato	4,65	[m]
Peso di volume	2000,00	[kg/mc]
Peso di volume saturo	2000,00	[kg/mc]
Angolo di attrito	26,00	[°]
Coesione	0,00	[kg/cm ²]

Strato di rinfiando

Descrizione	Terreno di rinfiando	
Peso di volume	2150,00	[kg/mc]
Peso di volume saturo	2150,00	[kg/mc]
Angolo di attrito	26,00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	13,00	[°]
Coesione	0,00	[kg/cm ²]

Costante di Winkler	0,00	[kg/cmq/cm]
<u>Strato di base</u>		
Descrizione	Terreno di base	
Peso di volume	1800,00	[kg/mc]
Peso di volume saturo	2000,00	[kg/mc]
Angolo di attrito	26,00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	26,00	[°]
Coesione	0,00	[kg/cmq]
Costante di Winkler	2,00	[kg/cmq/cm]
Tensione limite	5,00	[kg/cmq]

Condizioni di carico

Convenzioni adottate

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura
 Carichi verticali positivi se diretti verso il basso
 Carichi orizzontali positivi se diretti verso destra
 Coppie concentrate positive se antiorarie
 Ascisse X (espresse in m) positive verso destra
 Ordinate Y (espresse in m) positive verso l'alto
 Carichi concentrati espressi in kg
 Coppie concentrate espressi in kgm
 Carichi distribuiti espressi in kg/m

Simbologia adottata e unità di misura

Forze concentrate

X ascissa del punto di applicazione dei carichi verticali concentrati
 Y ordinata del punto di applicazione dei carichi orizzontali concentrati
 F_y componente Y del carico concentrato
 F_x componente X del carico concentrato
 M momento

Forze distribuite

X_i, X_f ascisse del punto iniziale e finale per carichi distribuiti verticali
 Y_i, Y_f ordinate del punto iniziale e finale per carichi distribuiti orizzontali
 V_{ni} componente normale del carico distribuito nel punto iniziale
 V_{nf} componente normale del carico distribuito nel punto finale
 V_{ti} componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale
 V_{tf} componente tangenziale del carico distribuito nel punto finale
 D_{te} variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi
 D_{ti} variazione termica lembo interno espressa in gradi centigradi

Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)

Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)

Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)

Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)

Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)

Condizione di carico n° 7 (Condizione 1)

Distr Terreno $X_i= 0,00$ $X_f= 8,50$ $V_{ni}= 2000$ $V_{nf}= 2000$

Impostazioni di progetto

Verifica materiali:

Stato Limite Ultimo

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo γ_c	1.50
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

$$V_{Rd}=[0.18*k*(100.0*\rho_l*f_{ck})^{1/3}/\gamma_c+0.15*\sigma_{cp}]*b_w*d>(v_{min}+0.15*\sigma_{cp})*b_w*d$$

$$V_{Rsd}=0.9*d*A_{sw}/s*f_{yd}*(ctg\alpha+ctg\theta)*\sin\alpha$$

$$V_{Rcd}=0.9*d*b_w*\alpha_c*f_{cd}'*(ctg(\theta)+ctg(\alpha))/(1.0+ctg\theta^2)$$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b_w	larghezza minima sezione [mm]
σ_{cp}	tensione media di compressione [N/mm ²]
ρ_l	rapporto geometrico di armatura
A_{sw}	area armatura trasversale [mm ²]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α_c	coefficiente maggiorativo, funzione di f_{cd} e σ_{cp}

$$f_{cd}'=0.5*f_{cd}$$

$$k=1+(200/d)^{1/2}$$

$$v_{min}=0.035*k^{3/2}*f_{ck}^{1/2}$$

Verifiche secondo :

Norme Tecniche 2018 - Approccio 2

Copriferro sezioni 4,00 [cm]

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
Ψ	Coefficiente di combinazione della condizione
C	Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Norme Tecniche 2018

Simbologia adottata

γ_{G1sfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{G1fav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{G2sfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti non strutturali

