

REGIONE VENETO
PROVINCIA DI TREVISO - COMUNE DI RIESE PIO X

MANUTENZIONE STRAORDINARIA E
ADEGUAMENTO SISMICO SERBATOIO PENSILE
ACQUEDOTTO IN VIA CALLALTA A RIESE PIO X (TV)

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO



Stazione appaltante **Alto Trevigiano Servizi Spa**

CONCORSO DI PROGETTAZIONE - Procedura aperta in due fasi in modalità informatica -
RIQUALIFICAZIONE ARCHITETTONICO AMBIENTALE DEL TORRINO PIEZOMETRICO E
AMBITO ESTERNO PRESSO LA SEDE ATS A RIESE PIO X E COSTRUZIONE DI UN
MODELLO APPLICABILE DIFFUSO

Materiale di proprietà di ATS Spa - materiale riservato ad uso esclusivo del concorso

Committente:



ALTO TREVIGIANO SERVIZI s.r.l.

Via Schiavonesca Priula, 86 - 31044 Montebelluna (TV)

Tel. 0423 2928 - Fax. 0423 292929 - P.IVA 04163490263

E-mail: info@altotrevigianoservizi.it

TITOLO **RELAZIONE GENERALE**

CODICE ELABORATO **2 0 . 0 2 0 . G E . 0 1**

REV. **0 1**

SCALA
-

REV.N	DATA	MOTIVO DELLA EMISSIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO
00	08/02/2021	Emissione			
01	14/01/2026	Aggiornamento			

INDICE

1	PREMESSA	2
2	FINALITÀ DEL PROGETTO.....	2
3	INQUADRAMENTO GENERALE DELL'OPERA	4
3.1	STATO DI DEGRADO	6
3.2	RISULTATI DELLA VULNERABILITA' SISMICA	6
4	INTERVENTI DI ADEGUAMENTO SISMICO	8
4.1	COSTRUZIONE SETTI IN C.A. AL PIANO TERRA.....	8
4.2	SISTEMA DISSIPATIVO ADAS	9
4.3	CONFINAMENTO TRAMITE CERCHIATURE ATTIVE DEI PILASTRI.....	10
4.4	CONFINAMENTO TRAMITE CERCHIATURE ATTIVE DEI TRAVERSI	12
5	INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA.....	13
5.1	RISANAMENTO STRUTTURE DEGRADATE	13
5.2	OPERE ACCESSORIE	14

1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto il progetto esecutivo di manutenzione straordinaria e adeguamento sismico del serbatoio pensile di Riese Pio X (TV) gestito da “Alto Trevigiano Servizi S.r.l.”.

L'intervento si è reso necessario a seguito della verifica di vulnerabilità sismica eseguita sulla struttura (vedasi elaborato 17037-VS-000_00, datato 27/08/2018). La verifica ha fornito Indicatori di Rischio molto bassi, evidenziando una situazione di marcato pericolo nei confronti dell'azione sismica.

Dalla verifica è inoltre emerso un evidente stato di degrado della struttura con necessari interventi di manutenzione straordinaria.

Nella presente relazione vengono riportati e descritti gli interventi progettati. Si rimanda a tutti gli elaborati del progetto per un maggior dettaglio di tutte le operazioni previste.

2 FINALITÀ DEL PROGETTO

Il presente progetto viene realizzato al fine di aumentare l'inadeguato indice di sicurezza sismica del torrino pensile di Riese Pio X e di soddisfare i requisiti di sicurezza statica richiesti dalle nuove norme (NTC18).

La valutazione della vulnerabilità sismica dell'edificio allo stato di fatto è stata condotta nel 2018. Dalla “Relazione di vulnerabilità sismica”, elaborato: 17037-VS-000_00, si evince che l'indice di rischio sismico della costruzione allo stato di fatto rispetto alla Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) è pari a $I_r(ag) = PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.22$ e $I_r(T_R) = (T_{R,CLV} / T_{R,DLV})^{0.41} = 0.265$.

Con le analisi strutturali svolte erano state riscontrate delle mancanze rispetto alla capacità portante dei pilastri e dei traversi esistenti. Nello specifico le criticità si localizzano in corrispondenza del fusto della struttura mentre le verifiche della vasca hanno portato esito positivo. L'indice di rischio sismico è limitato dalla resistenza e dalla duttilità dei traversi, mentre ulteriori criticità si evidenziano nei pilastri alla base. L'analisi globale della struttura ha evidenziato, inoltre, lo sviluppo di drift di interpiano e spostamenti globali della struttura superiori ai limiti ammessi per la salvaguardia degli elementi non strutturali.

