

REMTECH EXPO

GEOSSIMICA

Emilia Romagna Sisma Maggio 2012

**L'esperienza di AIMAG SpA in interventi di adeguamento sismico
su torri piezometriche e vasche di accumulo**

Floriano Scacchetti

Responsabile Area Servizio Idrico Integrato

AIMAG SPA

**TECNOLOGIE INNOVATIVE DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO SISMICO
PER EDIFICI STRATEGICI, SERBATOI, SILI E TORRINI**

Venerdì 20 Settembre 2019

RemTech Expo 2019 (18, 19, 20 Settembre) FerraraFiere

www.remtechexpo.com

IDENTITA'

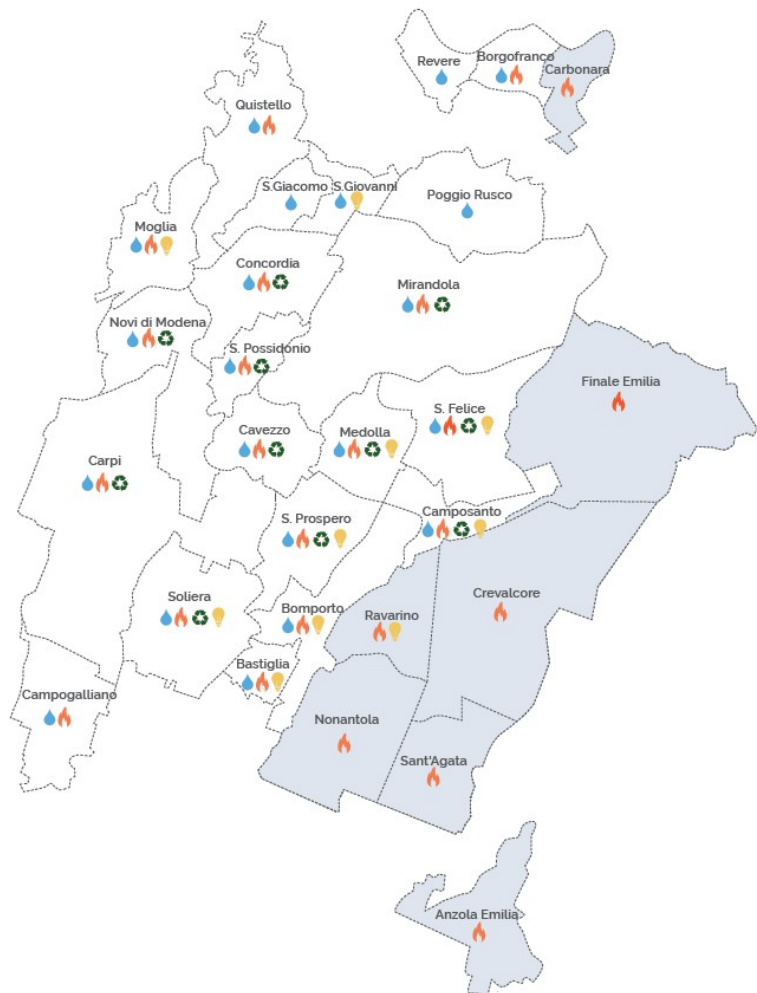
AIMAG è una società multiservizi che opera in 28 Comuni distribuiti nelle province di Modena, Mantova e Bologna, gestendo direttamente e tramite Aziende controllate, servizi idrici, ambientali, energetici, tecnologici e di pubblica illuminazione per **387 mila cittadini**.

- 9 società
- 544 dipendenti
- 235 mln € fatturato (2018)

MISSION E VALORI

Il Gruppo AIMAG nel territorio in cui opera si prefigge sul piano economico-finanziario, ambientale e sociale il raggiungimento di **OBIETTIVI** atti a garantire servizi di qualità a prezzi competitivi.

Prestando particolare attenzione al rispetto dell'ambiente.



LE NOSTRE ATTIVITA'



**Servizio
Idrico
Integrato**

**21 Comuni
213 mila
abitanti**



**Raccolta,
recupero e
smaltimento
rifiuti**

**11 Comuni
165 mila
abitanti**



**Distribuzione
Gas naturale**

**24 Comuni
273 mila
abitanti
120 mila PDR**



Vendita Energia

**102 mila clienti
gas
18 mila clienti
EE**



**Produzione
energia
rinnovabile,
pubblica
illuminazione e
efficientamento
energetico**

**Pubblica
illuminazione in 10
Comuni**

**18 GWh energia
elettrica e
11GWh energia
termica prodotte**



SERVIZIO IDRICO INTEGRATO

AIMAG si occupa del Servizio idrico integrato, che consiste nella gestione dell'acquedotto, della rete fognaria e della depurazione delle acque reflue per un totale di 213 mila abitanti e 68.500 clienti.