γ_{G2fav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti non strutturali
γ_Q	Coefficiente parziale sulle azioni variabili
$\gamma_{\tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_{c'}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1,30	1,00
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ_{G2fav}	0,80	0,80
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1,50	1,30
Variabili	Favorevole	γ_{Qifav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qisfav}	1,50	1,30
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,35	1,15
Termici	Favorevole	$\gamma_{\varepsilon fav}$	0,00	0,00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{\varepsilon sfav}$	1,20	1,20

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1,00	1,00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1,00	1,00
Permanenti	Favorevole	γ_{G2fav}	0,00	0,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1,00	1,00
Variabili	Favorevole	γ_{Qifav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qisfav}	1,00	1,00
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,00	1,00
Termici	Favorevole	$\gamma_{\varepsilon fav}$	0,00	0,00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{\varepsilon sfav}$	1,00	1,00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>	<i>M1</i>	<i>M2</i>
------------------	-----------	-----------

Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.
 UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO
 E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA
 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1,00	1,00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,00
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1,00	1,00

Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Condizione 1	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 3 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 4 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 5 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
--	----------------	----------	--------	----------

Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 SLE (Quasi Permanente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 9 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Analisi della spinta e verifiche

Simbologia adottata ed unità di misura

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti verso destra

Le forze verticali sono considerate positive se agenti verso il basso

X ascisse (espresse in m) positive verso destra

Y ordinate (espresse in m) positive verso l'alto

M momento espresso in kgm

V taglio espresso in kg

SN sforzo normale espresso in kg

ux spostamento direzione X espresso in cm

uy spostamento direzione Y espresso in cm

σ_t pressione sul terreno espressa in kg/cm²

Tipo di analisi

Pressione in calotta

Pressione geostatica

I carichi applicati sul terreno sono stati diffusi secondo **angolo di attrito**

Metodo di calcolo della portanza Meyerhof
Spinta sui piedritti a Riposo

SISMA

Identificazione del sito

Latitudine 41.287576
 Longitudine 14.733285
 Comune Campolattaro
 Provincia Benevento
 Regione Campania
 Punti di interpolazione del reticolo: 31210 - 30988 - 30987 - 31209

Tipo di opera

Tipo di costruzione Opera di importanza strategica
 Vita nominale 100 anni
 Classe d'uso IV - Opere strategiche ed industrie molto pericolose
 Vita di riferimento 200 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo $a_g =$ 4.91 [m/s²]
 Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.00
 Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00
 Coefficiente riduzione (β_m) 1.00
 Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50
 Coefficiente di intensità sismica orizzontale (per cento)
 $k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S_s) = 50.03$
 Coefficiente di intensità sismica verticale (per cento) $k_v = 0.50 * k_h = 25.01$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo $a_g =$ 1.29 [m/s²]
 Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.00
 Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00
 Coefficiente riduzione (β_m) 1.00
 Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50
 Coefficiente di intensità sismica orizzontale (per cento) $k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S_s) = 13.20$
 Coefficiente di intensità sismica verticale (per cento) $k_v = 0.50 * k_h = 6.60$
 Forma diagramma incremento sismico Rettangolare

Spinta sismica Mononobe-Okabe
 Angolo diffusione sovraccarico 26,00 [°]