Dopo aver analizzato la struttura, si è deciso di installare sui campi del fusto dei dispositivi in grado di dissipare le azioni provocate dal sisma di progetto; tali dispositivi in carpenteria metallica vengono chiamati col nome di ADAS (Added Damping and Stiffness) e sono una classe particolare di elementi dissipativi, dipendenti dallo spostamento, progettati per dissipare energia attraverso lo snervamento a flessione di piastre in acciaio. Dal punto di vista fisico sono in grado di deformarsi in campo inelastico arrivando ad una plasticizzazione uniforme dell'elemento. Questo accade grazie alla nascita di una curvatura flessionale costante quando l'elemento risulta sollecitato con una forza verticale applicata al suo estremo libero. Tali elementi solitamente sono accoppiati ad un sistema di controventi in modo che, alla dissipazione ciclica offerta dall'ADAS, sia affiancata un opportuno irrigidimento della struttura. Il sistema, quindi, permette contemporaneamente di ridurre le oscillazioni della struttura grazie alla presenza dei controventi e di diminuire la domanda di duttilità sulla struttura grazie alla dissipazione energetica offerta dalle piastre.

Per rendere il precedente intervento efficace c'è bisogno di correggere le mancanze di resistenza della struttura così da garantire la corretta attivazione dei meccanismi di rottura duttili. A tal proposito si è progettato di aumentare la resistenza a taglio e pressoflessione dei pilasti per i primi 11/12 metri sopra il solaio al P1 tramite cerchiature attive con barre filettate tese ed angolari in acciaio. Si è poi utilizzata la stessa tecnica d'intervento per aumentare la resistenza a taglio di tutti i traversi ed ottenere un'adeguata duttilità; in questo modo si attivano prima i meccanismi di rottura duttile dei traversi. Il metodo delle cerchiature attive consistente nel confinamento degli elementi tramite barre in acciaio tesate prima del bloccaggio; gli angolari aiutano a diffondere per tutta l'estensione dell'elemento il confinamento. Al piano terra invece, si è previsto di creare dei setti in c.a., che sostituiscono le pareti in muratura esistenti, così da aumentare la resistenza della struttura alle forze orizzontali provocate dal sisma.

Per quanto riguarda la vasca idraulica e la fondazione, a livello strutturale, non sono necessari interventi poiché tutte le verifiche erano soddisfatte già nella vulnerabilità sismica.

Con l'insieme di tali interventi si perviene all'adeguamento sismico dell'edificio ottenendo un indice di rischio sismico della costruzione rispetto alla Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) $\zeta_E > 1$ nel rispetto di quanto previsto dall'articolo 8.4.2. delle NTC 2018.

8.4.3. INTERVENTO DI ADEGUAMENTO

L'intervento di adeguamento della costruzione è obbligatorio quando si intenda:

- a) sopraelevare la costruzione;
- b) ampliare la costruzione mediante opere ad essa strutturalmente connesse e tali da alterarne significativamente la risposta;
- c) apportare variazioni di destinazione d'uso che comportino incrementi dei carichi globali verticali in fondazione superiori al 10%, valutati secondo la combinazione caratteristica di cui alla equazione 2.5.2 del § 2.5.3, includendo i soli carichi gravitazionali. Resta comunque fermo l'obbligo di procedere alla verifica locale delle singole parti e/o elementi della struttura, anche se interessano porzioni limitate della costruzione;
- d) effettuare interventi strutturali volti a trasformare la costruzione mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un sistema strutturale diverso dal precedente; nel caso degli edifici, effettuare interventi strutturali che trasformano il sistema strutturale mediante l'impiego di nuovi elementi verticali portanti su cui grava almeno il 50% dei carichi gravitazionali complessivi riferiti ai singoli piani.
- e) apportare modifiche di classe d'uso che conducano a costruzioni di classe III ad uso scolastico o di classe IV.

In ogni caso, il progetto dovrà essere riferito all'intera costruzione e dovrà riportare le verifiche dell'intera struttura post-intervento, secondo le indicazioni del presente capitolo.

Nei casi a), b) e d), per la verifica della struttura, si deve avere $\zeta_E \geq 1,0$. Nei casi c) ed e) si può assumere $\zeta_E \geq 0,80$.

Resta comunque fermo l'obbligo di procedere alla verifica locale delle singole parti e/o elementi della struttura, anche se interessano porzioni limitate della costruzione.

Una variazione dell'altezza dell'edificio dovuta alla realizzazione di cordoli sommitali o a variazioni della copertura che non comportino incrementi di superficie abitabile, non è considerato ampliamento, ai sensi della condizione a). In tal caso non è necessario procedere all'adeguamento, salvo che non ricorrano una o più delle condizioni di cui agli altri precedenti punti.