UNO SGUARDO ALL'ACQUEDOTTO

Il sistema acquedottistico è composto da 3 acquedotti principali nel modenese:

CARPI

CAMPOGALLIANO

COGNENTO

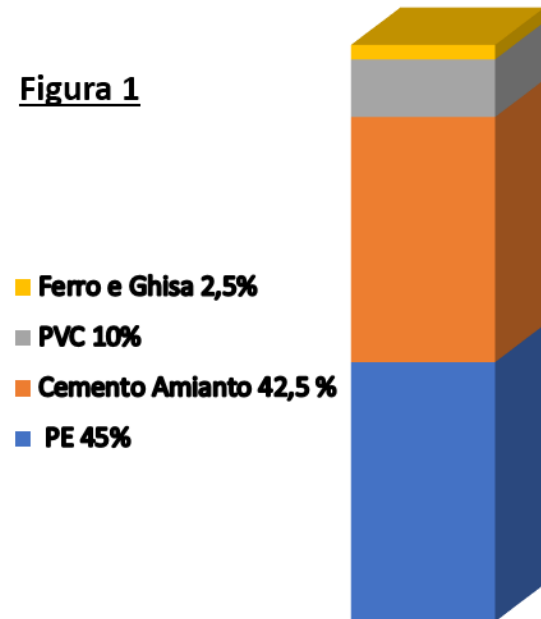
e da un acquedotto minore situato nel mantovano REVERE- BORGOFRANCO.

 **AIMAG**

I NUMERI CHIAVE SULL' ACQUEDOTTO

AIMAG gestisce una rete acquedottistica per oltre 2.000 km. Le tubazioni della rete sono composti da svariati materiali, polietilene, PVC, cemento amianto, ferro e ghisa, secondo le percentuali riportate di seguito in figura 1.

Figura 1



DATI	2016	2017
Lunghezza rete idrica (km)	2.119	2.123
Acqua totale immessa in rete (m ³)	21.847.926	21.867.554
Acqua venduta ATERSIR (m ³)	13.505.905	13.565.184
Acqua venduta ATO MN (m ³)	1.614.891	1.591.568
Acqua venduta totale (m ³)	15.120.796	15.156.752
Indice lineare delle perdite reali in distribuzione (m ³ /m/anno)	2,703	2,714
Indice delle perdite reali in distribuzione (%)	25,92	26,1



ANNO 2018

Lunghezza rete idrica: 2.126.610 m

Acqua totale immessa in rete: 21.599.490 mc

Volume fatturato ATERSIR: 13.487.799 mc

Volume fatturato ATO MN: 1.583.041 mc

Indice lineare delle perdite reali in distribuzione: 2,545 mc/m/anno

Indice delle perdite reali in distribuzione: 24,2 %

LA SITUAZIONE ANTE-SISMA

Prima del sisma sul territorio AIMAG S.P.A. in Emilia Romagna erano presenti **15 torri piezometriche**, che assicuravano :

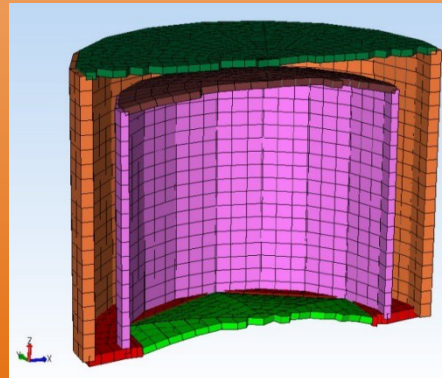
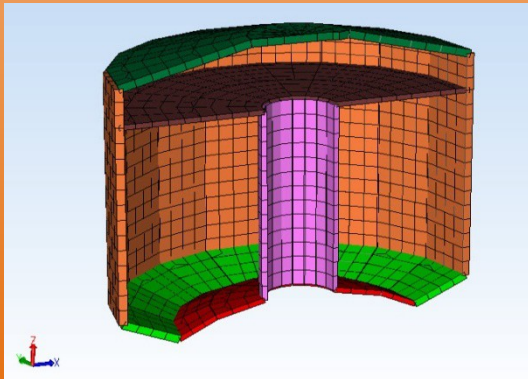
- **adeguate pressioni** in orari di punta svolgendo una funzione di **compenso** anche in occasione di interventi di manutenzione;
- la funzione di **regolazione e limitazione della pressione** sulla rete posta a valle;
- la funzione di **misura della portata** per il controllo delle perdite in rete tramite i contatori installati al loro interno.



LE VERIFICHE SISMICHE

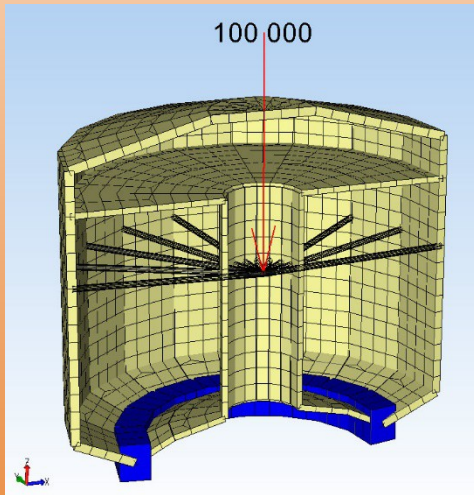
La struttura portante delle torri piezometriche è di tipo intelaiato in cemento armato, formata da pilastri disposti lungo una circonferenza e travi perimetrali di irrigidimento su più livelli che sorreggono il tamponamento in muratura. In sommità del telaio si trova la vasca di accumulo, di forma circolare, avente una capacità complessiva che va dai 100 fino a 1000 mc.