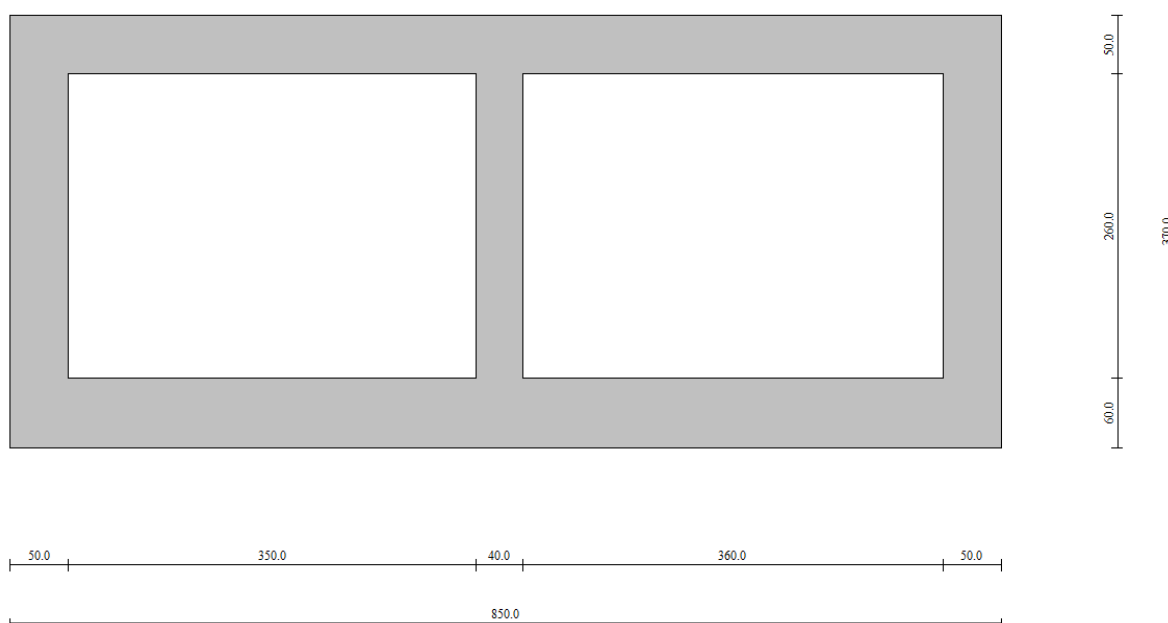
Coefficienti di spinta

N°combinazione	Statico	Sismico
1	0,562	0,000
2	0,562	0,000
3	0,562	1,105
4	0,562	1,279
5	0,562	1,105
6	0,562	1,279
7	0,562	0,000
8	0,562	0,000
9	0,562	0,000

8.1 MANUFATTO TIPO 1

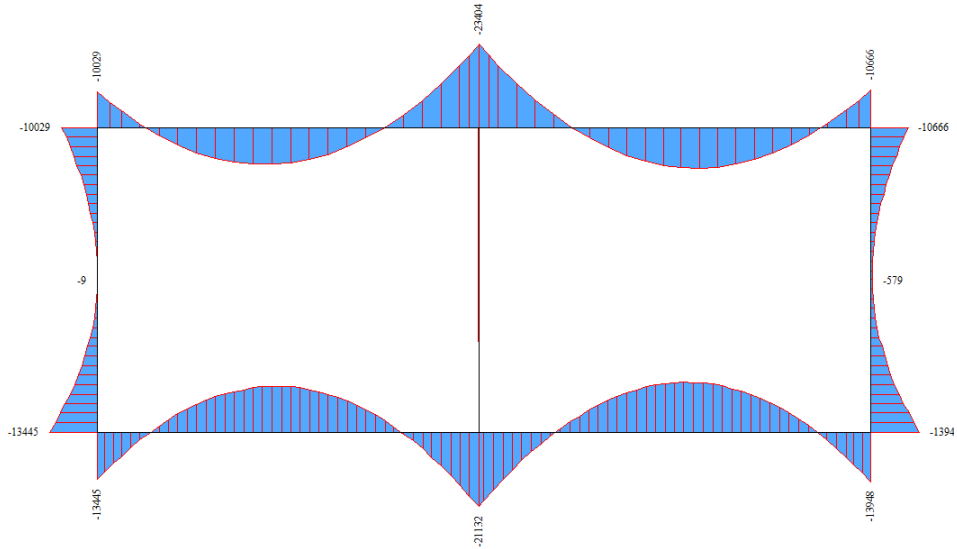
Geometria scatolare

Descrizione:	Scatolare pluriconnesso	
Altezza esterna	3,70	[m]
Larghezza esterna	11,60	[m]
Spessore piedritto sinistro	0,50	[m]
Spessore piedritto destro	0,50	[m]
Spessore fondazione	0,60	[m]
Spessore trasverso	0,50	[m]
Spessore pareti interne	0,40	[m]

