

**Piano di interventi per il miglioramento del Sistema Idrico Regionale  
RISTRUTTURAZIONE STATICA DEL SERBATOIO S.ROCCO E ADEGUAMENTO  
DELL'ADDUZIONE ALLA CENTRALE DI MUGNANO**

<b>COMMITTENTE:</b>	<b>Regione Campania - Acqua Campania S.p.A.</b>
<b>ESECUTORE DEL SERVIZIO:</b>	<b>Finalca Ingegneria S.r.l.</b>
<b>SERVIZI SVOLTI:</b>	<b>Progettazione Preliminare, Definitiva e Esecutiva e CSP</b>
<b>PERIODO DI ESECUZIONE:</b>	<b>2016</b>
<b>IMPORTO APPALTO:</b>	<b>€ 4.985.832,53</b>

Il progetto in parola, nasce dalla necessità e dalla richiesta, avanzata dai responsabili regionali del settore "Gestione Acquedotti ex Casmez", di verificare e provvedere all'adeguamento e potenziamento del nodo di S. Rocco sia dal punto di vista strutturale, che della sua capacità di vettoriamento della risorsa idrica.

Difatti, si è riscontrato che il microclima particolarmente sfavorevole, creatosi all'interno del serbatoio (umidità e assenza di ventilazione), ha prodotto ammaloramenti dei calcestruzzi e delle armature, compromettendo negli anni, la struttura delle vasche.

Il raggiungimento della vita utile delle parti d'opera accessibili potrebbe condurre ad un declassamento dell'impianto per quanto riguarda i livelli di invaso all'interno delle vasche.

Dappiù, in alcuni periodi dell'anno (mesi estivi), l'impianto non riesce a soddisfare l'idrorichiesta delle utenze servite; l'area ha subito negli anni un sensibile aumento demografico, modificando pertanto, le condizioni di funzionamento originarie per cui l'invaso artificiale, era stato ideato e realizzato.

La progettazione esecutiva ha confermato le scelte effettuate a livello preliminare sviluppando le stesse ed aggiornandole ad un grado di dettaglio di maggiore definizione. Pertanto, gli interventi, medesimi a quelli previsti nel progetto preliminare, hanno tenuto conto delle attività di indagine eseguite (Prove di resistenza sui materiali, Verifica della carbonatazione dei calcestruzzi, Rilevo delle armature, Esame visivo dello stato di conservazione delle strutture e Monitoraggio delle portate e dei volumi in transito nel sistema San Rocco – Mugnano) e allo stesso tempo sono stati finalizzati alla maggiore e più facile manutenibilità/accessibilità delle opere di progetto (idonea ubicazione dell'impianto di sollevamento e della cabina di trasformazione).

### **Interventi di riparazione delle strutture**

Il Serbatoio di S. Rocco è realizzato in c.a. gettato in opera ed è composto da 8 vasche, ciascuna con capacità di invaso pari a circa 10000 mc, da un corridoio centrale posto alla quota del calpestio del piazzale di ingresso e da una sottostante camera di manovra composta dall'area ubicata sotto il suddetto corridoio centrale, dal cunicolo di uscita/entrata tubazioni e da un manufatto ex shuntaggio adiacente al corpo principale.

La dimensione complessiva del serbatoio è di circa 140 x 120 m. Ciascuna vasca ha dimensioni esterne pari a 65 m (lato perpendicolare al corridoio centrale) x 30 m circa ed è divisa in 4 porzioni da 3 setti di circolazione disposti parallelamente al lato lungo. La copertura è realizzata con volte in c.a., aventi appoggio sulle pareti perimetrali lunghe e sui setti di circolazione, di luce pari a circa 7 m. Il serbatoio è ricoperto da un rinterro di spessore variabile, mediamente pari a circa 1.3 m sulla chiave delle volte, al fine di ottenere un buon isolamento termico.

All'interno del serbatoio si evidenziano varie, anche di intensità molto rilevante come nel caso delle pareti dei cunicoli di ispezione a perimetro delle vasche. A fronte di dette situazioni di degrado ed in coerenza con quanto già indicato dal progetto preliminare, si prevedono "una serie di interventi di risanamento aventi lo

*scopo di conseguire non solo un rilevante incremento della vita residua delle parti d'opera accessibili ma anche di evitare un declassamento del manufatto per quanto riguarda i livelli di invaso all'interno delle vasche".*

Nell'ambito della normativa gli interventi in parola si inquadrano come "intervento di riparazione" ai sensi del punto 8.4.3 del D.M. 14-01-2008.