Per la struttura del serbatoio si considera il peso della vasca, della soletta di fondo e della copertura superiore di spessore variabile.

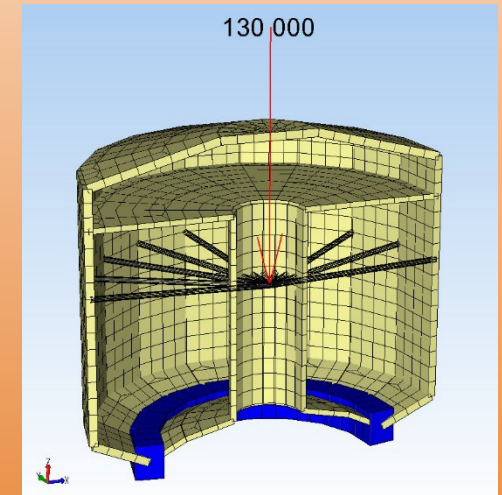


LE VERIFICHE SISMICHE

Il carico dell'acqua viene invece rappresentato come una forza statica applicata in un punto



La forza viene amplificata di un coefficiente parziale di sicurezza pari a 1,3 nella combinazione statica.



La verifica dei meccanismi fornisce quasi sempre esiti fortemente negativi per tutte le travi e per diversi pilastri.

LE DECISIONI PRESE PER IL SERVIZIO

La quasi totalità di dette torri alla data attuale è stata demolita, spesso d'urgenza direttamente su ordinanza sindacale per assicurare l'incolumità pubblica, ed ha comportato la limitazione delle disponibilità di servizio in termini di disponibilità e di sovrappressioni in determinate zone.



LE DECISIONI PRESE PER IL SERVIZIO

La realizzazione urgente dei sistemi di compensazione ha permesso:

- di **risolvere i problemi più immediati** derivanti dall'impossibilità di ricostruire in tempi brevi le torri piezometriche;
- di generare una soluzione di insieme che avesse anche un nuovo piano strategico di gestione dei sistemi acquedottistici sviluppabile repentinamente a seguito delle conoscenze già in possesso grazie alla disponibilità di un **aggiornato modello matematico** dell'intera rete e centrali.

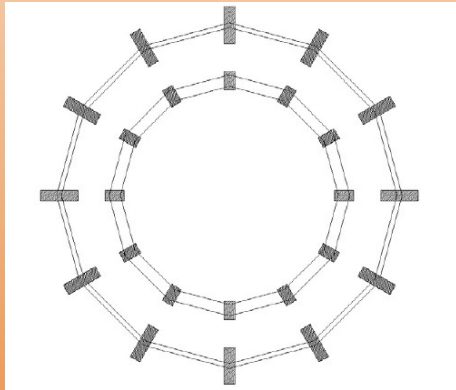
Si è previsto di realizzare diffusi interventi sull'intera **rete idrica** e sulle **centrali di captazione**, oltre al ripristino e adeguamento sismico di alcune **torri piezometriche**: lo stato finale dell'assetto acquedottistico prevede oggi 7 delle 15 torri originariamente presenti.

DEMOLIZIONI DI ALCUNE TORRI PIEZOMETRICHE

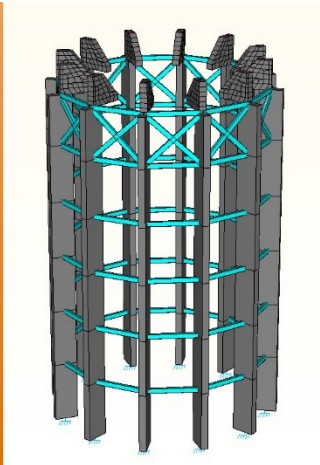
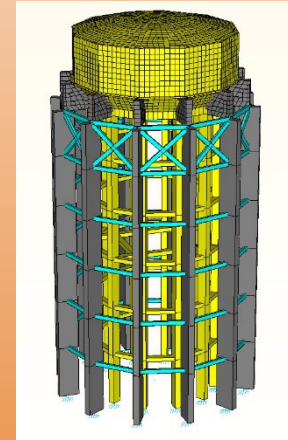


ADEGUAMENTI SISMICI TORRE MIRANDOLA

Le verifiche sono state condotte a vasca vuota, con accelerazione pari a 0.166 g (territorio di Mirandola) con il risultato che travi e pilastri sono verificati dal punto di vista statico mentre non risultano verificati per l'azione dinamica.