Figura 1 –par. 8.4.3. delle NTC18 (adeguamento sismico)

3 INQUADRAMENTO GENERALE DELL'OPERA

La struttura oggetto della presente relazione è situata nel Comune di Riese Pio X (TV), in *Via Callalta n. 14/b*. In figura si identifica geograficamente l'area di pertinenza degli impianti.

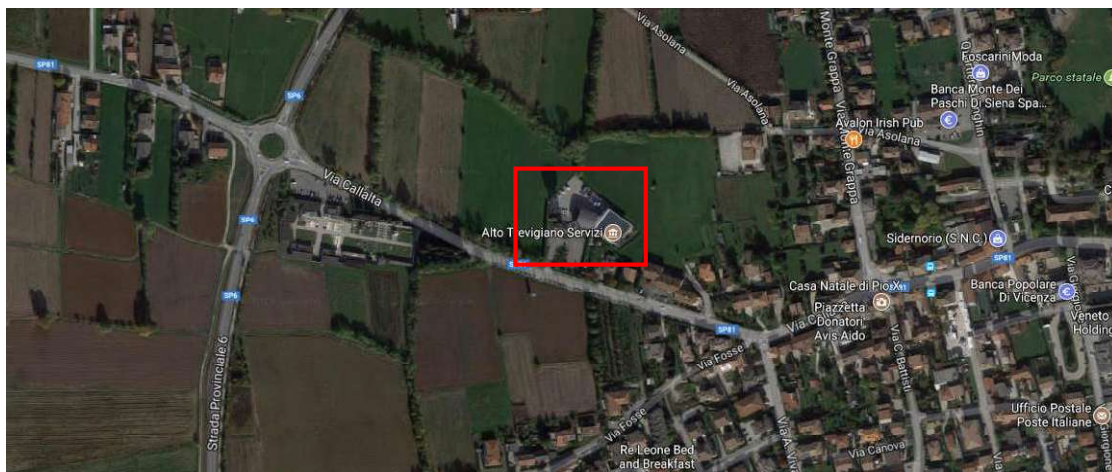


Figura 2 – Indicazione del sito del torrino di Riese Pio X

A seguire si riportano alcune foto del serbatoio pensile.



Figura 3 – Vista globale del serbatoio pensile



Figura 4 – Vista della cupola di uscita in copertura



Figura 5 – Interno della sala macchine alla base

3.1 STATO DI DEGRADO

Per quanto riguarda lo stato di degrado riscontrato durante i sopralluoghi, si riporta una sintesi rimandando alla “*Relazione di vulnerabilità sismica*” del 2018 per approfondimento.

Dal punto di vista strutturale si segnalano numerosi elementi con avanzato stato di degrado:

1. Pilastri e traversi del fusto: sono evidenti numerosi ferri esposti con elevato grado di corrosione causato dal distacco del copriferro e dalla presenza di nidi di ghiaia nel calcestruzzo. Tale fenomeno si riscontra in maniera puntuale su buona parte del fusto, ma con maggior evidenza alla base delle colonne sopra la copertura del locale macchine.
2. Pianerottoli intermedi: l'intradosso presenta numerosi ferri esposti a causa dello scarso spessore di copriferro.
3. Fondo vasca e fusto centrale: sono evidenti numerosi ferri esposti con elevato grado di corrosione causato dal distacco del copriferro.
4. Interno vasca: impermeabilizzazione danneggiata e distaccata in diversi punti della vasca, perdite del serbatoio in corrispondenza della ripresa di getto delle pareti esterne a circa 1.5m dal fondo vasca, esposizione diffusa con corrosione avanzata dei ferri all'intradosso inferiore della soletta di copertura.

Prima di procedere con gli interventi è necessario risanare i calcestruzzi e le armature degli elementi ammalorati.

3.2 RISULTATI DELLA VULNERABILITA' SISMICA

Si riportano in sintesi i risultati ottenuti dalla vulnerabilità sismica.

La vasca in quota non presentava alcuna mancanza di resistenza delle pareti laterali rispetto le pressioni esercitate dall'acqua; per quanto riguarda il fondo vasca le verifiche erano soddisfatte poiché le sollecitazioni agenti non sono cambiate negli anni; le sollecitazioni risultano confrontabili con quelle agli SLU.

Per quanto riguarda i pilastri si erano riscontrati problemi solo a pressoflessione con un rapporto di verifica pari a 0,54; la verifica a taglio era stata condotta globalmente considerando tutti i 12 pilastri e presentava un rapporto di verifica maggiore di uno.