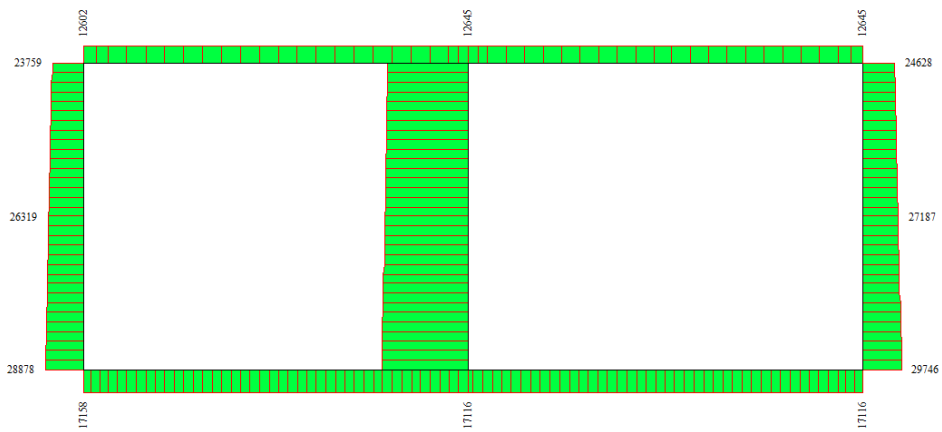


Manufatto Scatolare – Geometria Sezione

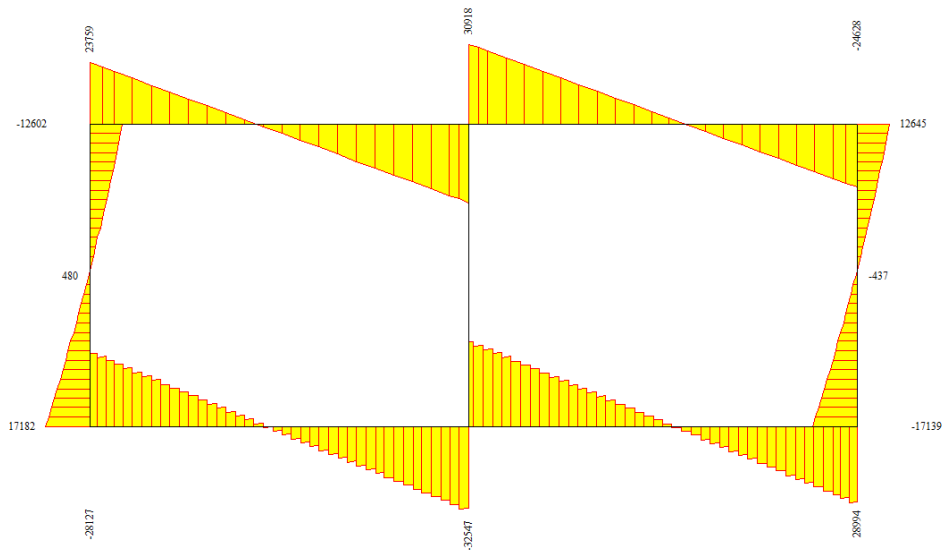
Involuppo verifiche stato limite ultimo (SLU)



Manufatto Scatolare – Involuppo Sollecitazioni Flettenti



Manufatto Scatolare – Involuppo Sollecitazioni Normali



Manufatto Scatolare – Involuppo Sollecitazioni Taglianti

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 60,00 cm

X	A_{fi}	A_{fs}	CS
0,25	21,99	12,57	1,87
2,25	15,71	12,57	2,33
4,25	31,42	12,57	2,98
6,22	15,71	12,57	1,75
8,25	21,99	12,57	2,29

X	V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Rcd}	A_{sw}
0,25	0	57665	241625	6,28
2,25	25901	0	0	0,00
4,25	0	57665	241616	6,28
6,22	25895	0	0	0,00
8,25	0	57665	241616	6,28