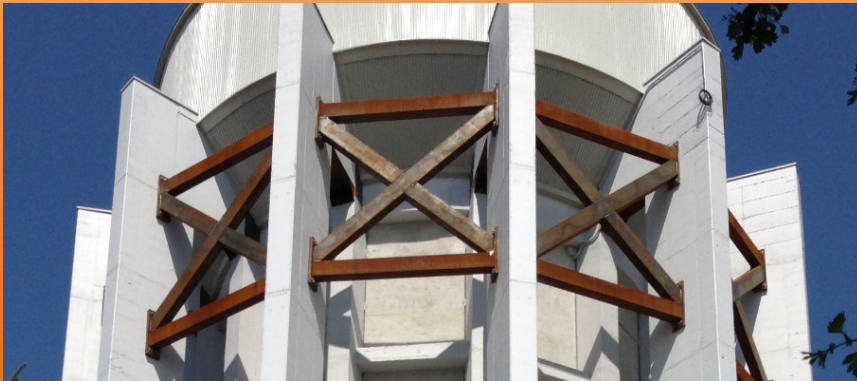
Il nuovo telaio di pilastri è collegato radialmente da una serie di travi, realizzate in acciaio di sezione tubolare 400x250x6 mm, disposte ogni 5 m.



A quota 25 m , l'ultimo piano di pilastri viene controventato da una serie di profilati metallici delle medesime dimensioni delle travi.

A quota 30 m circa, vengono realizzate, in testa ai pilastri, 12 "selle" in cemento armato che vanno ad "abbracciare" i pilastri esistenti e si sviluppano in altezza fino a raggiungere la vasca in cemento armato costituendo una sorta di "imbracatura".

ALCUNE FOTO DEI LAVORI



ADEGUAMENTI SISMICI DELLE TORRI PIEZOMETRICHE STRATEGICHE PER LA RETE AIMAG

-TORRI DI CAMPOGALLIANO E ROVERETO s/S-

Dall'analisi strutturale sismica realizzata tramite modello di calcolo agli elementi finiti, per entrambe le torri è risultato necessario un intervento di ampliamento del plinto di fondazione

TORRE DI CAMPOGALLIANO

- Realizzazione di nuova corona circolare di fondazione con larghezza pari a 2,0 metri, gravante su n°24 pali tipo Franki;
- Inserimento di travi in acciaio HEA e barre in acciaio di connessione per il collegamento del plinto esistente con la nuova corona circolare

TORRE DI ROVERETO s/S

- Demolizione delle due vasche di accumulo presenti a terra e gravanti sul plinto di fondazione;
- Aumento dello spessore del plinto di fondazione per un'altezza pari a 0,8 m

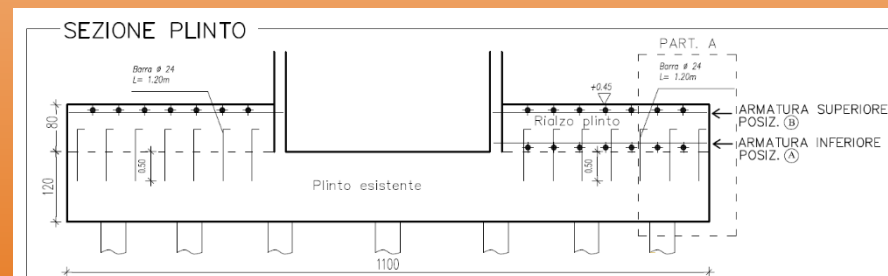
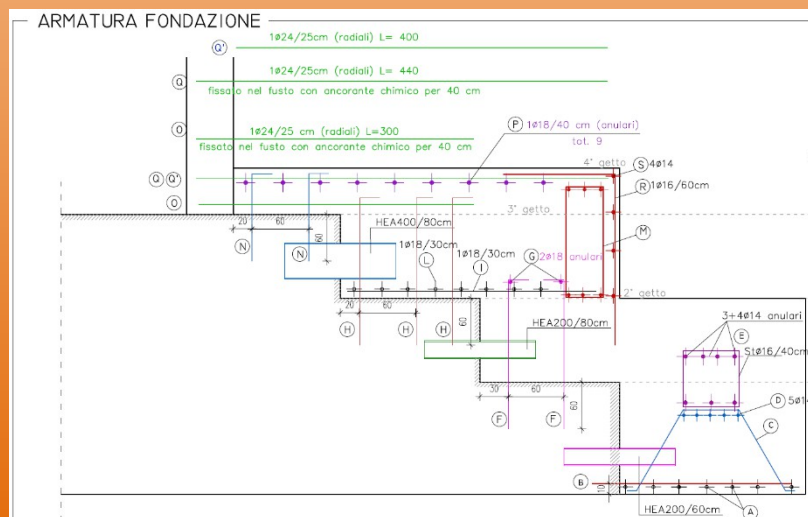


FOTO DEI LAVORI – TORRE DI CAMPOGALLIANO-



FOTO DEI LAVORI – TORRE DI CAMPOGALLIANO-



FOTO DEI LAVORI – TORRE DI ROVERETO s/S-



OPERE SOSTITUTIVE

L'eliminazione delle torri oltre a provocare diminuzioni/insufficienze locali del livello di servizio determinarono la necessità di :

- Alimentazioni alternative tramite interconnessioni nel caso di chiusure di tratti di rete (per manutenzioni e rotture)
- **Potenziamenti di reti e campi pozzi per far fronte agli orari di punta senza i compensi assicurati dalle torri;**
- **Adeguamenti dei locali tecnici a servizio del sistema di captazione della risorsa idropotabile;**
- Sostituzione gruppi elettrogeni per far fronte a fermi impianti anche in assenza delle torri.