Allo scopo di definire gli interventi di riparazione sono state preliminarmente effettuate una serie di indagini volte a ricostruire la geometria della struttura, l'armatura, le caratteristiche dei materiali e il livello del degrado. Le indagini svolte sono state le seguenti:

- A.** Ricerca documentale richiedendo all'archivio dell'Acquedotto Campano gli elaborati strutturali del serbatoio. Sono però risultati disponibili solo alcuni disegni a carattere impiantistico, di scarso valore per considerazioni a carattere strutturale.
- B.** Rilievi topografici finalizzati ad individuare la geometria complessiva del serbatoio e quella di dettaglio delle vasche (dimensioni in pianta ed in altezza, spessori delle pareti, geometria e spessore delle volte di copertura ed entità del ricoprimento).
- C.** Ispezioni visive degli elementi strutturali accessibili del serbatoio. In particolare si è visionato il corridoio centrale, l'interno della vasca posta all'angolo Nord Ovest e tutti i cunicoli al perimetro delle vasche. Dette ispezioni hanno permesso anche di valutare lo stato di conservazione delle strutture.
- D.** Saggi e prove di laboratorio su materiali prelevati in sito consistenti in quanto segue: prelievo di carote con successive prove di carbonatazione e rottura a compressione, prelievi di barre di armatura e successiva prova di trazione, indagini pacometriche e saggi con rimozione del copriferro per l'individuazione della maglia di armatura. Tutte le sopra elencate prove hanno riguardato le pareti perimetrali della vasca posta all'angolo Nord Ovest del serbatoio, salvo una carota che è stata prelevata dal solettone di fondazione della stessa vasca.
- E.** Valutazioni statiche finalizzate a riscontrare che i quantitativi di armatura delle pareti dei cunicoli, individuati con un certo grado di approssimazione sulla base alle indagini indicate nei precedenti punti, fossero effettivamente compatibili con lo stato di sollecitazione delle strutture

Gli esiti delle indagini sono riportati in dettaglio in specifici elaborati. Sinteticamente è emerso quanto segue:

- Nei cunicoli perimetrali lo stato di conservazione del c.a. è risultato variabile, con presenza però di ampie zone dove i ferri evidenziano una riduzione di sezione molto pronunciata per effetto della corrosione ed il copriferro è già distaccato o in fase di distacco. Nella camera di manovra sono presenti localmente ammaloramenti superficiali del c.a. con copriferro distaccato e/o in fase di distacco e ferri in vista. All'interno delle vasche non si riscontrano invece significative situazioni di deterioramento, così come nel corridoio centrale; per tale motivo nella presente fase progettuale non sono previsti interventi in queste aree.
- In relazione alle cause che hanno provocato il degrado principale, cioè quello verificatosi nei cunicoli perimetrali alle vasche, le ispezioni effettuate hanno evidenziato all'interno degli stessi cunicoli un elevatissimo livello di umidità ed una pressoché totale assenza di ventilazione. Da un lato tali condizioni creano sicuramente un'ambiente molto aggressivo, dall'altro si è potuta riscontrare in molte zone la presenza di un copriferro di spessore molto ridotto. Tenendo anche presente che dai saggi eseguiti il corpo delle pareti perimetrali delle vasche è sempre risultato ben asciutto, che dalle prove sulle carote di cls è emersa una profondità di carbonatazione ridottissima (pochi millimetri o assente) è da ritenersi che il degrado in parola sia stato provocato dal microclima particolarmente

sfavorevole creatosi all'interno dei cunicoli (umidità e assenza di ventilazione) in presenza di copriferri ridotti, piuttosto che da una permeazione diffusa di umidità da interno ad esterno vasche o da una problematica di carbonatazione.

- Ancorché le indagini effettuate sono risultate senz'altro sufficienti per la definizione dei vari interventi di riparazione, la valutazione quantitativa dell'estensione dei vari livelli di degrado è risultata approssimata e dovrà essere verificata a cura della D.L. in fase esecutiva, in particolare per quanto riguarda l'intervento nei cunicoli perimetrali delle vasche dove è risultato difficile operare per motivi di sicurezza legati al pericolo di cadute dei copriferri.

Alla luce di quanto emerso dalle indagini sono stati quindi previsti gli interventi di riparazione di seguito riepilogati.

### **Intervento sulle pareti dei cunicoli a perimetro delle vasche**

Detto intervento è di gran lunga quello di maggior impatto economico, sia per l'elevata intensità del degrado, sia per la rilevante estensione della superficie delle pareti (circa 10000 mq), sia per le difficoltà operative di esecuzione.