I traversi, in combinazione sismica non risultano verificati, né a flessione, né a taglio, rispettivamente per un indice di rischio sismico pari a 0.26 e 0.22.

Gli indicatori di rischio ottenuti erano:

$$PGA_{CLV} = 0.340/4.54 = 0.075g \quad Ir(ag) = PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.22$$

$$PGA_{DLV} = 0.340g$$

$$T_{R,CLV} = 37anni \quad Ir(T_R) = (T_{R,CLV} / T_{R,DLV})^{0.41} = 0.265$$

$$T_{R,DLV} = 944anni$$

Una volta determinato il tempo di ritorno T_R corrispondente alla capacità della struttura, si era definito anche il tempo di intervento T_{INT} in cui dovranno essere effettuati gli interventi di adeguamento sismico. In base a quanto dichiarato nella Nota della Presidenza del Consiglio dei Ministri DPC/SISM/0083283 del 04/11/2010, il tempo di intervento, per lo SLV si calcola con la seguente formula:

$$T_{INT,SLV} = 0.105 \frac{T_{R,SLV}}{C_u}$$

Noto il tempo di ritorno, si calcola inoltre la “probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento” P_{VR} , con la formula:

$$P_{VR} = 1 - e^{\left(-\frac{V_R}{T_R}\right)}$$

considerando un periodo di riferimento V_R di 100 anni. Tale valore indica la probabilità che, nel periodo di riferimento considerato, si verifichi un evento sismico di entità almeno pari al valore prefissato per lo stato limite considerato (SLV).

Nel caso specifico:

$$T_{INT,SLV} = 2 \text{anni}$$

$$P_{VR} = 93\%$$

4 INTERVENTI DI ADEGUAMENTO SISMICO

In questo capitolo si descrivono più nel dettaglio gli interventi previsti che permettono di preservare il valore e la funzionalità del bene, perseguendo le finalità di rinforzo sismico della struttura.

Ad interventi effettuati la struttura presenterà una capacità resistente e dissipativa maggiore nei confronti del sisma che le consentirà di raggiungere un indice di rischio sismico allo SLV maggiore di 1, rispettando così la normativa tecnica vigente.

4.1 COSTRUZIONE SETTI IN C.A. AL PIANO TERRA

Al piano terra si prevede di demolire i tamponamenti in laterizio esistenti e di costruire delle nuove pareti in c.a. di spessore circa 65 cm che vadano ad inglobare ed irrigidire i pilastri al piano terra. Le pareti saranno collegate alla fondazione ed ai pilastri tramite inghisaggi.

Questo intervento permette di aumentare la resistenza a taglio e flessione globale della struttura alla base (dove le forze sismiche sono maggiori), oltre a migliorare la trasmissione delle sollecitazioni alle strutture di fondazione.