Finanziamento Regione Emilia Romagna ai sensi dell'ord. 57/2012.



POTENZIAMENTO DEL CAMPO POZZI DI COGNENTO

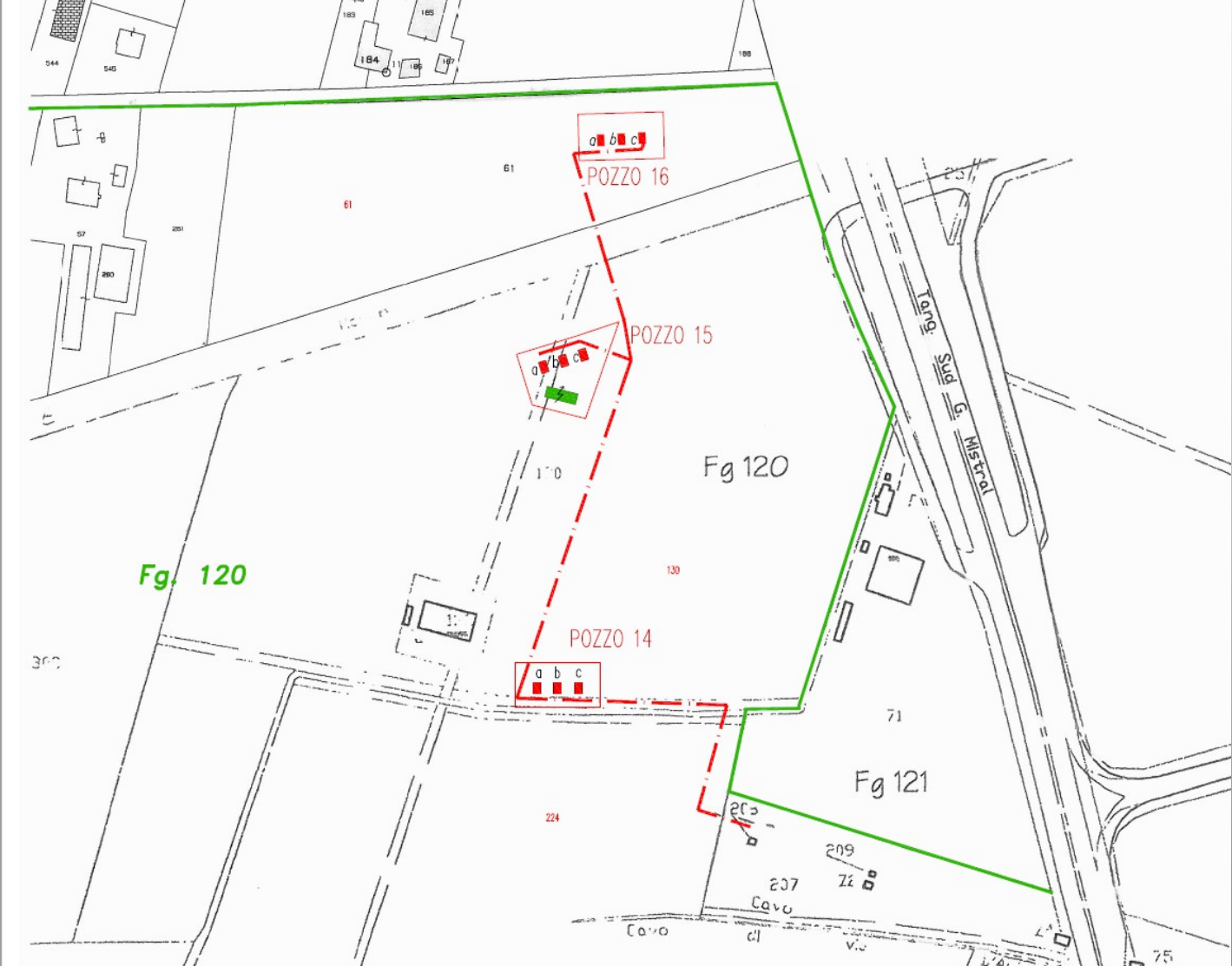
Il Campo Pozzi di Cognento fa parte del Sistema Acquedottistico della Bassa Pianura della provincia di Modena, gestito da AIMAG S.p.A., che garantisce gli approvvigionamenti idropotabili ai comuni della bassa pianura modenese. Esso è situato nel Comune di Modena, nella zona periferica SO della città, presso la località denominata Cognento.