Verifica sezioni traverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 50,00 cm

X	A_{fi}	A_{fs}	CS
0,25	18,85	18,85	1,58
2,25	18,85	18,85	3,09
4,20	18,85	37,70	2,57
6,29	18,85	18,85	3,10
8,25	18,85	18,85	1,49

X	V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Rcd}	A_{sw}
0,25	0	29323	198138	3,14
2,25	24197	0	0	0,00
4,20	0	58646	198138	6,28
6,29	24203	0	0	0,00
8,25	0	29323	198147	3,14

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 50,00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	CS		
0,30	18,85	18,85	1,39		
1,88	18,85	18,85	6,19		
3,45	21,99	18,85	3,39		
Y	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}	
0,30	0	58646	201391	6,28	
1,88	26090	0	0	0,00	
3,45	25737	0	0	0,00	

Verifica sezioni piedritto centrale (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 40,00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	CS		
0,30	15,71	15,71	3,67		
1,88	15,71	15,71	10,17		
3,45	15,71	15,71	2,53		
Y	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}	
0,30	27711	0	0	0,00	
1,88	27434	0	0	0,00	
3,45	27158	0	0	0,00	

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 50,00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	CS		
0,30	18,85	18,85	3,65		
1,88	18,85	18,85	19,86		
3,45	21,99	18,85	2,11		
Y	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}	
0,30	26563	0	0	0,00	
1,88	26210	0	0	0,00	
3,45	25857	0			

Verifiche geotecniche

Simbologia adottata

IC Indice della combinazione

N_c, N_q, N_γ Fattori di capacità portante

N_c, N_q, N_γ Fattori di capacità portante corretti per effetto forma, inclinazione del carico, affondamento, etc.

q_u Portanza ultima del terreno, espressa in [kg/cm²]

Q_u Portanza ultima del terreno, espressa in [kg]/m

Q_γ Carico verticale al piano di posa, espressa in [kg]/m

FS Fattore di sicurezza a carico limite

IC	N_c	N_q	N_γ	N'_c	N'_q	N'_γ	q_u	Q_u	Q_γ	FS
1	22,25	11,85	8,00	44,67	17,32	11,69	23,86	1145316	27146	42,19
2	22,25	11,85	8,00	20,39	9,50	1,53	8,04	386055	27146	14,22
3	22,25	11,85	8,00	13,71	6,38	0,12	3,39	162703	22589	7,20
4	22,25	11,85	8,00	11,91	5,55	0,69	2,49	119522	19174	6,23

9. CONCLUSIONI

La presente relazione riferisce in merito agli aspetti strutturali relativi alle opere civili inserite nell'ambito del **Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica del sistema per lo sfruttamento ad uso irriguo, potabile ed energetico dell'invaso di Campolattaro.**

In particolare, il presente documento definisce i criteri di progettazione ed ai metodi di calcolo utilizzati nel pre-dimensionamento di ciascun manufatto.

Le opere trattate nel presente documento in sintesi riguardano:

- I manufatti che compongono l'impianto di potabilizzazione;
- I serbatoi di accumulo;
- Il serbatoio in area PIP;
- Il manufatto a servizio dell'impianto idroelettrico principale;
- Gli attraversamenti e le opere puntuali collocate lungo lo sviluppo della condotta idrica;

In considerazione della destinazione d'uso di tipo pubblico (Elenco "A": edifici ed opere infrastrutturali di interesse strategico di competenza regionale, la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile), si è adottata come vita nominale delle strutture il valore $V_n \geq 100$ anni.

Inoltre, le opere in esame sono classificate quali appartenenti alla Classe IV, cui corrisponde un coefficiente C_u pari a 2.0, ottenendo quindi una Vita di riferimento $V_r = 100 \times 2.0 = 200$ anni.

Per il calcolo sismico è stata impiegata un'analisi in campo lineare con adozione di spettro di risposta e modalità di calcolo e di verifica conformi al D.M. 17.01.2018.

Il Tecnico