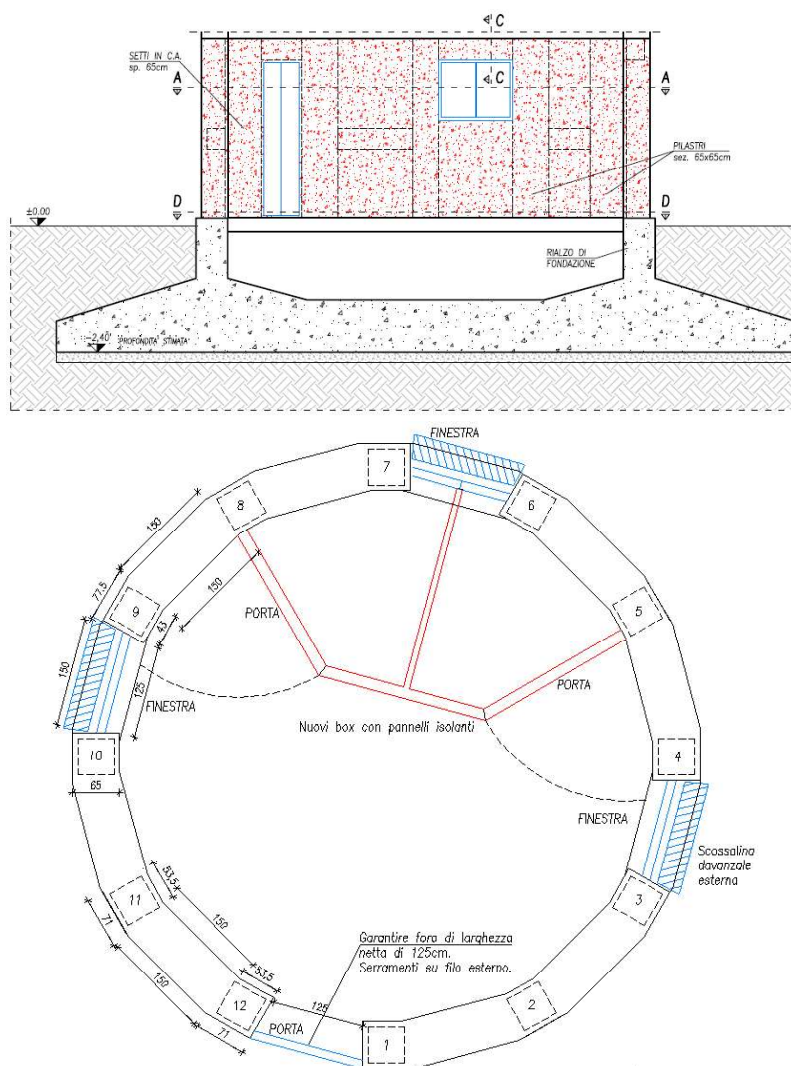


Figura 6 – dettaglio setti PT

4.2 SISTEMA DISSIPATIVO ADAS

Tra i campi creati tra i 12 pilastri ed i traversi, vengono inseriti dei sistemi di controventi a forma di “rombo” in carpenteria metallica collegati lateralmente tramite elementi ADAS a piastra. I controventi svolgono la funzione di irrigidire la struttura.

I dispositivi ADAS (Added Damping and Stiffness) sono una classe particolare di elementi dissipativi, dipendenti dallo spostamento, progettati per dissipare energia attraverso lo snervamento a flessione di piastre in acciaio. Questi dispositivi, presentano diversi vantaggi tra cui:

- Un comportamento isterico stabile;
- Insensibilità agli sbalzi termici;
- Flessibilità nella progettazione;
- Facilità di fabbricazione;
- Possibilità di essere sostituiti successivamente all’ evento sismico.

Dal punto di vista fisico sono in grado di deformarsi in campo inelastico arrivando ad una plasticizzazione uniforme dell’elemento. Il sistema permette di ridurre le oscillazioni della struttura grazie alla presenza dei controventi e, al contempo, di diminuire la domanda di duttilità sulla struttura grazie alla dissipazione offerta dalle piastre.

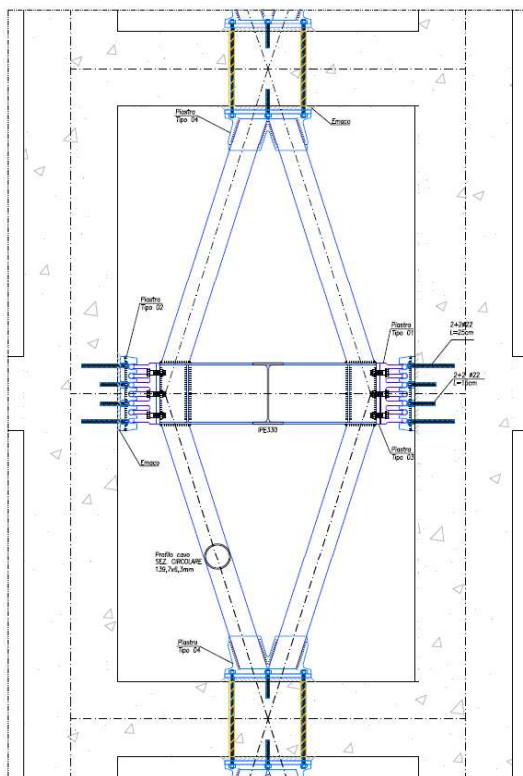
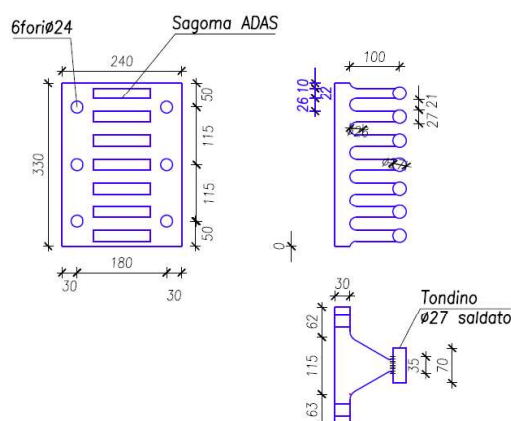


Figura 7 – sistema dissipativo in carpenteria metallica

I controventi metallici sono costituiti da profili cavi a sezione circolare per gli elementi inclinati e da sezioni IPE330 per il traverso centrale. L’elemento a rombo è collegato alla struttura tramite piastre inghisate al c.a. e piatte saldate ai tubolari.