La demolizione delle torri piezometriche, resosi necessario a causa dei danni subiti a seguito del sisma del Maggio 2012, ha determinato la perdita di quei volumi idrici che garantivano al sistema il compenso delle portate di punta e delle portate temporanee indispensabili, per eventuali manutenzioni e/o rotture di parte del sistema.

Per garantire la funzionalità di quest'ultimo, sia in situazione di emergenza che in condizioni di normale esercizio, è stato realizzato un progetto che ne prevede l'alimentazione da diverse alternative, attraverso l'interconnessione dei rami sorgente (per le manutenzioni e/o rotture) e per mezzo del potenziamento della capacità di emungimento di esercizio dei campi pozzi (per le portate di punta).

Nel campo pozzi di Cognento, in particolare, sono state realizzate **3 triadi di pozzi monofalda**, in modo da sfruttare al meglio i tre orizzonti acquiferi presenti in zona, fino alla profondità di 120 metri da livello campagna, in grado di fornire una **portata aggiuntiva complessiva di circa 180 l/s**

POTENZIAMENTO DEL CAMPO POZZI DI COGNENTO



POTENZIAMENTO DEL CAMPO POZZI DI COGNENTO -FOTO DEI LAVORI-



POTENZIAMENTO DEL CAMPO POZZI DI COGNENTO

-FOTO DEI LAVORI-



ADEGUAMENTO SISMICO DELLA VASCA DI ACCUMULO DEL CAMPO POZZI DI COGNENTO

La vasca di accumulo del campo pozzi di Cognento raccoglie le acque captate dai pozzi presenti e funge da volume di riserva per il rilancio in rete.

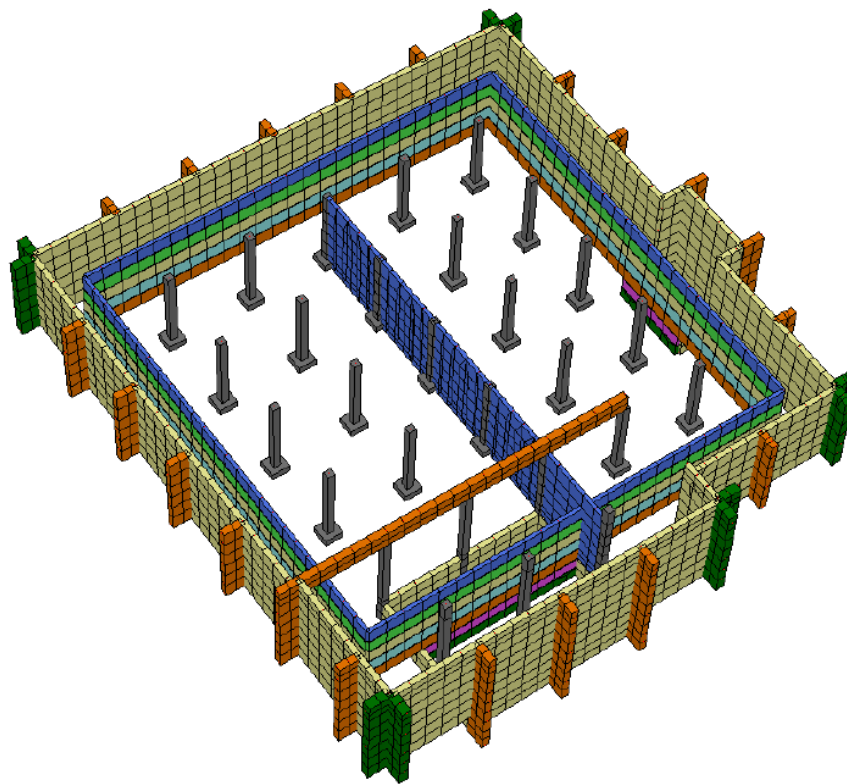
Dati principali della vasca:

- Volume utile: 2246 mc;
- Struttura in calcestruzzo armato;
- Dimensioni interne: 24,00 x 24,00 m;
- Corridoio perimetrale tra la vasca ed il muro di contenimento del terreno;
- Copertura costituita da soletta in c.a. di spessore 20cm sostenuta da travi in c.a. 40x70 cm poggianti su pilastri 40x40 cm,
- Parete longitudinale interna alla vasca di spessore 20 cm;
- Vasca interamente ricoperta dal terreno per ottenere isolamento termico

La vasca è classificata come **edificio d'importanza strategica** e per tale motivo sono state effettuate le verifiche di vulnerabilità sismica.

ADEGUAMENTO SISMICO DELLA VASCA DI ACCUMULO DEL CAMPO POZZI DI COGNENTO

La verifica sismica è stata svolta per mezzo di modellazione agli elementi finiti della struttura, in conformità alle N.T.C 17/01/2018



Spessore elementi bidimensionali

- spessore 20
- spessore 25
- spessore 30
- spessore 35
- spessore 40
- spessore 45
- spessore 50

Schema strutturale

Vita nominale costruzione:
100 anni

Classe d'uso: **IV**

Vita di riferimento: **200
anni**

Categoria suolo: **C**

Fattore topografico: **1**

ADEGUAMENTO SISMICO DELLA VASCA DI ACCUMULO DEL CAMPO POZZI DI COGNENTO

La verifica ha permesso di stabilire che l'indicatore di rischio sismico dello stato attuale **IS-V è pari a 0,35**.