Gli obiettivi che l'intervento in parola si prefigge sono i seguenti:

- Riconferire alle pareti dei cunicoli una resistenza non inferiore a quella che esse avevano prima dello sviluppo del degrado, senza produrre sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti e della struttura nel suo insieme
- Ricostituire su tutta la superficie delle pareti dei cunicoli un congruo copriferro in modo da conseguire un rilevante prolungamento della vita utile residua dell'opera

Sinteticamente l'intervento consisterà in un'asportazione generalizzata del calcestruzzo corticale (da un minimo di 2 cm ed oltre laddove vi sono porzioni in fase di distacco o ammalorate che andranno rimosse integralmente), nella pulizia delle armature corrose, nella messa in opera di nuove armature a reintegro di quelle consumate per effetto dell'ossidazione e nella ricostituzione di un nuovo strato di calcestruzzo corticale con malte tixotropiche espansive, a base cementizia e fibrorinforzate.

Le modalità di esecuzione dell'intervento dovranno tener conto dei vincoli imposti dall'esiguità degli spazi in cui occorre operare. In particolare tutte le lavorazioni nei cunicoli saranno soggette alla normativa sulla sicurezza relativa a lavorazioni in ambiente confinato. Negli elaborati relativi alla sicurezza sono riportati in dettaglio le relative procedure, vincoli, prescrizioni che dovranno essere in conseguenza rispettati.

L'intervento sarà realizzato con le seguenti fasi:

1. Provvedimenti per alleggerire lo stato di sollecitazione delle pareti dei cunicoli e consentire in tal modo l'esecuzione in sicurezza degli interventi di riparazione delle stesse (scavi a tergo delle pareti controterra);
2. Disgaggio manuale finalizzato a rimuovere, mediante battitura / martellinatura, tutte le parti di calcestruzzo corticale già in fase di distacco;
3. Messa in opera di puntelli di sicurezza tra le pareti controterra per le quali non è possibile eseguire l'intervento di alleggerimento del terreno a tergo;
4. Asportazione del calcestruzzo corticale su tutte le superfici delle pareti dei cunicoli mediante idrodemolizione meccanizzata / manuale;

5. Verifica della D.L. dopo l'idrodemolizione generalizzata e definizione puntuale delle successive fasi 6-7-8;
6. Ritocchi alla fase di asportazione del calcestruzzo corticale mediante idrodemolizione manuale;
7. Interventi puntuali per la chiusura di fessure;
8. Messa in opera dell'armatura di reintegro ove necessaria;
9. Ricostituzione del calcestruzzo corticale con malta tixotropica da ripristino strutturale a base cementizia e fibrorinforzata.

A fine intervento le pareti dovranno presentare una finitura con un grado di lisciatura tipo "intonaco grezzo".

Poiché, come illustrato in precedenza, una delle cause del degrado è costituita dal "microclima" estremamente aggressivo che si è creato all'interno dei cunicoli (umidità molto elevata e assenza di ricambio d'aria), l'intervento di riparazione strutturale sarà accompagnato da interventi impiantistici finalizzati a rendere l'ambiente dei cunicoli non aggressivo. Si prevede pertanto la realizzazione di una ventilazione forzata nei cunicoli atta a creare una opportuna circolazione d'aria e ad abbattere in tal modo il livello di umidità. L'estrazione dell'aria sarà realizzata attraverso i lucernai situati al termine dei cunicoli ubicati lungo i lati lunghi delle vasche mentre l'immissione avverrà attraverso aperture sul portone di ingresso al serbatoio. L'intervento sarà completato da punti luce atti a consentire agevoli future ispezioni visive all'interno dei cunicoli, per la verifica dello stato di conservazione delle strutture.

Al termine dell'intervento le pareti dei cunicoli avranno uno spessore non inferiore a quello originario e una maglia di armatura in grado di trasferire sforzi di trazioni non inferiori a quelli che l'armatura originaria era in grado di trasferire. L'intervento consentirà quindi di riconferire alle sezioni delle pareti una resistenza non inferiore a quella originaria.

La formazione di un copriferro minimo di 2 cm, realizzato con malte antiritiro che offrono un maggior grado di protezione delle armature rispetto al calcestruzzo "normale", e la creazione di un ambiente non più aggressivo all'interno dei cunicoli conferiranno una elevata durabilità all'intervento di riparazione e conseguentemente si otterrà un rilevante prolungamento della vita utile residua dell'opera.

La valutazione economica dell'intervento può essere solo in parte del tutto stabilita nella presente fase progettuale, per i motivi già precedentemente indicati. Negli elaborati economici della presente fase progettuale le quantità indicate per le voci di computo a misura, hanno quindi carattere approssimativo, in quanto derivate dalle indagini eseguite che non sono potute essere del tutto esaurienti per i motivi già ricordati.