PIASTRA TIPO 01
ELEMENTI DISSIPATIVI ADAS
SCALA 1:10

OTTENUTA DA UNICO ELEMENTO DI ACCIAIO



PIASTRA TIPO 02
PIASTRA DENTATA LATERALE
SCALA 1:10

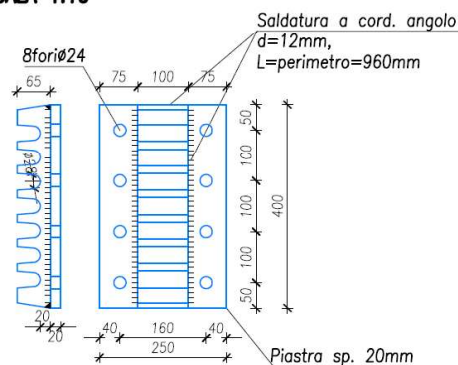


Figura 8 – dettaglio piastre e ADAS

Da quanto si può notare dalle immagini sopra riportate la struttura metallica viene resa solidare alla struttura in c.a. tramite inghisaggi.

La piastra tipo 01 è ottenuta tramite lavorazione al tornio da un unico elemento di acciaio per poter garantire il corretto funzionamento degli elementi dissipativi.

4.3 CONFINAMENTO TRAMITE CERCHIATURE ATTIVE DEI PILASTRI

Si prevede la cerchiatura dei pilastri esistenti mediante l'applicazione di tirantature diffuse realizzate con cuciture metalliche strutturali pre-sollecitate in barre filettate di acciaio. Questo intervento è localizzato per un'altezza pari a circa 11/12 metri sopra il primo solaio e sui pilastri al di sotto della vasca tra trave e parapetti.

Oltre alle barre metalliche, si posizionano per la stessa altezza degli angolari che, oltre ad aiutare a migliorare il confinamento, aumentano la resistenza dei pilastri a trazione e tenso-flessione. Questi angolari vengono vincolati ai pilastri esistenti così da farli lavorare contemporaneamente.

Per quanto riguarda i nodi si prevede il confinamento dei nodi con tre barre. La cerchiatura dei nodi garantisce il rispetto della gerarchia delle resistenze con la formazione della cerniera plastica nei traversi (all'esterno del pannello nodale).

Nel complesso un intervento di cucitura diffuso su tutta la struttura consente un miglioramento della risposta sismica locale restituendo un comportamento duttile.

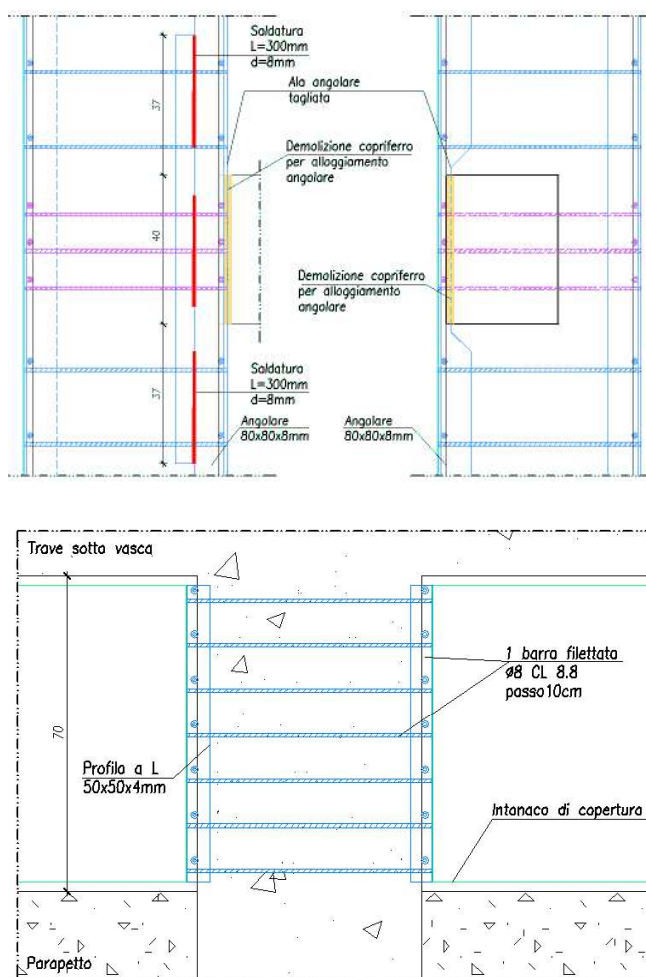


Figura 9 – dettaglio cerchiatura pilastri e nodi

La cerchiatura così realizzata si configura come confinamento attivo dei pilastri garantendo un miglior comportamento e resistenza anche ai carichi verticali.