Con i parametri sismici da considerare secondo normativa risulta che:

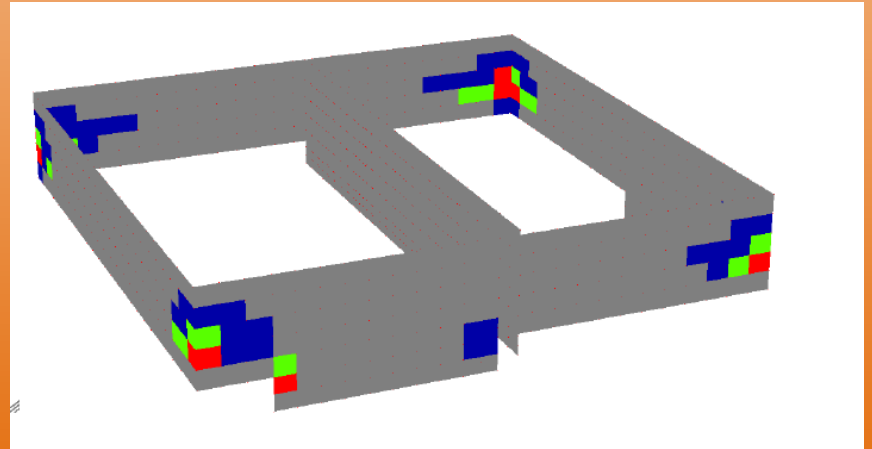
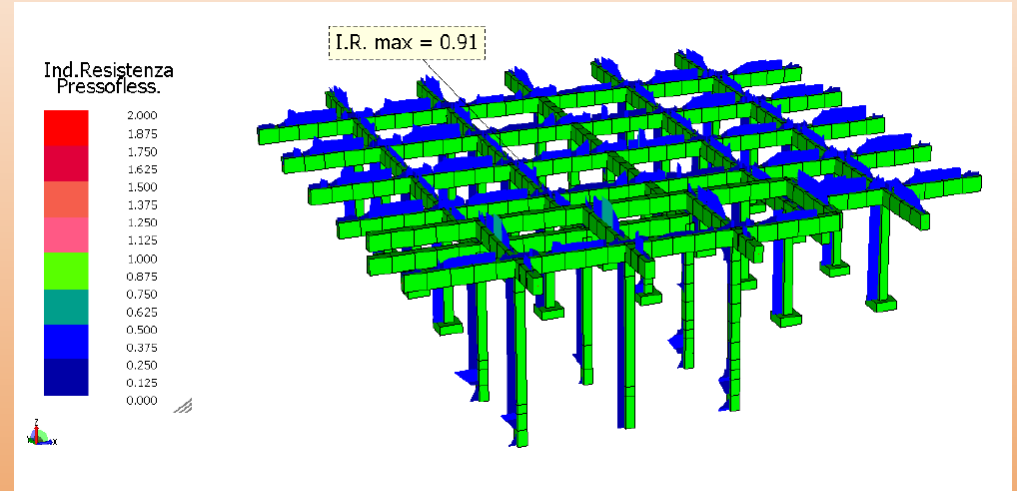
- 8 travi di copertura non risultano verificate a flessione mentre risultano verificate a taglio;
- Diverse zone della vasca interna risultano non verificate e necessitano di armatura integrativa sia orizzontale che verticale
- La parete esterna contro terra necessita di armatura integrativa verticale ed in alcuni punti anche orizzontale;
- La platea risulta verificata.