#### **Interventi all'intradosso delle solette di copertura dei cunicoli a perimetro delle vasche**

Anche le solette di copertura dei cunicoli mostrano all'intradosso uno stato di degrado, anche se di minore entità rispetto a quello delle pareti. Per l'intradosso di queste solette si prevede un intervento di ripristino superficiale del c.a. che, per praticità di esecuzione, sarà effettuato in concomitanza con quello previsto sulle pareti dei cunicoli.

#### **Intervento sui giunti della soletta di copertura dei cunicoli a perimetro delle vasche**

Le solette di copertura dei tratti di cunicolo che separano le vasche sono giuntate al centro, longitudinalmente. All'osservazione visiva dall'intradosso, in alcuni casi si nota un maggior livello di degrado in corrispondenza delle linee di giunto rispetto alle aree più distanti da esse, presumibilmente a causa di infiltrazioni d'acqua che si sono verificate dall'alto. Si prevede quindi l'impermeabilizzazione della discontinuità strutturale mediante posa in opera all'estradosso di un giunto tipo SIKA COMBIFLEX.

---

### **Rifacimento della copertura dei lucernai dei cunicoli a perimetro delle vasche**

Le esistenti coperture dei lucernai dei cunicoli, realizzate in vetrocemento, risultano in alcuni casi del tutto assenti poiché crollate sul sottostante calpestio, in altri casi sono interessate da ampie spaccature e lesioni. Si prevede quindi la realizzazione di una nuova “chiusura” dei lucernai da realizzarsi in carpenteria metallica. Detta carpenteria sarà dotata anche di opportune aperture per l’allocazione degli estrattori facenti parti del nuovo impianto di ventilazione dei cunicoli.

### **Interventi nella camera di manovra**

All’interno della camera di manovra si evidenziano, localmente, ammaloramenti superficiali costituiti da copriferro distaccato e/o in fase di distacco e/o ferri scoperti e arrugginiti. Dall’esame visivo l’entità della corrosione appare limitata e non tale da aver provocato una riduzione significativa della sezione delle armature per effetto della corrosione. In tali zone si prevede quindi un intervento di ripristino superficiale del c.a. con pulizia e rimozione delle parti di cls ammalorate, pulizie dalla ruggine dei ferri venuti alla vista, ricostituzione del copriferro con malte specifiche da ripristino strutturale. A valle del ripristino, al fine di riuniformare la colorazione delle pareti e del soffitto, si prevede l’applicazione di una vernice che avrà anche la funzione di dare una protezione generalizzata ai calcestruzzi.

### **Ripristino delle demolizioni eseguite per la realizzazione dei saggi**

Le lavorazioni comprenderanno anche gli interventi di ripristino in corrispondenza delle demolizioni eseguite nell’ambito delle indagini conoscitive per la realizzazione dei saggi.

Le lavorazioni sopra descritte comporteranno la produzione di una significativa mole di rifiuti, in particolare dovuti alla rimozione di porzioni corticali di calcestruzzo mediante disgaggio e idrodemolizione. Per questi rifiuti non è possibile il riutilizzo nell’ambito del cantiere e conseguentemente occorrerà prevederne lo smaltimento in discariche/siti autorizzati. La modalità di gestione dei rifiuti è descritta in dettaglio in un paragrafo specifico.

### **Impianto di ventilazione**

Al fine di stabilire condizioni ambientali più confortevoli per lo svolgimento delle attività di gestione e manutenzione all’interno del serbatoio ed evitare l’ammaloramento delle opere civili, si prevede la realizzazione di un sistema di ventilazione forzata della camera di manovra e dei corridoi di ispezione perimetrale delle vasche.

Lo scopo è quello di assicurare il necessario ricambio d’aria negli ambienti, evitando l’aumento dell’umidità ed il ristagno di vapori di cloro che in essi accumulano.

La ventilazione del serbatoio si realizza mediante l’installazione di torrini estrattori a scarico orizzontale posti in sommità alla copertura, in corrispondenza dei lucernari del serbatoio.

Ad ogni ventilatore sarà collegato, in aspirazione, una tubazione DN 400 avente funzione di collettore generale che sarà installata, con asse orizzontale, dal lucernaio verso il centro dei lati corti della vasca limitrofa. La quota di posa sarà tale da non interferire con il transito del personale addetto alla ispezione dei cunicoli.

Dal collettore generale di aspirazione avranno origine n.4 tubazioni verticali DN 200 che consentiranno di aspirare l’aria dal fondo dei cunicoli così da scongiurare il pericolo di “corto circuito” dell’aria con conseguente ristagno nelle zone inferiori del serbatoio.