I miglioramenti che si ottengono sono molteplici:

- Incrementa la prestazione della struttura nella fase elastica per effetto del pretensionamento delle barre di acciaio.
- Non altera la distribuzione di masse e rigidezze nella struttura.
- Permette di incrementare la capacità resistente e il suo spostamento per effetto dell'armatura aggiuntiva.
- Garantisce una maggiore duttilità dell'elemento in caso di evento sismico.

Dal punto di vista operativo l'intervento richiede la rimozione di tutti gli impianti idraulici, meccanici, elettrici ecc.

4.4 CONFINAMENTO TRAMITE CERCHIATURE ATTIVE DEI TRAVERSI

Come per quanto previsto per i pilastri; si prevede la cerchiatura dei traverzi esistenti mediante la stessa tecnica. Oltre alle barre metalliche, si posizionano degli angolari che aiutano a migliorare il confinamento, aumentano la resistenza dei traverzi a taglio.

È importante scongiurare la rottura a taglio di questi elementi prima che si formino le cerniere plastiche alle estremità per garantire il corretto comportamento in gerarchia.

Questo intervento invece viene esteso a tutti i traverzi del fusto.

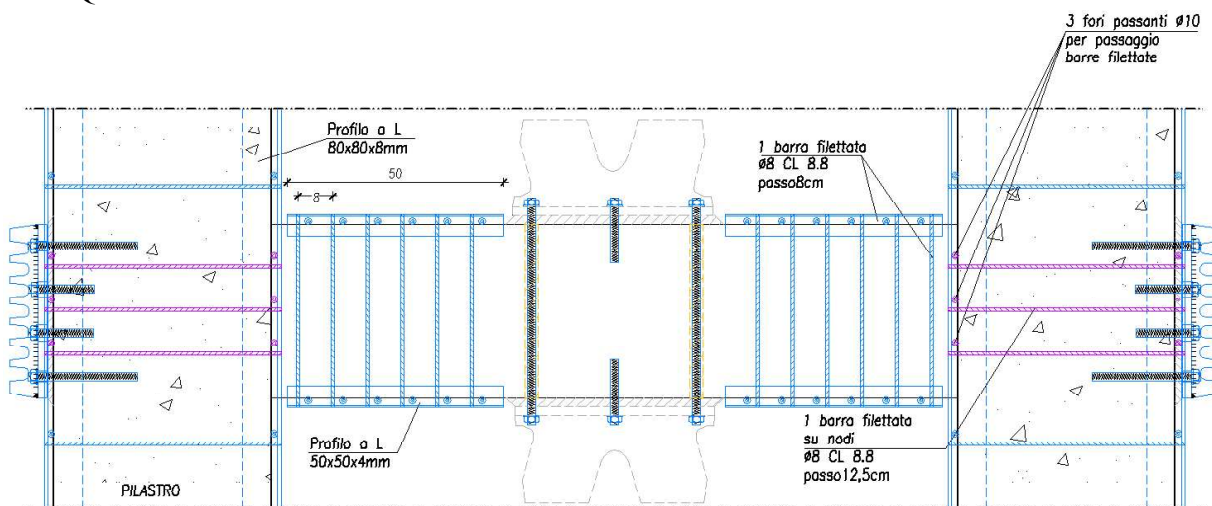


Figura 10 – dettaglio cerchiatura traverzi e nodi

La tecnologia di intervento è poco invasiva rispetto ad altre tecniche. Una volta completato l'intervento, infatti, la cerchiatura risulta completamente invisibile e senza modifica degli ingombri dell'elemento strutturale stesso. Ha inoltre il vantaggio di essere un sistema facilmente reversibile, che consente l'eventuale rimozione del rinforzo per qualsiasi necessità.

5 INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA

5.1 RISANAMENTO STRUTTURE DEGRADATE

Sono previsti dei interventi di risanamento atti a recuperare lo stato delle strutture e preservarne la durabilità proteggendole dagli agenti atmosferici.