ADEGUAMENTO SISMICO DELLA VASCA DI ACCUMULO DEL CAMPO POZZI DI COGNENTO

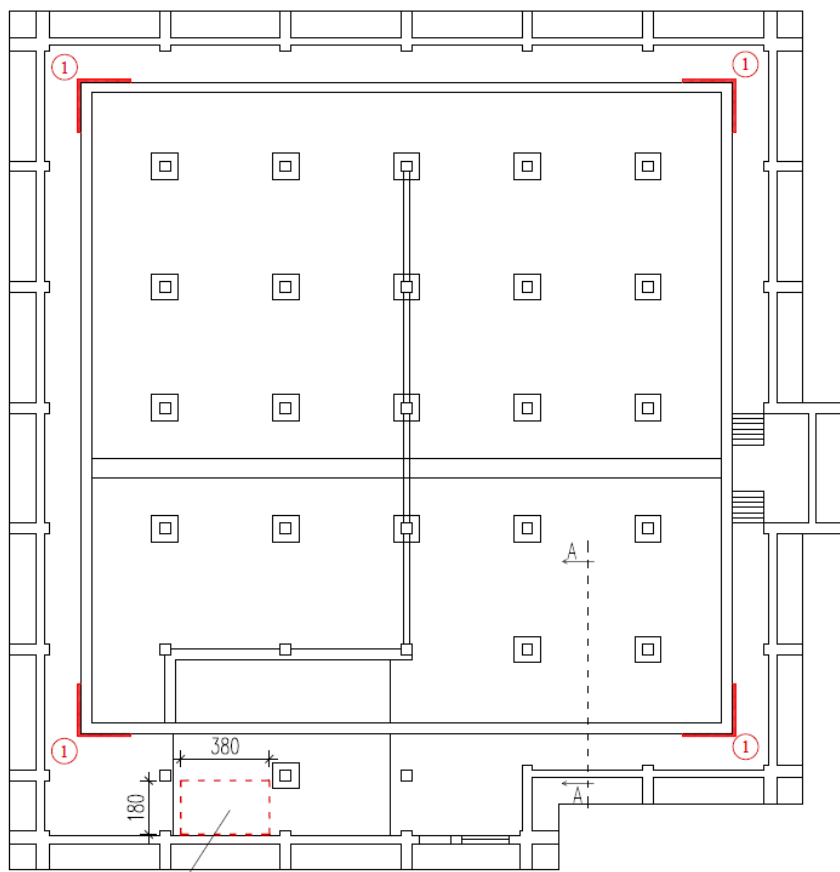
Interventi previsti:

- Riduzione dello spessore del terreno sopra la copertura da 1,6 m attuali a 0,5 m.

- Intervento sulla vasca di accumulo con aggiunta di armatura verticale e orizzontale nei 4 spigoli. Intervento da realizzare all'esterno della parete da consolidare e quindi nel corridoio perimetrale, per evitare lo svuotamento della vasca.



ADEGUAMENTO SISMICO DELLA VASCA DI ACCUMULO DEL CAMPO POZZI DI COGNENTO



lucernario

PIANTA

ARMATURA

ARMATURA VERTICALE:

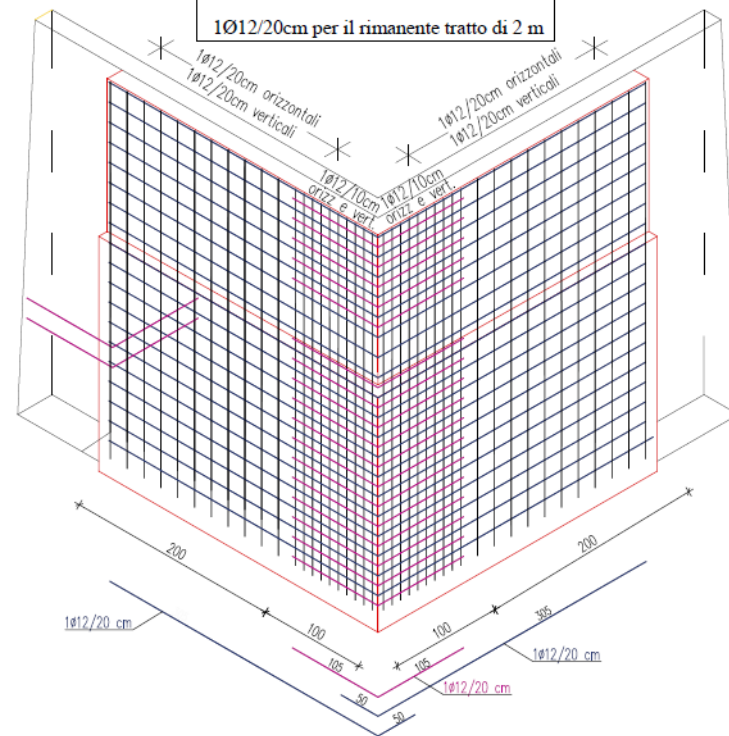
1Ø12/10cm per un tratto di larghezza 1 m
a partire dallo spigolo

1Ø12/20cm per il rimanente tratto di 2 m

ARMATURA ORIZZONTALE:

1Ø12/10cm per un tratto di larghezza 1 m
a partire dallo spigolo

1Ø12/20cm per il rimanente tratto di 2 m



ADEGUAMENTO SISMICO DELLA VASCA DI ACCUMULO DEL CAMPO POZZI DI COGNENTO

Oltre all'intervento di adeguamento sismico, la vasca sarà oggetto anche di interventi di manutenzione.

In particolare si provvederà anche all'impermeabilizzazione di tutta la vasca per mezzo di applicazione **dalle pareti esterne e senza necessità di svuotamento** della stessa di una speciale boiaccia ad azione cristallizzante.

Tale malta può essere applicata a pennello, spazzolone o a spruzzo su superficie umida. Essa è conforme al D.M 174/2004.

La cristallizzazione migra in profondità in presenza continua d'acqua e chiude la porosità e la capillarità del calcestruzzo.



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Floriano Scacchetti
Responsabile Area Servizio Integrato
Aimag SPA

0535/28725

floriano.scacchetti@aimag.it