- 1) La copertura della vasca e il primo solaio al piano terra vengono impermeabilizzati esternamente tramite una guaina saldata termicamente alla struttura così da scongiurare infiltrazioni di acqua piovana all'interno della vasca e degli ambienti chiusi. I fori finestra, il solaio al piano primo e lo sbalzo di copertura vengono protetti dalle percolazioni di acqua utilizzando delle scossaline sagomate appositamente.
- 2) Tutte le strutture in c.a. degradate saranno soggette a risanamento secondo il seguente ciclo:
 - Idroscarifica del calcestruzzo ammalorato
 - Pulizia delle superfici e dei ferri di armatura mediante idro-sabbatura a pressione
 - Eventuale integrazione armature mancanti e applicazione di trattamento passivante dei ferri d'armatura
 - Riporto in sagoma delle superfici in calcestruzzo mediante applicazione di malta anti-ritiro.
- 3) Tutta la superficie della vasca esterna viene trattata con pitture anti-carbonatazione a seguito degli interventi di risanamento.
- 4) Tutte le superfici esposte del fusto, comprese gli elementi cerchiati con carpenteria metallica, vengono protette con intonaco cementizio.

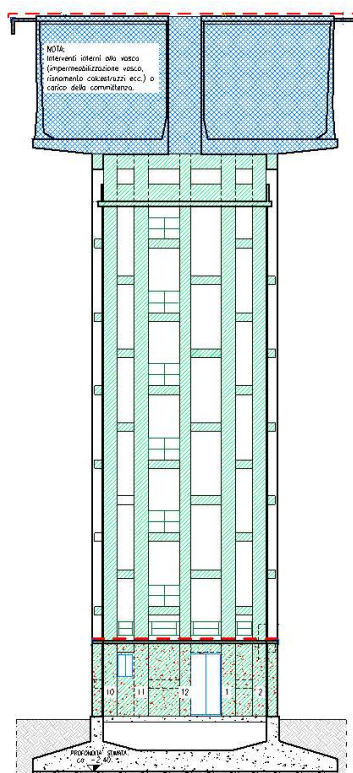


Figura 11 – interventi pittura anti-carbonatazione (blu) e intonaco cementizio (verde)

NOTA: Tutti gli interventi di risanamento strutture e rifacimento dell'impermeabilizzazione dell'INTERNO della vasca saranno a cura della committenza.

5.2 OPERE ACCESSORIE

Sono infine previste una serie di opere accessorie per ottimizzare la funzionalità e la sicurezza del torrino. Si riporta un elenco di tali interventi:

- 1) Tutte le pareti divisorie presenti nella camera di manovra presente al piano terra verranno demolite. Tutte le nuove compartimentazioni verranno realizzate con pannelli sandwich.
- 2) Vengono sostituiti tutti i parapetti presenti sopra al solaio di quota +3.70m ed installato un coronamento perimetrale anti-arrampicata.
- 3) In copertura verranno installati dei parapetti metallici di sicurezza in sostituzione di quelli presenti allo stato di fatto (che presumibilmente verranno rimossi dai gestori dei sistemi di telecomunicazione contemporaneamente alla rimozione di tutte le antenne ed apparati elettrici).
- 4) È prevista la sostituzione della scala che dal solaio sotto vasca porta alla copertura della vasca con una nuova a pioli con singolo montante centrale e binario anticaduta.
- 5) È prevista la sostituzione di tutte le scale da piano campagna fino alla copertura, con nuove scale a pioli con singolo montante centrale e binario anticaduta.
- 6) In corrispondenza delle scale sui pianerottoli e del fondo vasca è prevista l'installazione di una serie di fissaggi (moschettoni) per garantire la sicurezza dei percorsi alle persone che devono accedere alla struttura.
Tali dispositivi hanno inoltre la funzione di gestione dell'emergenza da parte delle autorità (Vigili del Fuoco / soccorritori) nel caso di eventuale infortunio di personale sul torrino.
- 7) Demolizione della torretta di copertura ed allargamento della botola d'accesso alla vasca, con relative opere strutturali di irrigidimento ed impermeabilizzazione della zona.
- 8) Sulla copertura è prevista l'installazione di un argano a bandiera, a servizio della botola di accesso alla vasca e a quella di discesa della copertura, per la movimentazione dei materiali e/o di un eventuale infortunato (gestione degli spazi confinati, con la risoluzione del problema dell'estrazione di un infortunato all'interno della vasca).
- 9) Sul solaio sotto la vasca viene demolito il parapetto di un campo e viene installato un "cancello" metallico apribile verso l'interno per permettere la gestione di un eventuale infortunio (possibilità di far scendere dall'alto un infortunato su barella);
- 10) Installazione di 4 paline per la futura installazione delle luci di segnalazione al volo.
- 11) Predisposizione di opportuni cavidotti e attraversamenti strutturali per i futuri impianti elettrici.
- 12) Installazione delle tubazioni idriche a servizio del serbatoio e relative staffe di fissaggio (tubazioni fornite da committenza).